

ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA  
EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS  
ESTACIONES DEL TREN MAYA

27-XII-2019

## ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

### RESUMEN

El presente documento se compone de los siguientes elementos:

#### a) Presentación

En este apartado se dan a conocer los antecedentes, conceptos teóricos para realizar los cálculos de capacidad de carga turística; y dos temas fundamentales que inciden en la capacidad de carga: las limitaciones para el crecimiento turístico y las acciones a favor del fortalecimiento turístico.

#### b) Descripción del área de estudio: Zona Maya y Caribe

En este apartado se hace una descripción de la zona Maya y el Caribe mexicano, su vocación turística, las características de los turistas; las zonas arqueológicas, áreas naturales protegidas, corredores biológicos, y la biodiversidad en flora y fauna, el capital natural y social de

esta región. Se revisan temas sobre la geología de la Península de Yucatán y el agua en el sureste mexicano, incluyendo la situación actual del agua en los municipios donde se ubicarán las estaciones del tren maya.

#### c) Resultados por localidad.

En esta sección se revisan aspectos turísticos, socioculturales, económicos, de servicios e infraestructura; se identifican las características geográficas y ambientales, se hace un análisis de la movilidad urbana, carreteras que conducen a los atractivos turísticos, se hace un análisis de la movilidad actual y se incluyen propuestas para una movilidad sostenible. Este análisis se presenta para las siguientes localidades:

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Campeche               | 9. Playa del Carmen |
| 2. Escárcega              | 10. Puerto Morelos  |
| 3. Calakmul               | 11. Tulum           |
| 4. Palenque               | 12. Tenosique       |
| 5. Bacalar                | 13. Chichen Itzá    |
| 6. Cancún                 | 14. Izamal          |
| 7. Felipe Carrillo Puerto | 15. Mérida          |
| 8. Cobá                   | 16. Valladolid.     |

---

#### d) Cálculos para el diagnóstico de la Capacidad de Carga.

En este apartado se identifican las variables que inciden en la capacidad de manejo de las localidades, así como también se realizan los cálculos de la Capacidad de Carga Física, Real, Efectiva y de Manejo de las localidades, especificando la metodología usada (Cifuentes et al, 1992); se identifican las zonas donde no hay infraestructura o la capacidad de manejo es insuficiente para albergar turismo y también se identifican las áreas donde no está superada la capacidad de carga; para concluir con el procesamiento de información final, cálculo e interpretación de los resultados obtenidos para cada localidad. En este apartado se pueden consultar también cuadros sinópticos que contienen información por tema de las dieciséis localidades, así como también una serie de gráficas y tablas numéricas alusivas a la información vertida en estos cuadros.

---

#### e) Recomendaciones

En este apartado se establecen las recomendaciones alineadas a la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas y se proponen medidas de adaptación y mitigación encaminadas al manejo

turístico sustentable de los destinos y los atractivos turísticos ubicados en estas 16 localidades.

---

#### f) Medidas de adaptación al cambio climático

En este apartado se revisan las amenazas para la consolidación de los destinos, así como las alternativas para la consolidación de los destinos, mediante acciones que se dirijan hacia la adaptación al Cambio Climático y a la mitigación del daño ya causado al medio ambiente y la biodiversidad.

---

#### g) Conclusiones.

A forma de cierre se presentan unas breves conclusiones en las que se comparte una reflexión sobre los conocimientos adquiridos a lo largo de este documento. .

---

#### h) Literatura consultada.

Este apartado contiene la lista de fuentes bibliográficas consultadas para la elaboración del presente estudio para la capacidad de carga turística en las locaciones donde se ubicarán las estaciones del Tren Maya; se agrega también una lista de ilustraciones, de tablas y gráficas contenidas en el presente documento.

Este documento forma parte de la reciente contribución de las metodologías de análisis de la capacidad de carga para los destinos turísticos emergentes; desde la perspectiva del desarrollo turístico sostenible. Esta perspectiva permite integrar las dimensiones sociales, económicas y ambientales en la planeación de las actividades humanas, considerando siempre los efectos tanto positivos como negativos que dichas actividades tenga sobre las distintas dimensiones en las que se desenvuelven; a fin de que el desarrollo económico no perjudique al desarrollo social o al equilibrio ambiental.

El objeto de análisis fueron 16 destinos turísticos ubicados en los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco y Chiapas. Estos destinos fueron elegidos por ser lugares donde se ubicarán las estaciones del Tren Maya para determinar del número de visitas que puede recibir cada localidad con base en las condiciones físicas, biológicas y de manejo existentes al momento del Estudio.

Las fuentes de datos analizados provienen de los Planes Municipales de Desarrollo vigentes para el trienio actual, así como otros instrumentos de planeación que cada destino haya implementado; se realizaron visitas de campo y

levantamientos fotográficos y de georreferenciación para complementar los análisis realizados en los 16 destinos. El objetivo es determinar si los destinos cuentan con la infraestructura municipal requerida para la atención de su población local; a fin de determinar el número de visitantes adicionales que la infraestructura puede soportar.

Los datos utilizados son cálculos y registros de disponibilidad de agua potable en el municipio; capacidades de abastecimiento de agua potable entubada; conexión a algún sistema de drenaje, recuperación, tratamiento y reaprovechamiento de aguas residuales; recuperación y gestión de residuos sólidos; infraestructura turística existente; y de los recursos naturales de los que se dispone. También, se hace un análisis sobre la situación del recurso hídrico en la zona.

Las principales conclusiones son:

- La infraestructura turística cubre la demanda turística actual.
- Los Residuos Sólidos no se están gestionando óptimamente.
- La recuperación y tratamiento de Aguas Residuales es insuficiente.

- La fuente de agua potable es altamente susceptible a contaminantes.
- Ya existe filtración de contaminantes a la reserva de agua potable.
- La infraestructura y equipamiento municipal requiere actualizaciones, renovaciones y reparaciones a fin de optimizar su capacidad y servicio.
- Las áreas naturales deben ser rehabilitadas, reforestadas y protegidas.
- Se deben implementar regulaciones para proteger al recurso hídrico.
- Los municipios requieren inversión federal, estatal y municipal para ampliar la cobertura de servicios básicos de agua entubada, gestión de residuos en rellenos sanitarios funcionales, tratamiento de todas las aguas residuales.
- Mejorando la capacidad de manejo de las localidades, se puede mejorar la capacidad de carga turística de cada destino.

#### ABREVIATURAS

CCF	Capacidad de Carga Física	m <sup>3</sup> ha	Metros cúbicos Hectáreas
CCE	Capacidad de Carga Efectiva	Hm <sup>3</sup>	Hectómetros cúbicos
CCR	Capacidad de Carga Real	M	Millones
CM	Capacidad de Manejo	Lps	Litros por segundo
ST	Sobrecarga Turística	m <sup>3</sup> /hab/año	Metros cúbicos por habitante por año
Aw	Clima Tropical lluvioso con lluvias en verano e invierno seco	N.D. N.A.	No Disponible No Aplica
Am	Clima Tropical lluvioso con lluvias monzónicas en verano	TAR RSU	Tratamiento de Aguas Residuales Residuos Sólidos
Af	Clima Tropical lluvioso con lluvias en otoño	RHA	Región Hidrológico Administrativa
PEA	Población Económicamente Activa	PIB	Producto Interno Bruto

---

CONTENIDO

**ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA  
TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE  
SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN  
MAYA** \_\_\_\_\_ **1**

Presentación ..... 7  
Antecedentes ..... 8  
Conceptos .....10  
Limitaciones para el crecimiento turístico .... 15  
Acciones a favor del fortalecimiento  
turístico .....22

**DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: ZONA MAYA  
Y CARIBE.** \_\_\_\_\_ **30**

Principales destinos turísticos de la zona maya  
y el Caribe mexicano. .... 30  
Vocación turística de la región ..... 31  
Características de los Turistas .....37  
Zonas Arqueológicas .....43  
Áreas Naturales Protegidas.....54  
Corredores Biológicos: .....57  
Biodiversidad: Vegetación ..... 66  
Índice de Capital Natural ..... 76  
Biodiversidad: Fauna.....77  
Cultura y Sociedad ..... 140

**GEOLOGÍA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN: EL  
KARST** \_\_\_\_\_ **146**

**AGUA EN EL SURESTE MEXICANO. RETOS Y  
SOLUCIONES** \_\_\_\_\_ **150**

El Agua En México ..... 150  
Situación actual del agua en el sureste  
mexicano ..... 162  
Condición Socioeconómica y Ambiental Del  
Sureste Mexicano ..... 174  
Situación actual del agua en los municipios de  
las estaciones donde se proyecta el tren  
maya. ....234

**RESULTADOS POR LOCALIDAD** \_\_\_\_\_ **239**

Localidad: Campeche .....239  
Localidad: Escárcega..... 269  
Localidad: Calakmul / Xpujil .....289  
Localidad: Palenque ..... 323  
Localidad: Bacalar .....362  
Localidad: Cancún ..... 404  
Localidad: Felipe Carrillo Puerto ..... 440  
Localidad: Cobá .....462  
Localidad: Playa del Carmen / Riviera Maya .482  
Localidad: Puerto Morelos ..... 514  
Localidad: Tulum..... 542  
Localidad: Tenosique ..... 575  
Localidad: Chichen Itzá .....616  
Localidad: Izamal .....636  
Localidad: Mérida .....658  
Localidad: Valladolid.....697

**CÁLCULOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE CAPACIDAD DE  
CARGA** \_\_\_\_\_ **721**

Características De Las Regiones Hidrológico-Administrativas.....	724
Regiones Hidrológicas del Sureste Mexicano.....	730
Disponibilidad del Agua.....	732
Cobertura de agua potable y alcantarillado Sureste de México .....	734
Plantas Municipales Potabilizadoras y de tratamiento.....	735
Medio Físico de Las Localidades .....	738
Levantamiento de datos socioeconómicos ...	741
Vivienda.....	751
Cálculo de la capacidad de carga y manejo...	754
Actividades turísticas.....	760
Plan de manejo turístico de las localidades .	761
Procesamiento de información final, cálculo e interpretación .....	768
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>777</b>
Índice básico de ciudades prósperas.....	780
ONU hábitat .....	780
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>788</b>
Amenazas para la consolidación de los destinos .....	788
Alternativas para la consolidación de los destinos .....	819
Ruta ODS .....	845
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>849</b>

**LITERATURA CONSULTADA** ..... **850**

Índice de Ilustraciones.....	871
índice de Tablas .....	878
Índice de Gráficas.....	880



*Ilustración 1 Arbol Milenario, Solferino Quintana Roo*

## PRESENTACIÓN

En toda planeación turística debe de existir un estudio de capacidad de carga (CCT). En el mundo este hecho no ha ocurrido; lo que ha provocado deterioro de algunos atractivos, molestia de los pobladores locales y en algunos casos degradación del entorno que ha llegado hasta el grado de riesgo ambiental. Tradicionalmente los estudios de CCT se hacen para áreas definidas como un museo, un parque o un área natural, un espacio controlado donde se puede limitar el acceso, imponer horarios, establecer rutas y limitar el tiempo de estancia. Ser conclusivos en cuanto a la capacidad de carga de un destino pudiera ser pretencioso y hasta cierto punto no factible. Son tantos los factores que determinan el cálculo de la capacidad de atención turística de un destino que finalmente tendremos que concentrarnos en aquellos de mayor relevancia en cuanto al objetivo primordial que es: procurar la calidad de la experiencia del visitante sin afectar negativamente al atractivo, al medio ambiente ni a la población local. La península de Yucatán es una región con muchos atractivos turísticos y una privilegiada ubicación geográfica que le permite ser una de las regiones con mayor potencial de desarrollo turístico en el

mundo. Desde hace 50 años que se fundó el destino Cancún el turismo ha crecido año con año distribuyendo su influjo hacia toda la región. Este hecho se ve como una bendición en cuanto a la derrama económica, pero pudiera llegar a convertirse en un problema si las regiones no cuentan con la capacidad para recibir al número creciente de visitantes. La capacidad de carga es un concepto variable que se modifica en función de la infraestructura de servicios.

El presente estudio pretende ser una fotografía del momento, pero a su vez intentar prever el futuro y hacer recomendaciones para el esfuerzo humano y la inversión. Como se verá con toda claridad el factor definido como el más importante es el agua, su disponibilidad y disposición. El agua y su manejo determinan la capacidad de carga de los destinos de este estudio, actualmente existen deficiencias en los tratamientos para las aguas residuales asunto que se tienen que resolver antes de poder pensar en un crecimiento mayor. La infraestructura tiene que mejorar antes que el volumen de visitantes siga aumentando. Para alcanzar un desarrollo sostenible hay que hacer una pausa en el proceso de crecimiento, planear, invertir y promover los destinos y las regiones de una forma inteligente y estratégica.

## ANTECEDENTES

La Organización Mundial de Turismo define a la capacidad de carga como el número de visitantes y el grado de desarrollo máximo que puede permitirse en un lugar sin que se produzcan situaciones perjudiciales para los recursos, sin causar daño al medio natural, sin daño socioeconómico para la comunidad y para la cultura local, y sin perjudicar el equilibrio entre desarrollo y conservación. (OMT, 1992)

La capacidad de carga es un instrumento para la planificación y gestión turística; permite administrar los destinos turísticos desde un punto de vista integral considerando aspectos sociales, económicos y ambientales; especialmente en destinos potenciales y emergentes. (Morant y Viñals, 2008; citados por Matos y Pérez, 2019:86)

Un destino requiere de infraestructura, no solo para los visitantes, sino también para sus habitantes; y aunado a las necesidades de infraestructura, se requieren recursos que tanto visitantes como habitantes consumen. De igual forma, todo consumo genera un residuo y éste debe gestionarse

adecuadamente a fin de preservar el patrimonio natural que ha convertido un lugar en un destino turístico. Además de realizar los cálculos de infraestructura necesaria, abastecimiento, gestión de residuos y preservación de la riqueza natural, se debe considerar también al capital humano; aquél que se integrará al destino turístico como prestador de algún servicio; pero también aquél que da vida a la comunidad local, que aporta con su estilo de vida diario a la riqueza cultural del lugar.

Un destino turístico exitoso es sostenible; preserva su riqueza natural, cultural y económica realizando un balance entre necesidades y soluciones; es un espacio vivo, fluctuante, que crece y se expande con el paso del tiempo; y que requiere de ciertos lineamientos para que su crecimiento no cause su colapso. Tanto los cálculos de capacidad de carga turística como los indicadores de sostenibilidad turística proporcionan las herramientas necesarias para diseñar planes de desarrollo que permitan preservar los destinos turísticos atractivos y vigentes.

---

## INTRODUCCIÓN

Este estudio de capacidad de carga turística en las localidades donde se ubicarán las estaciones del tren maya integra las dimensiones sociales, económicas y ambientales; considerando la capacidad de manejo de las localidades a fin de poder determinar si este es eficiente y deficiente; y por lo tanto contribuye o reduce la capacidad de carga efectiva de las localidades analizadas.

---

## OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio es determinar si las localidades donde se ubicarán las estaciones del Tren Maya cuentan con la infraestructura municipal requerida para la atención de su población local; a fin de determinar si el manejo actual de su infraestructura puede soportar un incremento en su número de visitantes.

---

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio del presente análisis cubre 16 localidades: Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Tulum, Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Cobá en el estado de Quintana Roo, Escárcega, Xpujil, Calakmul y San Francisco Campeche en el estado de Campeche, Tenosique en el

---

estado de Tabasco, Palenque en el estado de Chiapas, Mérida, Izamal, Chichen Itzá y Valladolid en el estado de Yucatán. Esta región se conoce como la Zona Maya mexicana.

---

## ACCIONES EJECUTADAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

A fin de llevar a cabo el presente estudio se realizó un recorrido físico a las 16 localidades donde se planea ubicar las estaciones del Tren Maya; registrando las necesidades de infraestructura, así como la capacidad de manejo en la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales; además se realizó un registro fotográfico de las observaciones realizadas. Este recorrido fue complementado con el análisis de la literatura académica relacionada a las características biofísicas de las 16 localidades, así como de la región en que estas se encuentran; haciendo énfasis en el capital natural que posee esta zona, así como el impacto que las actividades humanas han causado.

---

## CONCEPTOS

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Los cálculos de capacidad de carga turística utilizan la metodología desarrollada por Cifuentes (1992). Las normas de aplicación de la capacidad de carga turística se basan en aquellas señaladas por Echamendi (2001). La relevancia de realizar estos cálculos se sustenta en la revisión realizada por Matos y Pérez (2019); sobre la capacidad de carga turística y la prevención de problemas ambientales en destinos emergentes. Los conceptos de sostenibilidad turística utilizados en este estudio fueron desarrollados por la Organización Mundial de Turismo (2004) y el Consejo Global de Turismo Sostenible (2013).

### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

El concepto de capacidad de carga está indisolublemente unido al desarrollo local y a la sostenibilidad de los recursos (Echamendi, 2001:28). La Capacidad de Carga Turística es «el número máximo de visitantes que puede usar un espacio sin una alteración inaceptable del medio físico y sin una disminución en la calidad de la experiencia conseguida por

los visitantes» (Mathieson y Wall, 1986, citados por Echamendi, 2001:12)

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La Capacidad de Carga Real (CCR) es el límite máximo de visitas, determinado a partir de la CCF de un sitio, tras someterlo a los factores de corrección definidos en función de las características particulares del lugar. (Tudela y Giménez, 2002, p. 4)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 1 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 2 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica; desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

Es necesario comprender que la capacidad de carga turística no es estática; cualquier modificación de los atractivos, de la comunidad receptora, la tipología del visitante, las medidas de manejo influyen en esta. Además, cada lugar tiene una capacidad de carga turística particular debido al tipo de destino, de turismo y al segmento del mercado que atrae, así como al manejo y las características culturales de la comunidad anfitriona (Morales, 2014).

La capacidad de carga turística requiere una perspectiva integral e interdisciplinaria, que considere los beneficios económicos y sociales de conservar la biodiversidad, que contribuya al mejoramiento de las condiciones de vida y asegure la perdurabilidad del espacio y la calidad del visitante. (Matos y Pérez, 2019:90) Un cálculo exitoso de la capacidad de carga turística identifica las condiciones ambientales, sociales y económicas deseadas por una comunidad y propone estrategias de desarrollo que permitan gestionar la capacidad de carga turística desde el compromiso social. (Vera et al., 1997, citados por Echamendi, 2001:25).

La determinación de la capacidad de carga turística debe complementarse con la estimación de las capacidades de

todas las dimensiones del desarrollo sostenible para conformar la capacidad de carga turística global. La capacidad de carga global es el objetivo hacia donde deberían apuntar todas las metodologías e intentos de poner en práctica este concepto mediante enfoques interdisciplinarios que busquen la combinación de estudios cuantitativos y cualitativos, de manera que representen la variabilidad y la armonía que persigue la sostenibilidad. (Matos y Pérez, 2019:95)

La capacidad de carga turística es indispensable para el desarrollo sostenible; debe utilizarse en su gestión para garantizar el equilibrio entre los usos turísticos, la conservación del patrimonio natural y cultural y la satisfacción de los turistas y la población anfitriona. Determinar la capacidad de carga turística previene los problemas ambientales que genera el turismo; se puede adaptar y aplicar en diferentes destinos, sean consolidados o emergentes; en cualquier etapa del ciclo de vida y desde cualquier dimensión del desarrollo sostenible. (Matos y Pérez, 2019:95)

Existen 4 factores que dificultan el cálculo de la capacidad de carga turística:

1. Cada usuario genera distinto tipo de impacto por lo que no se puede determinar una carga numérica del lugar visitado.
2. La actividad turística implica la existencia de un sector empresarial que, como cualquier otro, en general, establece cierta distancia con las regulaciones
3. La responsabilidad de los destinos turísticos respecto a la calidad de sus recursos está poco delimitada.
4. La capacidad de carga pretende ser una respuesta al crecimiento desmesurado, pero que, también, se puede percibir como una posible pérdida de beneficios potenciales para el sector turístico. (Butler 1997, citado por López Bonilla, 2008)

---

#### CAPACIDAD DE CARGA SOCIAL

Para que el estado pueda ofrecer un servicio turístico de calidad y lograr atraer la inversión privada, es necesaria la participación de la comunidad local; ya que así se puede contribuir al desarrollo del sector y aprovechar mejor los beneficios; por lo que es relevante conocer la opinión que tienen sus habitantes sobre el impacto que genera el turismo en su localidad, con el objetivo de armonizar las acciones gubernamentales con los objetivos públicos, para

aprovechar los beneficios que produce el turismo. (Aguilar, 2016)

A fin de que un destino alcance su máximo potencial, además de calcular la afluencia turística, se debe calcular el bienestar que generó la actividad turística. La Capacidad de Carga Turística está definida también por la capacidad de la población local de organizar y orientar el desarrollo turístico; así como definir qué productos y servicios mejor se adaptan a las necesidades de la población local, quienes además deben ser los máximos beneficiarios del proceso turístico; considerando también a las próximas generaciones.



*Ilustración 2 Ambulantaje en zona arqueológica de Palenque*

---

## SOBRECARGA TURÍSTICA

El crecimiento turístico puede llevar a conflictos respecto al uso del espacio por residentes, comunidades, visitantes diarios y visitantes con pernocta. Aunque el término de sobrecarga turística se está vinculando mucho en ciudades, la realidad es que incluso está afectando a sitios rurales, zonas arqueológicas, centros históricos y áreas naturales protegidas. Ha sido tal el impacto negativo de la sobrecarga turística que publicaciones importantes se han referido a él como una afectación en destinos como: Venecia, Barcelona, Duvrobnik, Taj Mahal, Galápagos, La Gran Muralla China, Santorini, Machu Pichu, Cinque Terre, El Monte Everest, entre otras.

La sobrecarga turística está íntimamente relacionada con la Capacidad de Carga, que describe el máximo número de visitantes que un destino puede tolerar sin llegar a la saturación, que se refiere al momento en que demasiados turistas visitan un mismo destino. Aunque la sobrecarga turística, y el exceder la capacidad de carga es indeseado, existen destinos que tienen millones de visitantes sin llegar

al sobrecarga turística (Londres o Las Vegas por ejemplo), en demasiadas ocasiones la sobrecarga turística aplica a destinos que atraen visitantes de otras localidades por un solo día.

La sobreexplotación o sobrecarga turística sucede cuando los movimientos de las personas exceden el nivel aceptable para el medio ambiente físico y humano de la zona de acogida o destino. (OMT, 1992, citado por Echamendi, 2001)

La sobrecarga turística es uno de los principales factores de destrucción del patrimonio (Antonini, 2009). La incorporación del medio rural al turismo determina la exigencia de prevenir los impactos ambientales, especialmente en destinos potenciales y emergentes; como ya se observan estos impactos en destinos maduros y consolidados (González, 2010, citado por Matos y Pérez, 2019). La sobrecarga turística causa que los flujos turísticos se reduzcan al ser evidente una disminución en la satisfacción de la experiencia adquirida por el visitante (O'Reilly citado por Echamendi, 2001)

## CONSECUENCIAS DE LA SOBRECARGA TURÍSTICA

La capacidad de carga ecológica define límites al nivel de desarrollo turístico o actividad recreacional, en base a la consulta de expertos, sobre los cuales el medio ambiente se deteriora (Watson, 1996); y la capacidad de carga social (OMT, 1998), se determina a partir de juicios de valor, siendo utilizada para definir niveles de privacidad, estándares de comportamiento de los visitantes, niveles de contacto entre la población local y los turistas. Incumpliendo cualquiera de estos parámetros se estará generando una sobrecarga turística. La sobrecarga turística genera el deterioro del valor ambiental del territorio. Esto es más evidente en la zona costera, donde la concurrencia de una multiplicidad de usos da como resultado el colapso de las unidades ambientales. (Cortés, 2009)

La sobrecarga turística tiene efectos nocivos sobre el medio ambiente en el que se presenta. En la Riviera Maya tienen documentado el efecto de la sobrecarga turística de la actividad de nado con tortugas, causando que las tortugas

se alejen de la zona cuando hay turistas, demeritando la calidad de la actividad turística.



Figura 3. Registro promedio de Tortugas Marinas marcadas con sensores acústicos en 24 horas, versus la cantidad de turistas en tour de snorkel en la bahía de Akumal.

*Ilustración 3 Estudios sobre efectos del sobreturismo y el comportamiento animal en la bahía de Akumal © Penie, Lozano & Slater (2014)*

## LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

### GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para pensar en desarrollo turístico necesariamente hay que empezar por un plan de gestión de residuos. Todos los pueblos, comunidades y ciudades deben tener resuelto el manejo de la basura para sus habitantes antes de emprender en un proceso de desarrollo del potencial turístico. En este sentido para que un destino tenga factibilidad turística y potencial de crecimiento tiene que

poseer capacidad excesiva en su sistema de gestión de residuos, de no ser así la llegada de visitantes va a generar un mayor problema y por lo tanto es indeseable y no factible.

En La Península de Yucatán se ha detectado que solo las ciudades grandes tienen un relleno sanitario adecuado donde exista el tendido de geomembrana impermeable y cuente con canales y bombeo para el manejo de los líquidos lixiviados. En las poblaciones menores la práctica son los tiraderos a cielo abierto que no implican ninguna gestión de los desechos y son simplemente logísticas de transporte desde las zonas habitacionales o urbanas hacia el sitio del tiradero.

A través de verificaciones a los rellenos sanitarios existentes se detectó que incluso aquellos que fueron instalados con geomembrana en muchos casos está se encuentra rota o bien desmontada.

En el diagnóstico de Capacidad de Manejo para cada destino se hace un análisis de la capacidad de gestión de residuos, pero en términos generales se puede afirmar que en el mayor de los casos los sistemas han sido rebasados o son inadecuados. Por lo anterior en todo plan de desarrollo

turístico se tiene que contemplar mejorar la infraestructura sanitaria, construir o rehabilitar los terrenos utilizados como rellenos o tiraderos y de esa manera abrir espacio y oportunidad para la recepción de visitantes.



*Ilustración 4 Basurero de Valladolid, Yucatán. ®*

---

## CONTAMINACIÓN DEL AGUA

El agua de mala calidad aumenta el riesgo de enfermedades, en el mundo mueren de seis a ocho millones de personas al año por enfermedades relacionadas con el agua (cólera, tifoidea, dengue, etc.). De ellas, 1.5 millones son niños (CONAGUA, 2015). La calidad del agua se determina mediante la caracterización física, química y bacteriológica de muestras de agua y su comparación con normas y estándares de calidad a nivel nacional o internacional. De esta forma se puede identificar si el agua es idónea para los requerimientos de calidad asociados a un uso determinado; por ejemplo: el consumo humano o el ambiente, y en su caso, los eventuales procesos de depuración requeridos para la remoción de elementos indeseables o riesgosos (ONU, 2016). El deterioro de la calidad del agua ocurre por procesos naturales o antropogénicos.

La calidad de agua es otro de los grandes problemas en México. Una vez que el agua ha sido utilizada se devuelve

contaminada a la naturaleza. Históricamente, el agua ha sido considerada como vehículo para el transporte de desechos.

Casi todos los cuerpos de agua superficiales importantes del país están contaminados.



*Ilustración 5 Río Chacamax, Palenque ©*

Los contaminantes principales son plaguicidas y fertilizantes provenientes de la agricultura, metales pesados y sustancias tóxicas de la industria, materia orgánica y contaminación bacteriológica de las aguas negras domésticas y tóxicos de las fábricas conectadas al alcantarillado. Un aspecto importante para considerar es que una vez contaminado un acuífero se vuelve prácticamente imposible su remediación, debido a los elevados costos de tratamiento y/o a lo complejo de remover los elementos. Situación aún más grave en los acuíferos kársticos, donde debido a su complejidad geomorfológica se vuelve casi imposible eliminar la contaminación. Es por esto que la mejor alternativa económica y ambiental es invertir en la prevención de la contaminación en lugar de la remediación.

La contaminación de los cuerpos de agua en México es producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico, industrial, agrícola, pecuario o minero. A finales del año 2010, más de

70% de los cuerpos de agua del país presentaba algún indicio de contaminación (EAM, 2011).

---

#### TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Debido a las características Cársticas de la Península de Yucatán el tratamiento de las aguas residuales es uno de los aspectos más delicados para el crecimiento poblacional y para la capacidad de carga turística de los destinos.

Los atractivos turísticos más relevantes son relacionados al uso recreativo y estético del agua: dígase Mar, Lagunas, Cenotes, sin éstas bellezas naturales que representa el agua, la actividad turística sería limitada. El cuidado del agua no solo es un factor de subsistencia vital, también es el principal patrimonio turístico de la región.

El tratamiento de las aguas residuales tiene que ser el eje transversal, la infraestructura indispensable y necesaria para poder pensar en crecimiento poblacional y turístico. Si bien existen sistemas públicos de tratamiento de aguas existe la constante en toda la región de que los pobladores no se conectan al drenaje y no se cuentan con mecanismos de

verificación o sanción. La mayor parte de los destinos de estudio tienen sistemas de tratamiento limitados, pero la falta de conexión provoca que en muchos casos las aguas residuales se vayan sin tratamiento directamente al manto freático.

La costumbre de los pueblos hasta hace poco era depositar las aguas residuales en cualquier cavidad en la tierra, esta práctica provocó que la gran mayoría de las viviendas estuvieran provocando contaminación. La situación se ha agravado con el crecimiento a tal grado que el agua bajo los centros urbanos tiene altos niveles de contaminación. A excepción de Cancún, que era una ciudad planeada, el resto de los destinos han crecido sin haber solucionado a plenitud la falta de sistemas de drenaje y tratamiento de aguas residuales. Hay casos evidentes y de alto riesgo ambiental como son en Playa del Carmen, Tulum y el mismo Bacalar en los cuales el crecimiento poblacional y turístico ha sido tan acelerado que los efectos del tratamiento insuficiente de las aguas residuales se ha manifestado en focos de

contaminación en sus costas, que son el principal atractivo turístico. Al no tratar de forma adecuada las aguas residuales se corre el riesgo de perder el atractivo turístico de aquellos destinos donde es el agua recreativa y estética el atractivo.

---

#### SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En las zonas rurales se han promovido dos sistemas: Baños secos y biodigestores, esto para evitar que las descargas vayan directamente al suelo. Zonas sin drenaje que han tenido desarrollo turístico han tenido que invertir en sistemas de tratamiento privados. Por ejemplo: la zona hotelera de Tulum no tiene drenaje público así que todos los hoteles tienen que instalar su propia planta de tratamiento, pero tampoco hay servicio de CFE por lo cual muchos de los sistemas instalados son ineficientes ya sea por: falta de espacio para el tratamiento, o falta de procesos lo cual significa que las aguas residuales semi-tratadas son vertidas al subsuelo, al mangle y al mar. En la Riviera Maya por ejemplo donde tampoco hay drenaje público los grandes

hoteles han invertido en plantas más sofisticadas de tratamiento.

La constante es que mientras mayor es la inversión en infraestructura de saneamiento mejores son los resultados y mayor es la capacidad de carga de un destino. Hay muchos destinos, dígase ciudades, hoteles o atractivos turísticos que carecen de sistemas suficientes y adecuados para tratar sus aguas. Cada establecimiento lo ha resuelto de una u otra manera, pero existe la sospecha que el crecimiento poblacional y turístico sin una inversión paralela en saneamiento está provocando niveles de contaminación de no son sostenibles.

---

#### CCT EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La fragilidad de las costas, cenotes, lagunas y ríos convierten al tema del tratamiento de aguas residuales el factor crítico para determinar la capacidad de carga turística de los destinos. Primero que nada, los poblados y ciudades tienen que garantizar que todos los pobladores y negocios cuenten con algún sistema adecuado de tratamiento de sus aguas, una vez que esto se dé se tiene que ampliar la capacidad de tratamiento para poder pensar en convertir al destino en un atractivo turístico con capacidad de recepción de visitantes. De acuerdo con los distintos factores que pueden determinar la capacidad de carga turística en la Península de Yucatán viene siendo la capacidad de tratamiento de aguas residuales el factor crítico que determine la Capacidad de carga efectiva. Si bien a través de las prácticas nocivas de verter aguas sin tratamiento directamente al suelo pudiera permitir recibir a enormes cantidades de visitantes, el hecho es que estas prácticas no son sostenibles y llevarán eventualmente al colapso, no solo

de los atractivos de agua sino también a una eventual contaminación de la fuente de abastecimiento de agua potable.



*Ilustración 6 Planta de Tratamiento Palenque ®*

---

#### SOBRECARGA TURÍSTICA EN ZONAS ARQUEOLÓGICAS.

Las Zonas Arqueológicas de Chichen Itzá y Tulum son el perfecto ejemplo de sitios con sobrecarga turística, en ambos casos su popularidad ha ido creciendo y son destinos de visita obligada para los visitantes a Cancún y la Riviera Maya. El aforo de visitantes por día depende mucho de la temporada del año, siendo invierno la más concurrida, pero en ambos casos se llega a sobrepasar la cifra de 10,000 visitantes en un solo día. Aunque son sitios muy populares y reconocidos lo cierto es que la calidad de la experiencia del visitante ha ido en detrimento en función de las aglomeraciones y filas en la taquilla, entrada, frente a estructuras emblemáticas, baños, sombra.

En estos casos es recomendable de manera inmediata que se haga una reingeniería del programa de visitas donde se amplíe la infraestructura, en particular la de baños y tratamiento de aguas. Para ello se recomienda crear horarios de visita de tal manera que no todos los tour operadores lleguen al mismo tiempo, sino con tiempos

espaciados para que la experiencia de cada grupo sea mejor. También se sugiere que se invierta en tecnología que permita la dispersión del visitante dentro de la extensión del sitio, evitando conglomeraciones que impidan el flujo y la movilidad de los visitantes. En ambos sitios ya se practica la extensión de horarios misma que se tiene que promover e incentivar para la mejor dispersión del volumen. Es un tema difícil y de compleja aplicación, pero necesario para lograr mantener la experiencia satisfactoria y el nivel de atractivo.



*Ilustración 7 Sobrecarga turística © Antonio Matero*

## ACCIONES A FAVOR DEL FORTALECIMIENTO TURÍSTICO

### BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Para minimizar los efectos negativos del desarrollo poblacional en los destinos se recomienda difundir mejores prácticas de consumo y disposición de residuos. Todos los desechos, la basura, provienen de lo que se compra, del abastecimiento. En esta cadena es crítico que lo compradores sean más responsables y eviten los productos con empaques excesivos para así producir menos basura.

Hay que minimizar el deshecho, ¿Cómo? La primera práctica es separar los desechos orgánicos de los inorgánicos con esto la basura inorgánica es limpia, no produce lixiviados, es de fácil manejo y facilita su separación. Los residuos orgánicos se pueden utilizar para hacer composta o producir gases o hasta generar electricidad en biodigestores.

Los residuos inorgánicos se tienen que separar en sujetos a reciclaje o reuso y los que no lo son, estos últimos son los únicos que tendrían que ir al relleno sanitario. Hay que aplicar la regla de las 3-R: Reducir, Reusar y Reciclar.

---

## CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL

Demasiados proyectos turísticos han fracasado por una falta de sensibilidad ambiental por parte de los pobladores. Puede haber sitios hermosos, pero sin un plan de gestión que terminan llenándose de basura, contaminantes, tala y otras malas prácticas. Para que un destino pueda desarrollar su potencial turístico es importante un pacto social en el cual los miembros de la comunidad en conjunto con las autoridades establezcan mecanismos y reglas definidas para evitar que en las áreas públicas haya basura. En el caso de la región del presente estudio se ha observado que en general los pobladores de la mayor parte de los destinos con potencial turístico carecen de esta sensibilidad y por lo tanto existe una falta de participación ciudadana tan necesaria para lograr que las áreas públicas se mantengan limpias.

Previo a cualquier intento por incrementar el flujo turístico se recomienda hacer campañas de sensibilización, de educación ambiental, para conseguir que la sociedad en su conjunto sea un actor activo en este trabajo que es permanente y constante. Los municipios tienen la responsabilidad de generar los sistemas adecuados para la

disposición final de los desechos, pero es sin duda la población quienes, a través de mejores prácticas, llevar al éxito los esfuerzos. Sin una población sensible y activa no hay sistema de gestión de funcione, por ellos es que hay que emprender campañas estructuradas de educación ambiental.



*Ilustración 8 Sensibilización Ambiental, Bacalar.*

---

## SOSTENIBILIDAD TURÍSTICA

La sostenibilidad consiste en ajustar los flujos de producción y consumo a la capacidad de regeneración del capital natural; entendiendo que el desarrollo socioeconómico depende de los ecosistemas, y no a la inversa; priorizando el hábitat y sus recursos por encima de las utilidades que de éstos puedan obtenerse. (Camacho et al, 2016:158)

Existe una relación directa entre calidad turística y conservación del territorio; los impactos negativos sobre el entorno natural ponen en peligro no solo los valores ecológicos de las zonas, sino también su propio potencial turístico, porque un sitio deteriorado es un sitio no frecuentado por los turistas y pierde competitividad (López y Andrés, 2000 citado por Matos y Pérez, 2019:81). La planificación de un destino debe prever el grado de afectación que el turismo pueda causar en el ambiente; promover un desarrollo que defina las áreas adecuadas para el turismo; y en estas áreas establecer controles que eviten

que se exceda la capacidad de carga turística. (Matos y Pérez, 2019:86)



*Ilustración 9 Akalki, Bacalar, ®*

El desarrollo de un destino turístico implica un proceso de cambio de gestión a largo plazo en todos los niveles del destino, para mejorar la calidad de vida de las poblaciones locales y preservar la identidad cultural de los destinos turísticos (Sati, 2018 citado por Matos y Pérez, 2019:81) El desarrollo turístico sostenible no solo implica la conservación de los recursos y la corrección o minimización

de los posibles impactos, sino que se trata de asegurar la identidad del destino y de convertirse en el referente cualitativo para los consumidores (Ávila y Barrado, 2005 citados por Matos y Pérez, 2019:90). El turismo sostenible es un enfoque positivo orientado a la reducción de las tensiones y conflictos creados por las interacciones complejas entre la industria turística, los visitantes, el entorno y la comunidad anfitriona (López Bonilla, 2008).

La Organización Mundial del Turismo (1999) establece que el turismo debe desarrollarse y gestionarse de forma controlada, integrada y sostenible, a fin de preservar el destino para su disfrute futuro. Los Criterios Globales de Turismo Sostenible para Destinos Turísticos se concibieron como el principio de un proceso para convertir la sostenibilidad en práctica estándar para todas las formas de turismo. (GSTC, 2013)

En Septiembre del 2018 La Organización Mundial del Turismo publicó el reporte de Sobrecarga turística y como

tratarlo. En él destaca la importancia de ver al turismo desde un contexto local y detalla las estrategias para afrontarlo:

- Promover atracciones de menor atractivo en un destino.
- Regular el número de visitantes estableciendo horarios de visita
- Mejorar la segmentación de mercado.
- Garantizar beneficios a la comunidad local, especialmente mediante trabajos especializados y la participación local en el desarrollo turístico.
- Creación de infraestructura con cualidades que beneficien a turistas y población local
- Que la infraestructura pública esté en mejora continua (Transporte, Agua, Basura)
- Tomar en consideración a la población local e involucrarlos en los procesos de desarrollo e infraestructura

- Informar y sensibilizar a los visitantes referente a las regulaciones, normatividad y valores locales
- Utilizar controles de logística basados en nuevas tecnologías.

La Empresa consultora Mc Kinsey establece que para prevenir la sobrecarga turística es necesario enfocarse en cuatro prioridades:

- 1- Crear Bases de Datos comprensibles.
- 2-Establecer una estrategia de desarrollo sostenible mediante planeación a largo plazo.
- 3-Involucrar a todos los sectores de la sociedad.
- 4- encontrar medios de financiamiento.

Adicionalmente, la comunicación sistemática y las relaciones públicas son esenciales. Las metas, las mediciones, los éxitos y los fracasos de las administraciones locales de turismo tienen que hacerse públicas y transparentes para los habitantes para que de las instituciones relevantes y competentes se involucren.



*Ilustración 10 Sello Colectivo Calakmul, ejemplo de gobernanza.*

---

#### INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD TURÍSTICA

Los indicadores de sostenibilidad turística son herramientas de medición cuantitativa y cualitativa que permiten evaluar la tendencia de un destino hacia el alcance de la sostenibilidad y sus impactos sobre el ambiente, las comunidades y los recursos económicos generados; y de acuerdo con la OMT, son necesarios para conservar y proteger los recursos naturales y la identidad cultural de las comunidades locales, así como para mantener la competitividad del destino (OMT, 1996: 74).

Las propuestas actuales de índices de sostenibilidad a nivel mundial se fundamentan en lo establecido por la OMT y han sido adaptados por las instituciones del sector en cada país. En México, la norma NMX-AA-133-SCFI-2013 (2014) establece los requisitos y especificaciones de sustentabilidad del turismo de naturaleza para la certificación de la actividad en su aproximación al desempeño sostenible de los destinos. (Camacho et al, 2016:162)



*Ilustración 11 Ejemplo de Vinculación multisectorial sostenible*

El índice de Capacidad de Carga cumple con las características de un indicador; aunque al tratarse de un índice compuesto (OMT, 1995), conformado por al menos seis índices básicos con variables de respuesta cuantitativas y cualitativas, se dificulta su medición (Camacho et al, 2016:162). En términos estadísticos, es el número de visitantes que pueden darse en un lugar a cualquier hora punta o durante un año sin que resulte en una pérdida de atracción o en daños para el medio ambiente (OMT, 1992). Si la evaluación de los indicadores de sostenibilidad turística es regional, entonces, además de la existencia de un padrón de destinos evaluados, debe haber una categorización de los destinos con respecto a atributos semejantes o bien con respecto al tipo de ecosistema que comparten entre ellos para ser comparados. (Camacho et al, 2016:166).

---

#### TURISMO DE NATURALEZA

La preservación del planeta exige que se mantengan las áreas naturales máspreciadas mediante la promoción de modelos que procuren un turismo responsable. El turismo de naturaleza se ha posicionado muy bien como actividad económica significativa, hasta llegar a ser uno de los sectores más productivos para los países en desarrollo y crecer a ritmo acelerado en los países que cuentan con una alta biodiversidad (Choi y Sirakaya, 2006; citado por Matos y Pérez, 2019:85). El turismo de naturaleza ofrece el mayor potencial para integrar las dimensiones de la sostenibilidad. (Camacho et al, 2016:158)

El turismo alternativo “ayuda a diversificar la oferta y [a] orientarla hacia destinos diferentes a los de playa, poniendo en valor el enorme abanico de atractivos naturales y culturales que existen en el mundo” (Vanegas, 2006:09) La planeación y diseño de destinos de esta naturaleza se sustenta en el conocimiento de los recursos naturales y

socioculturales de las comunidades locales para establecer límites de uso (Vanegas, 2006:27).

El turismo en áreas naturales con fines recreativos incluye categorías muy diferentes “en cuanto a su integración ambiental y su relación con lo natural, que van desde las más convencionales e impactantes a otras compatibles e integradas en la naturaleza, de forma que, incluso, pueden contribuir a su conservación” (Flores, 2007, p. 178 citado por Matos y Pérez, 2019:85). Esta tendencia emergente hacia el turismo natural puede llegar a convertirse también en un incentivo para las comunidades receptoras en la medida en que perciban directamente los beneficios económicos de la actividad turística por medio de la prestación de servicios para los visitantes. (Matos y Pérez, 2019:88).

El modelo de turismo alternativo busca la diferenciación del producto con respecto a otros lugares; pues son los turistas quienes establecen su itinerario, “a diferencia del turismo tradicional, en el que el viaje es preestablecido y no se

interactúa con la población local” (Bringas y Ojeda, 2000, p. 382; citados por Matos y Pérez, 2019:89).

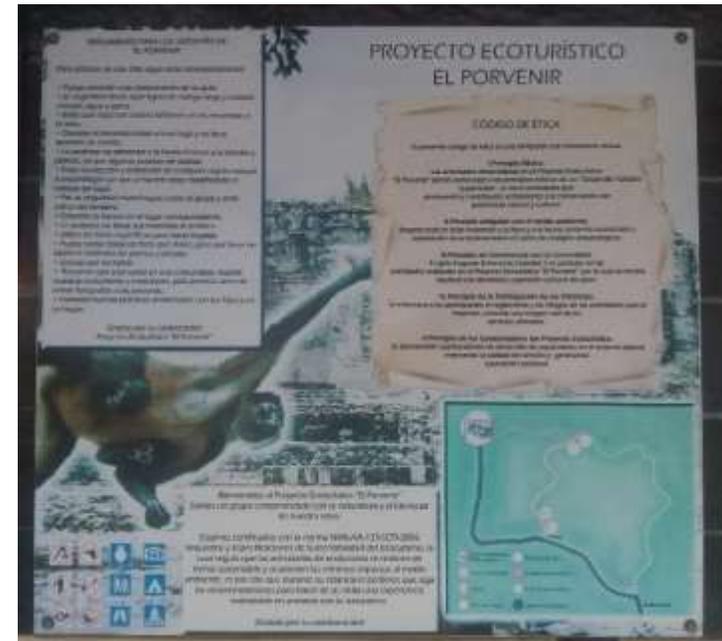


Ilustración 12 Ejemplo de Proyecto Ecoturístico.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: ZONA MAYA Y CARIBE.

### PRINCIPALES DESTINOS TURÍSTICOS DE LA ZONA MAYA Y EL CARIBE MEXICANO.



*Ilustración 13 Ubicación de las localidades analizadas*

#### DESTINOS DE SOL Y PLAYA

Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Tulum y Bacalar, además de las islas Holbox, Contoy, Cozumel e Isla Mujeres.

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

#### ZONAS ARQUEOLÓGICAS

Chichen Itzá, Tulum, Cobá, Xpujil, Calakmul, Palenque, Pomoná en Tenosique y en la zona cercana Bonampak y Yaxchilán. Entre Mérida y Campeche se encuentra la Ruta Puuc con Uxmal, Kabah y Labná; y en Xpujil podemos encontrar Becán, Hormiguero, Balamku, Chikaná, y desde la ciudad de Campeche se puede visitar Edzná.

#### CIUDADES COLONIALES

Mérida, Valladolid, Izamal, Felipe Carrillo Puerto y Campeche.

#### PUEBLOS MÁGICOS

Bacalar, Izamal, Tulum, Palenque, Valladolid.

#### DESTINOS DE NATURALEZA

Las reservas de la biósfera de Sian Ka'an, Calakmul, Los Petenes, Celestún, Ría Lagartos, del Tiburón Ballena y el Caribe Mexicano.

## VOCACIÓN TURÍSTICA DE LA REGIÓN

El turismo está adquiriendo una gran importancia como alternativa económica que pueda promover el progreso de la población local, por ende, se configura como una oportunidad idónea para mejorar su bienestar y se ha convertido en un factor que contribuye a la conservación de los recursos naturales y socioculturales. Matos y Pérez (2019) establecen que antes de incorporar un territorio al turismo es fundamental realizar estudios previos, como la evaluación de la capacidad de carga turística de las diferentes áreas en la planificación territorial, así como implementar programas de sensibilización, capacitación y formación en educación ambiental formal e informal, para fomentar el conocimiento y el respeto por los recursos y por el patrimonio natural y cultural de las áreas rurales. Además, se debe promover la participación de todos los grupos de interés relevantes, incluidos los residentes como grupo clave en el proceso (Moral et al., 2017, citados por Matos 2019)



*Ilustración 14 Vocación turística de la región ©*

El turismo es una de las actividades económicas con mayor potencial para contribuir al desarrollo de un país, región o territorio; este genera un gran impacto social, así como una serie de interrelaciones e intercambios, que trae consecuencias económicas, ecológicas, territoriales, culturales, productivas y en las formas de vida de determinada sociedad (Coronel et al, 2007; Almeida y De Souza, 2003; Simancas, 2006 citados por Pérez-Colmenares, 2017).



*Ilustración 15 Zona Arqueológica Palenque. ©*

En la península de Yucatán el turismo ya aporta un porcentaje importante del PIB regional; sin embargo, la captación turística se concentra en tres polos o destinos, desfavoreciéndose la dispersión de la derrama en la zona sur y centro de la península, la cual también es rica en atractivos turísticos, pero carece de la infraestructura necesaria y la conectividad para aprovechar su desarrollo.

La vocación turística de la Península de Yucatán es evidente y ha sido comprobada por los indicadores turísticos que desde hace 40 años se llevan. Cancún fue el gran proyecto

integrado, planeado para la recepción de turistas de todo el mundo. El principal atractivo son las playas del Caribe Mexicano, con sus más de mil kilómetros de franja costera. Cancún se construyó con una amplia infraestructura de servicios: Aeropuerto, hoteles, restaurantes, sistema de abastecimiento y tratamiento de aguas, sistemas de disposición de basura. En su diseño Cancún fue pensada para ser el atractivo más importante del país, condición que se logró y superó las expectativas.



*Ilustración 16 Duna Costera, Puerto Morelos. ©*

Las hermosas playas del Caribe Mexicano se han posicionado como unas de las más atractivas del planeta por lo cual el destino Cancún se ha convertido en una aspiración. Este éxito turístico provocó que la zona hotelera llegara a estar prácticamente en su máximo límite de número de hoteles lo cual provocó que las inversiones hoteleras se comenzaran a extender a lo que hoy llamamos la Riviera Maya, que es esa franja costera desde Puerto Morelos hasta Tulum. La Riviera Maya ha duplicado la capacidad hotelera del Caribe Mexicano, en conjunto con Cancún en el corredor turístico se cuentan con más de 70,000 habitaciones que en los últimos años han tenido una ocupación promedio de alrededor del 80%. Con conexiones aéreas a las de 100 ciudades en el mundo el aeropuerto de Cancún se ha convertido en el más importante del país, lo que no solo ha convertido a Cancún en el principal receptor de turistas, sino que el mismo aeropuerto es un centro logístico que muchos viajeros tienen que utilizar para traslados a otros destinos del país y de América. En el año 2018 se registraron 25 millones de pasajeros en el aeropuerto internacional de Cancún.

Si bien Cancún y la Riviera Maya (Puerto Morelos, Playa del Carmen y Tulum) son los principales destinos turísticos en la región y el país, también se cuenta con un importante potencial que no necesariamente es de sol y playa como ya se ha comprobado con las Zonas Arqueológicas como Chichen Itzá, Tulum y Palenque, o los centros Históricos de Valladolid, Izamal, Mérida y Campeche; así como el potencial turístico de los Ríos Mayas en Tabasco y la frontera con Chiapas y Guatemala.

Los atractivos con que cuenta la península de Yucatán son muchos: Cuenta con cerca de 2,000 kilómetros de líneas costeras abarcando el Mar Caribe, el estrecho de Yucatán y el Golfo de México, sin mencionar las extensiones de caletas, rías, bahías e islas. La Península cuenta con una cantidad inmensa de vestigios arqueológicos, entre los cuales se tienen algunas de las zonas más reconocidas del mundo maya como son: Uxmal, Coba, Edzná, Chichen Itzá, Tulum, Muyil, Calakmul, Kohunlich, Chacchobén y Palenque por mencionar algunas. Se cuentan con ciudades coloniales

muy bien preservadas, tal es el caso de Campeche, Mérida e Izamal; así como innumerables fiestas y tradiciones, una cultura viva representada por los descendientes de la cultura maya quienes hasta hoy mantienen su lengua y costumbres.



*Ilustración 17 Atardecer en Río San Pedro, Tabasco. ®*

La Península de Yucatán es una de las regiones mejor preservadas del país, en ella aún se cuenta con ecosistemas sanos y extensos donde habitan especies como el puma y el jaguar, existen corredores Biológicos y Áreas Naturales

Protegidas en la selva y en el mar. Se cuenta con un sistema hidrológico donde hay gran número de lagunas y los caprichosos cenotes y ríos subterráneos, únicos en el mundo, de una belleza extraordinaria.

Las virtudes y atractivos turísticos de Yucatán son muchísimas, el potencial es inmenso, pero para lograr desarrollarlo es importante lograr la diversificación del producto y la segmentación del cliente. Actualmente la gran mayoría de los visitantes permaneces en la franja Cancún-Riviera Maya y a lo mucho hace viajes de un solo día para conocer alguno de los atractivos que se encuentran a distancia de excursión de un día.



*Ilustración 18 Cenote Yaax Ha, Tenosique Tabasco ©*

Se puede decir que el rango de influencia de la área turística Cancún-Riviera Maya abarca las Islas de Cozumel, Isla Mujeres y Contoy, las áreas naturales protegidas de Sian Ka'an, Gran Caribe Mexicano, Otoch Ma'ax Yetel Kooh.

Basta ver un listado de excursiones de un día desde cualquier hotel en la playa y veremos que se puede visitar Tulum, Coba, Chichen Itzá, Valladolid, Cenotes, Ría Lagartos, Holbox entre otros.



*Ilustración 19 Garza Verde. ©*

Un área turística según la Secretaría de Turismo se define como:

“Extensión de dimensiones variables compuesta de atractivos turísticos unidos y próximos unos a otros, que

además cuenta con una red de transporte que los intercomunica. Está constituida por un espacio geográfico determinado, en el que se concentran varios lugares de atracción de tipo homogéneo o complementario. Debe contar con atractivos turísticos relativamente contiguos y de categorías y jerarquías variables y comprende, generalmente, uno o varios centros urbanos de cualquier magnitud, y además cuenta con una red de transporte que los intercomunica.” (Sectur, S/F)

Por lo tanto se puede afirmar que el área Cancún-Riviera Maya en la práctica abarca hasta Chichen Itzá, Valladolid y Coba ya que todos estos atractivos se encuentran en un rango de visita de un día de distancia.

El reto para la región será distribuir de manera más homogénea el turismo, encontrando la vocación de cada zona. Para el presente análisis se establece a cada estación del Tren Maya como un posible destino turístico. Hay municipios muy definidos como puede ser Mérida, Izamal o Campeche, pero hay otros cuya vocación tiene que

encontrarse y definirse, tal es el caso de municipios como Tenosique o Escárcega.

Lo que hay que tener en claro es que una obra de infraestructura como es un tren no necesariamente es un atractivo turístico por sí, lo que el tren facilita es la movilidad, mejora el transporte, lo que sí puede representar una oportunidad para desarrollar el potencial turístico de los destinos y las regiones



*Ilustración 20 Cabaña tradicional, Tenosique, Tab. ©*

## CARACTERÍSTICAS DE LOS TURISTAS

Existen tantos tipos de turistas como personas hay en el mundo, cada individuo, familia o grupo elige su forma particular de viajar. Las vacaciones son la recompensa por un año de trabajo, son el tiempo más importante para conocer y disfrutar de la vida, por ellos los turistas por lo general planean muy bien sus viajes según sus deseos e intereses. Cada nacionalidad a su vez tiene sus gustos y necesidades particulares en gran medida basados en sus costumbres, por ello la industria turística tiene que ser flexible en su capacidad de servicio pues siempre tiene que estar preparada para adaptarse a las necesidades del cliente. Para este trabajo trataremos de definir los diferentes tipos de turistas que viajan hacia algún destino de la Península de Yucatán.

---

### TURISTA DE AGENCIA DE VIAJES

Este es el tipo preponderante que llega a Cancún y se hospeda en el corredor Cancún-Riviera Maya. Compra su viaje a través de alguna agencia de viaje y obtiene

descuentos por comprar avión y hotel en conjunto. En muchas ocasiones también adquieren en el paquete alimento, entretenimiento y hasta transporte incluido, por ello este turista está comprometido a un itinerario y la principal razón de viajar a la zona es para disfrutar de la playa y aprovechar lo que el paquete le incluye. Por lo tanto es un turista que no gasta fuera de la agencia, esta cautivo por los representantes que fungen como sus anfitriones, no es candidato para experimentar una noche fuera del hotel, no sale a restaurantes y compra expediciones de un día a través de su agencia de viaje.

---

### EXCURSIONISTA

Se refiere al turista que hace una expedición de un día. Partiendo del destino base de la pernocta el expedicionista compra servicios de tours comercializados por agencia de viaje y operado por tour operadores. Desde el corredor turístico del caribe mexicano las expediciones se realizan hacia atractivos como: Zonas Arqueológicas, Parques

Temáticos, Áreas Naturales Protegidas o bien para hacer recorridos de actividades especializadas como pueden ser: Snorkel, espeleología, buceo, actividades acuáticas, moto, bici, caminata, recorridos rurales o culturales. Existe una gran cantidad de expediciones en todos los destinos con volumen turístico, pero la zona de la Riviera Maya cuenta con un enorme catálogo, lo que la convierte en una región sumamente atractiva contra otros destinos de playa. Las expediciones complementan y enriquecen al destino.

---

#### TURISTA DE GRUPOS, EVENTOS Y CONVENCIONES

Este un tipo de turismo es organizado por agencias especializadas, generalmente se compone de ejecutivos de empresas o sectores empresariales que viajan a un destino para reuniones de trabajo o por incentivos (premios). Este turismo requiere servicios de primera con capacidad de manejo de grupos numerosos. Aunque las playas pueden ser elegidas también es común que estos grupos se reúnan en ciudades que no necesariamente son un destino predominantemente turístico. A parte de hoteles de lujo con

capacidad suficiente de habitaciones requiere salones de eventos, servicio de alimentos de banquetes y actividades para grupos numerosos. Es un turismo muy exigente y especializado. En la región, a parte del corredor Cancún Riviera Maya se puede añadir a Mérida y a Campeche a lista de destinos potenciales para el desarrollo de este segmento.



*Ilustración 21 turistas corporativos realizando acción social ®*

---

#### VOLUNTURISTA

Un volunturista es un subgrupo del segmento de turismo de grupos y convenciones. Esta modalidad consiste en participar en acciones de responsabilidad social corporativa a favor de la comunidad local, mediante su participación voluntaria en una acción de mejora, o el patrocinio de la solución para alguna de las necesidades de la comunidad local.



*Ilustración 22 Volunturistas ®*

---

#### CICLOTURISTA

Los cicloturistas, o cicloviajeros, se desplazan en bicicleta por las carreteras; recorriendo entre 60 y 150 km al día; pernoctando tanto de forma autónoma o a través de una red de hostales y alojamientos amigables con los ciclistas itinerantes. Los cicloturistas buscan disfrutar el patrimonio inmaterial de las culturas vivas. En lugares como Tulum es habitual ver a los turistas desplazarse en bicicleta.



*Ilustración 23 Cicloturistas ®*

---

#### TURISTA CARRETERO

El turismo carretero es nacional y se distribuye en dos: el que viaja en coche propio y el que viaja en autobús contratado. Hace rutas donde visita la mayor cantidad de atractivos posibles y pernocta una noche en los destinos que quedan en el camino. En particular el que viaja en vehículo particular se compone por familias; y el motivante del viaje puede ser la visita de algún familiar o amigo; por lo cual no necesariamente se hospedan en resorts u hoteles, pero sí contratan expediciones y aprovechan los atractivos turísticos.

---

#### MOCHILERO

Este tipo de turista muchas veces no aparece en la listas oficiales por la percepción de que la derrama que genera es baja. Esta percepción es errónea ya que a pesar de no utilizar servicios de alta tarifa sus estancias son prolongadas, permiten una derrama hacia servicios locales y si, si tienen dinero pero solo lo gastan en actividades de su interés. Este turista puede permanecer hasta meses en una ruta, visita

destinos turísticos reconocido así ciudades y poblados menores. En muchas ocasiones pernocta en hostales de baja tarifa, pero realiza gran cantidad de expediciones. Son jóvenes, mayormente europeos, sus recorridos no se limitan a la Península de Yucatán sino que sueles viajar al centro del país o a centro y Sudamérica.

---

#### TURISTA DE COCHE RENTADO

Este turista organiza recorridos dinámicos, no se queda en un solo lugar y establece rutas donde visita distintos atractivos, compra sus boleto de avión por separado y en muchas ocasiones intercala sus hoteles, incluso con servicios de renta vacaciones o Airbnb. Este turista se suma al carretero y visita pueblos y comunidades, come en restaurantes locales y en muchas ocasiones utiliza hoteles de mediana clase o se mezcla con la población local. Puede ser Nacional o extranjero, americano o europeo. Quien decide viajar bajo este esquema independiente normalmente tiene experiencia en viajar por el mundo de esa manera y no necesariamente le gustan los resorts y sitios de

turismo masivo, por el contrario busca experiencias únicas y está dispuesto a experimentar con cosas diferentes. Muchos de estos turistas utilizan la modalidad de hospedaje tiempo compartido, son visitantes repetitivos, anuales, y se sienten cómodos recorriendo la zona de forma autónoma utilizando un auto rentado durante su visita.

---

#### TURISTA DE NATURALEZA, AVITURISTA Y BUZO

Estos turistas comparten en su forma de viajar una rutina diaria que gira en torno a practicar la actividad por la cual viajaron aquí. En el caso de los buzos, se hospedan varios días en un hotel cerca de los servicios de buceo y contrata los servicios de buceo diariamente durante su estancia la mayor cantidad de veces que les sea posible.

Los avituristas también permanecen en un destino varios días, hospedándose en centros ecoturísticos o campamentos; contratando visitas guiadas para observación de aves, las cuales son al amanecer o al atardecer. Los avituristas viajan en grupos de varios integrantes, o solos que contratan los servicios de guías locales o especialistas

y su principal interés es fotografiar la mayor cantidad de ejemplares que les sea posible.



*Ilustración 24 Avituristas ©*

---

#### TURISTA ACADÉMICO

Este turista viaja en grupo de 20 a 60 personas, y permanece en el destino por tres o más semanas realizando investigaciones en biodiversidad como parte de su temario académico en universidades de diferentes países. Los profesores regresan anualmente con la siguiente generación

de estudiantes a continuar con las investigaciones. Los Turistas Académicos tienen presencia anualmente en las localidades de Akumal, y Calakmul, donde estudian los efectos de la actividad humana y turística sobre la flora y fauna de la región. En Akumal estudian el arrecife y la fauna marina y en Calakmul estudian la fragmentación del hábitat y la sequía.

Estos grupos de turistas académicos son nacionales e internacionales procedentes de varias universidades a nivel mundial. El grado de los turistas académicos va de bachillerato a postdoctorado.



*Ilustración 25 Turista Académico ®*

## ZONAS ARQUEOLÓGICAS

El principal motivo por el que un turista decida viajar a la Península de Yucatán es para conocer alguna de sus majestuosas zonas arqueológicas, La Península de Yucatán es una de las regiones con más vestigios arqueológicos de México y del mundo. La civilización maya ha habitado esta región desde el período clásico (año 100DC) hasta la fecha, ya que hasta la actualidad en la península habitan el mayor número de habitantes de lengua maya. Los dos períodos de mayor esplendor en cuanto a construcción de ciudades y templos fueron el período clásico (del 200-900 D.C.) y el Post clásico (del 900-1531D.C). La mayor parte de todos los vestigios arqueológicos encontrados en la región Maya datan de estos dos períodos de la historia definidos por sus estilos arquitectónicos.



*Ilustración 26 Museo de Sitio, Pomoná, Tab. ©*

La cantidad de estructuras y evidencia de esta gran civilización es inmensa e innumerable, en prácticamente

toda el área de la península existen montículos, albarradas, caminos, edificios, templos en ruinas y ofrendas. Es tan grande la cantidad de vestigios que el INAH únicamente ha logrado restaurar y abrir al público una fracción de ellos. Según información del Instituto en los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Tabasco se tienen abiertos al público un total de 56 zonas arqueológicas.

A partir de la conquista española los templos y ciudades mayas quedaron abandonados, muchos de ellos fueron desarmados para construir iglesias católicas y los demás fueron dejados al deterioro provocado por la naturaleza. Fue hasta finales del siglo 19 cuando exploradores extranjeros (Thomson y Catherwood) comenzaron a difundir los “descubrimientos” que hicieron en sus viajes por la península de Yucatán. Estas publicaciones levantaron gran interés de académicos y exploradores que siguieron llegando a la región en su intento por entender y rescatar los vestigios de la civilización maya.



*Ilustración 27 Z.A. Reforma, Tabasco. ®*

Fue hasta el año 1939 que el presidente Lázaro Cárdenas creó el Instituto Nacional de Antropología e Historia, organismo que se encargaría del resguardo y estudio del vasto patrimonio arqueológico de la nación. A partir de este

momento la arqueología mexicana se difundió de forma oficial como un atractivo turístico cultural y México, como país, se posicionó como un destino de inmensa riqueza arqueológica.



*Ilustración 28 Z.A. Pomoná, Tab. ®*

Las Zonas Arqueológicas de la península de Yucatán eran considerados como atractivos turísticos desde antes de la creación de las zonas de Cancún, pero lo que la conectividad aérea de este destino provocó fue la facilidad para que los turistas arqueológicos pudieran viajar en mayor número a la

región. Incluso las Zonas Arqueológicas cercanas a los complejos turísticos se han convertido en atractivos complementarios a destinos como Cancún y la Riviera Maya. Por ello es que en la actualidad del Zonas Arqueológicas más visitadas son Chichen Itzá y Tulum con un número superior a los 2,000,000 de visitantes al año en cada una. En este mismo territorio está Cobá con cerca de 800,000 visitantes, siendo estas últimas 3 las más visitadas en la región aledaña al Caribe Mexicano.

En el extremo opuesto de la península, en el estado de Chiapas está la ciudad de Palenque con su reconocida Zona Arqueológica que recibe una cifra cercana al millón de visitantes. Con un simple análisis de estas cuatro zonas arqueológicas es fácil deducir que el atractivo turístico de estos sitios es muy importante y que son referentes estratégicos para un plan de turismo peninsular.



*Ilustración 29 Z.A. Palenque, Chiapas. ®*

---

#### TURISMO DE CIRCUITOS ARQUEOLÓGICOS

Aunque todas las zonas arqueológicas tienen un importante valor patrimonial e histórico no todas tienen el mismo nivel de atractivo turístico. Por el número de visitantes es bastante evidente el grado de reconocimiento del sitio.

Los circuitos arqueológicos son una forma muy común de turismo en la península de Yucatán, Los turistas de circuito

generalmente se conocen antes de realizar el viaje o proceden del mismo país de origen o comparten el mismo idioma y cultura. Contratan un guía certificado que los acompaña en sus recorridos durante el trayecto.

En la siguiente tabla se enlistan los 19 sitios con mayor reconocimiento, tres de ellos no son tan conocidos, pero se encuentran cercanos a Tenosique. Solo se incluyeron estos por su grado de atractivo, nivel de visita; y considerando que estén a corta distancia de las localidades.

El nivel de atractivo se ha clasificado en una escala del 1 al 5, representando los siguientes conceptos:

- 1: Sitio bien preservado pero no es frecuentado por turistas.
- 2: Sitio bien preservado e importante culturalmente pero en una ruta turística muy poco frecuentada.
- 3: Sitio bien preservado e importante culturalmente, pero en una ruta turística poco frecuentada.
- 4: Sitio bien preservado visitado frecuentemente.
- 5: Sitio de gran importancia, visitado muy frecuentemente.

Tabla 1 Zonas Arqueológicas de la Península de Yucatán

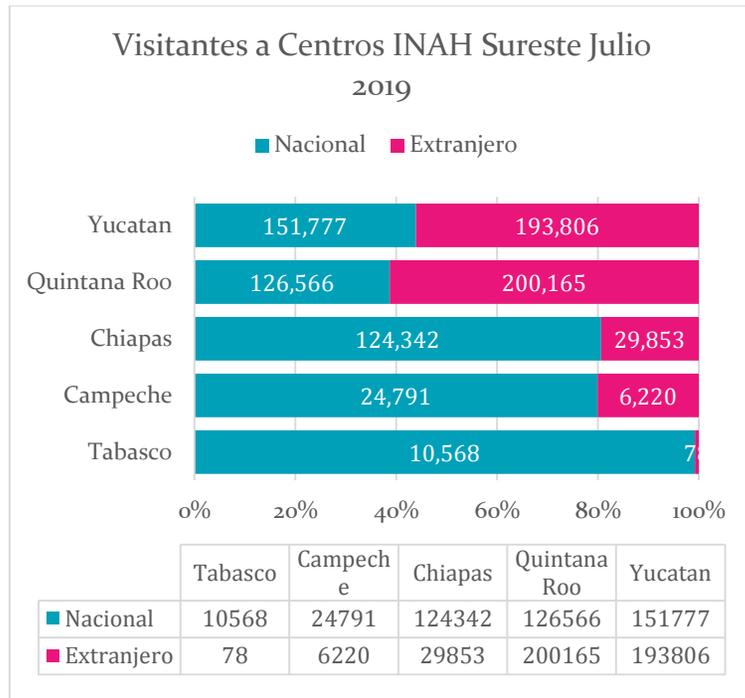
Nombre	Nivel de Atractivo	Destino turístico más cercano
Chichen Itzá	5	Pisté/Tinum
Ek Balam	4	Valladolid
Uxmal	4	Mérida
Dzibilchaltún	3	Mérida
Izamal	2	Izamal
Tulum	5	Tulum y Riviera Maya
Cobá	4	Tulum y Cobá
Muyil	3	Tulum
Chacchobén	3	Bacalar
Kohunlich	3	Bacalar
Edzná	4	Campeche
Calakmul	4	Xpujil
Becán	3	Xpujil
Palenque	5	Palenque
Yaxchilán	4	Palenque
Bonampak	4	Palenque
Pomoná	2	Tenosique
Panjanlé	1	Tenosique
San Claudio	1	Tenosique
Reforma	1	Tenosique

Tabla 2 Vistantes a Centros Inah de las localidades Julio 2019

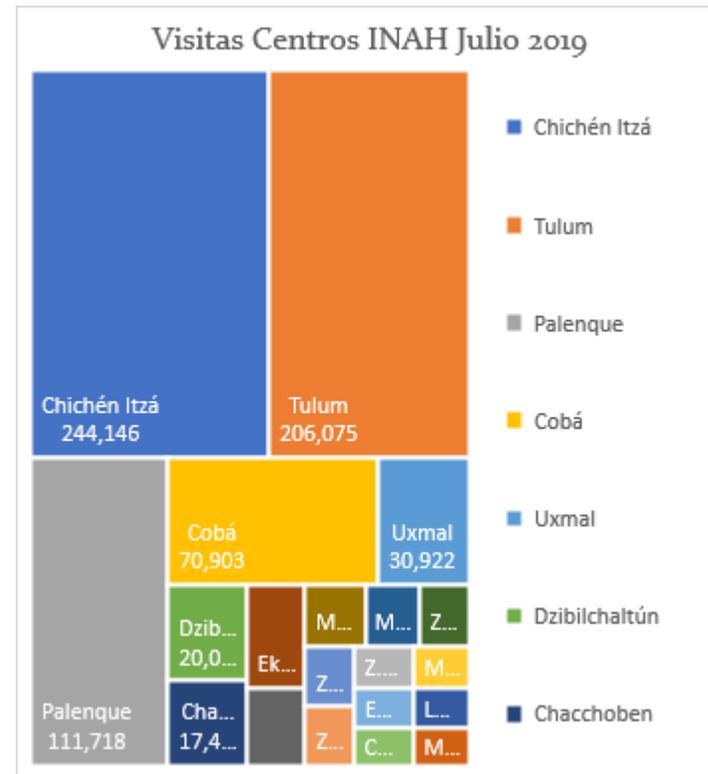
Centro INAH	TOTAL
Chichén Itzá	244146
Tulum	206075
Palenque	111718
Cobá	70903
Uxmal	30922
Dzibilchaltún	20018
Chacchoben	17471
Ekbalam	15721
San Gervasio	11879
Museo Regional de Yucatán	9674
Museo Maya de Cancún	8709
Z.A. de Comalcalco	8189
Z.A. de Yaxchilán	7784
Z.A. de Bonampak	7501
Z.A. de Toniná	6712
Museo Baluarte de la Soledad	6307
Edzná	6110
Calakmul	5930
Lagartero	5765
Otros	66632

Cuadros de elaboración propia con datos de [www.inah.gob.mx](http://www.inah.gob.mx)

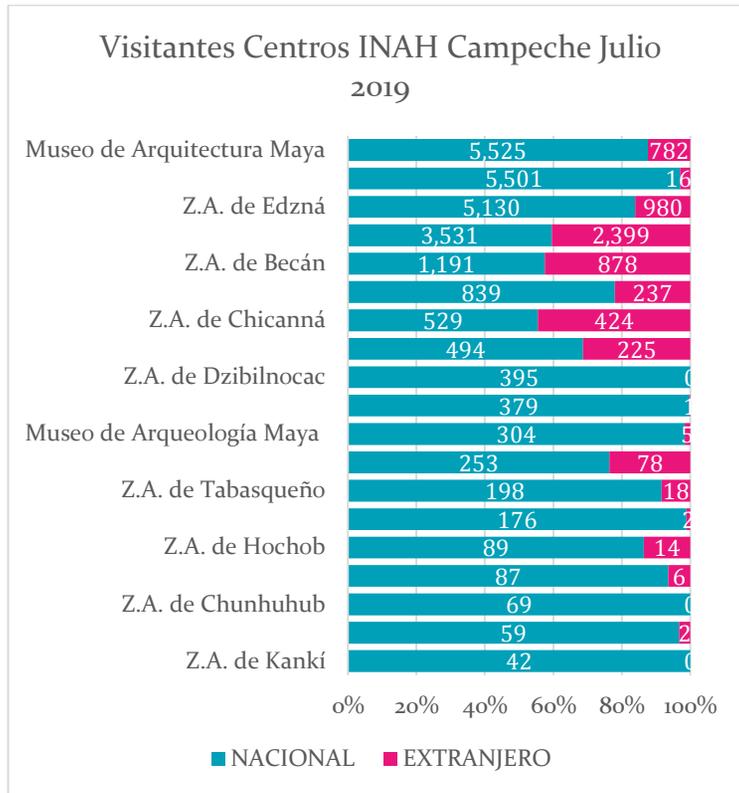
Gráfica 1 Visitantes a Centros INAH Zona Sureste Julio 2019 Nacional/Extranjero



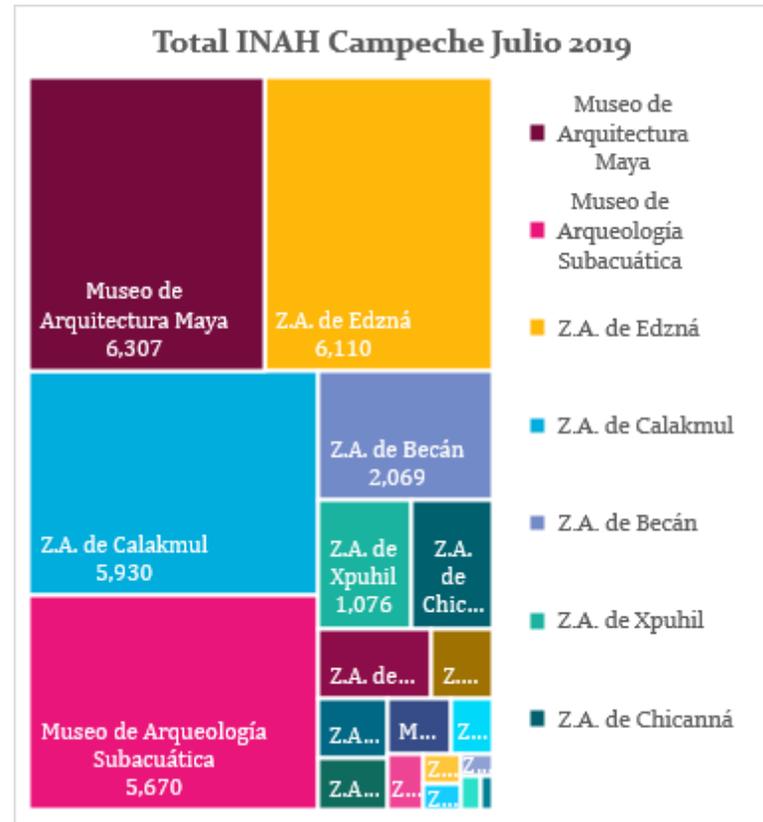
Gráfica 2 Distribución de visitantes a Centros INAH Zona Sureste Julio 2019



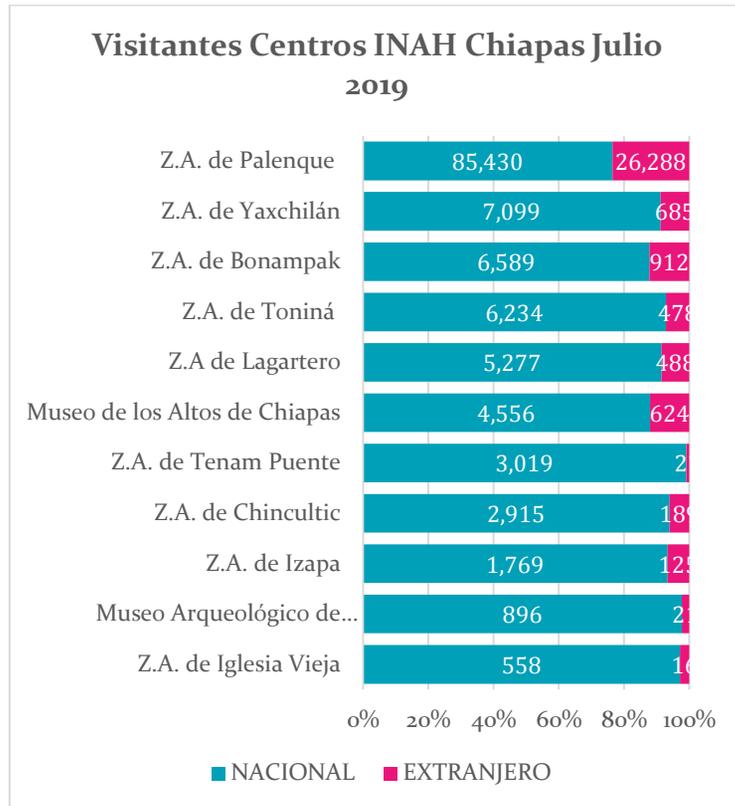
Gráfica 3 Visitantes a Centros INAH Campeche Julio 2019 Nacional/Extranjero



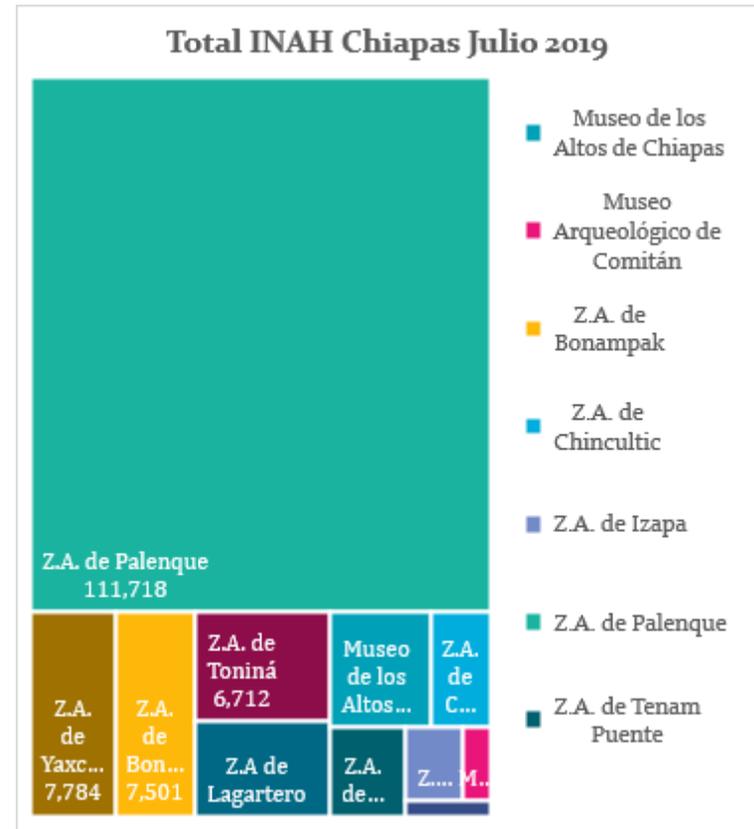
Gráfica 4 Distribución Visitantes Centros INAH Campeche Julio 2019



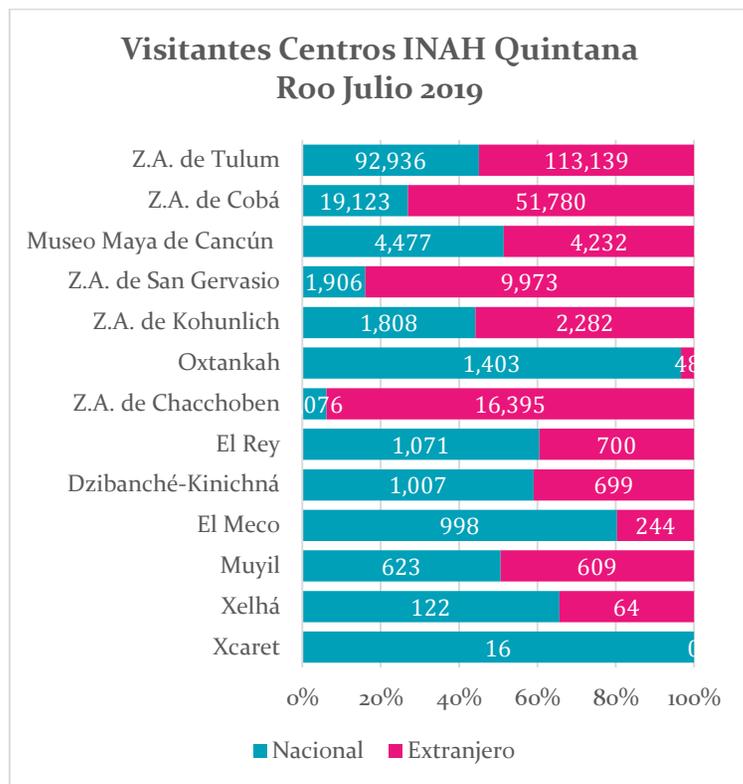
Gráfica 5 Visitantes Centros INAH Chiapas -Julio 2019



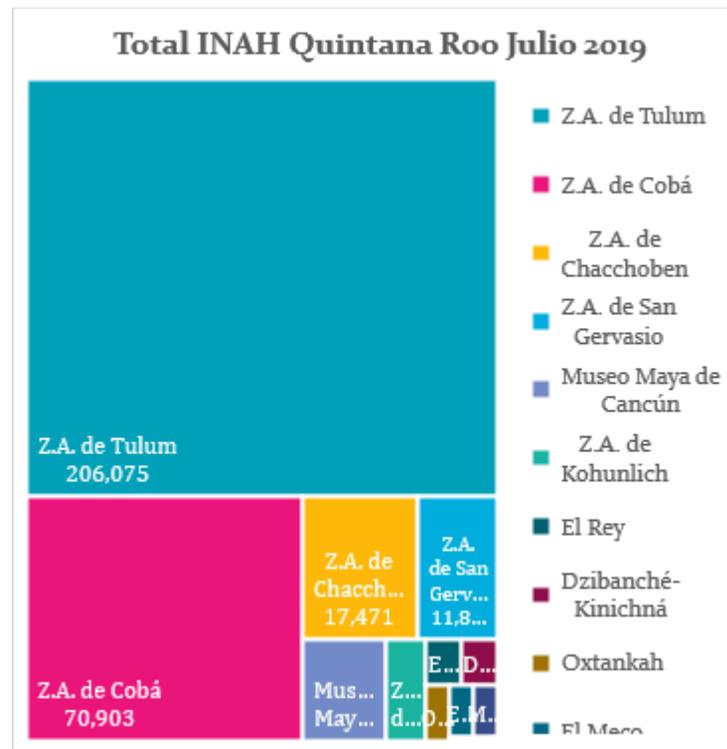
Gráfica 6 Distribución Visitantes centros INAH Chiapas -Julio 2019



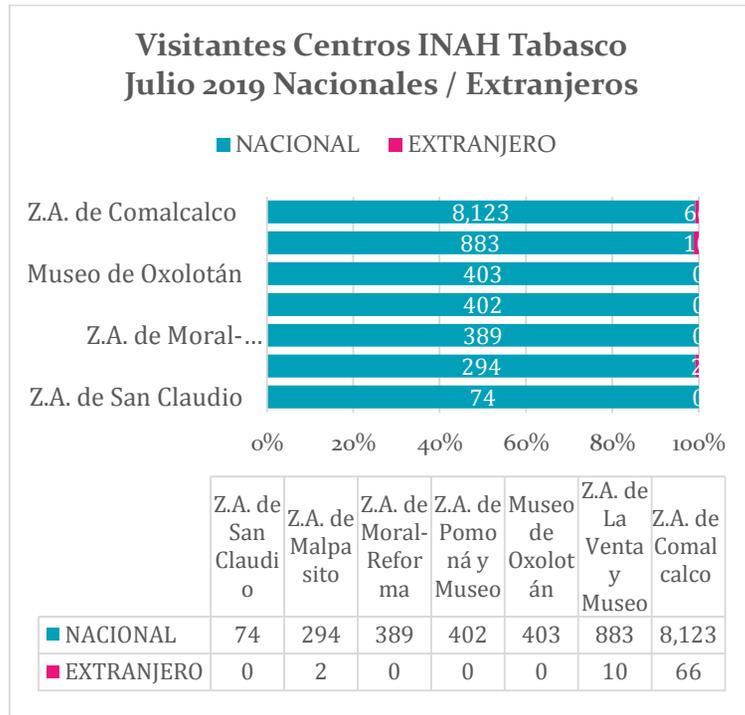
Gráfica 7 Visitantes a Centros INAH Quintana Roo Julio 2019



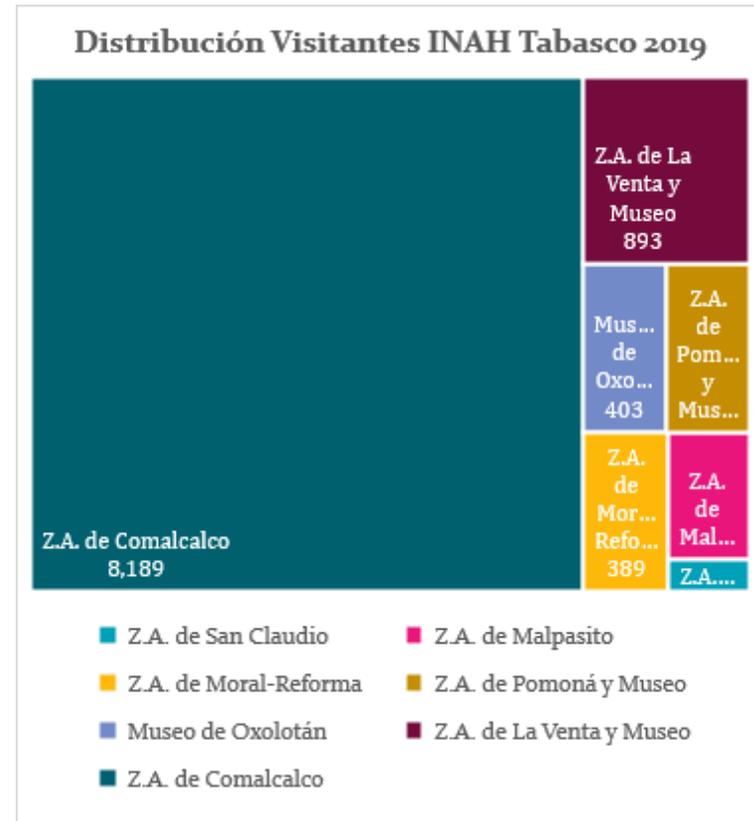
Gráfica 8 Distribución de visitantes centros INAH Quintana Roo, Julio Visitantes a Centros INAH Quintana Roo Julio 2019



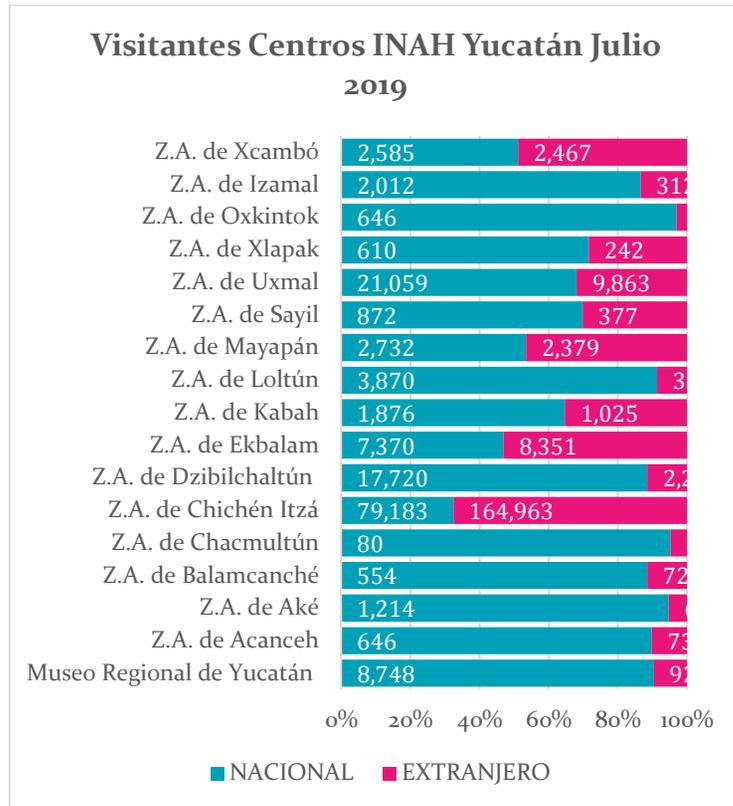
Gráfica 9 Visitantes Centros INAH Tabasco Julio 2019



Gráfica 10 Distribución de Visitantes Centros INAH Tabasco Julio 2019



Gráfica 11 Visitantes Centros INAH Yucatán Julio 2019



Gráfica 12 Distribución de Visitantes Centros INAH Yucatán Julio 2019



## ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo con el Sistema de Información, Monitoreo, y Evaluación para la Conservación, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en esta región se ubican las siguientes áreas naturales protegidas. Se mencionan sólo las cercanas a las localidades previamente señaladas; y en cada localidad se describen a detalle:

Tabla 3 ANP de Campeche

Nombre	Accesible desde	Dimensiones	Designación
Reserva de la Biósfera de Calakmul	Calakmul	Superficie terrestre:	Patrimonio Mundial de la Humanidad
	Xpujil	723,185.12 ha.	Programa Hombre y Biósfera
APFF Laguna de Términos	Escárcega	Superficie terrestre:	Área de Protección de Flora y Fauna
		Superficie marina:	Sitio Ramsar
Reserva de la Biósfera Los Petenes		158,868.96	
	Mérida	Superficie terrestre:	
	Campeche	Superficie Marina	Sitio Ramsar
		181,991.10 ha	

Tabla 4 ANP DE Tabasco y Chiapas

Nombre	Accesible Desde	Dimensiones	Designación
Monumento Natural Bonampak	Palenque	Superficie Terrestre:	Monumento Natural
	Tenosique	4,357.4 Hectáreas	Patrimonio Histórico
Apff Cañón Del Usumacinta	Tenosique	Superficie Terrestre:	Área De Protección De Flora Y Fauna
	Palenque	46,128.49 Ha.	
Apff Cascada De Aguazul	Palenque	Superficie Terrestre: 2,580 Ha.	Área De Protección De Flora Y Fauna
Parque Nacional Palenque	Palenque	Superficie Terrestre: 1,771.95 Ha	Patrimonio Mundial
Monumento Natural Yaxchilan	Palenque	Superficie Terrestre: 2,621.25 Ha	Monumento Natural

Información obtenida de [https://simec.conanp.gob.mx/consulta\\_fichas.php](https://simec.conanp.gob.mx/consulta_fichas.php)

Tabla 5 ANP de Quintana Roo.

Nombre	Accesible desde	Dimensiones	Designación
Reserva de la Biósfera Tiburón Ballena	Cancún	Superficie marina: 148,000 ha	Reserva de la Biósfera
Parque Nacional Costa Occidental de	Cancún	Superficie terrestre: 0.61 ha.	Parque Nacional

<i>Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc</i>		Superficie marina: 8,672.45 ha.	
<i>Parque Nacional Isla Contoy</i>	Cancún	Superficie terrestre: 230 ha. Superficie marina: 4,896.25 ha.	Sitio Ramsar
<i>APFF Manglares de Nichupté</i>	Cancún	Superficie marina: 4,257.49 ha	Sitio Ramsar
<i>Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos</i>	Puerto Morelos Cancún Playa del Carmen	Superficie terrestre: 37.74 ha. Superficie marina:9,028.89 ha.	Sitio Ramsar
<i>Parque Nacional Arrecife de Cozumel</i>	Cozumel Playa del Carmen	Superficie terrestre: 82.28 ha. Superficie marina: 11,987.88 ha.	Sitio Ramsar Programa Hombre y Biósfera
<i>APFF Isla de Cozumel</i>	Cozumel Playa del Carmen	Superficie terrestre: 5,733.21 ha. Superficie marina: 32,095.96 ha.	Área de Protección de Flora y Fauna. Sitio Ramsar Programa Hombre y Biósfera

<i>Nombre</i>	<i>Accesible desde</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Designación</i>
<i>Parque Nacional Tulum</i>	Cobá Playa del Carmen Cancún	Superficie terrestre: 664.32 ha.	Monumento Histórico
<i>Reserva de la Biósfera Arrecifes de Sian Ka'an</i>	Tulum Carrillo Puerto	Superficie terrestre: 4,361 ha. Superficie marina: 33,566.16	Sitio Ramsar
<i>Reserva de la Biósfera Sian Ka'an</i>	Tulum F. Carrillo Puerto	Superficie terrestre: 375,011.87 ha. Superficie marina: 153,135.79 ha	Sitio Ramsar Patrimonio de la Humanidad Programa Hombre y Biósfera
<i>APFF Uaymil</i>	F. Carrillo Puerto Bacalar	Superficie terrestre: 89,118.15 ha	Sitio Ramsar
<i>Parque Nacional Arrecife de Xcalak</i>	Bacalar	Superficie terrestre: 4,521 ha. Superficie marina: 13,427.61 ha.	Sitio Ramsar

Información obtenida de [https://simec.conanp.gob.mx/consulta\\_fichas.php](https://simec.conanp.gob.mx/consulta_fichas.php)

Tabla 6 ANP de Yucatán

Nombre	Accesible desde	Dimensiones	Designación
Parque Nacional Dzibilchaltún	Mérida	Superficie terrestre: 539.43 ha	Parque Nacional
Reserva de la Biósfera Ría Celestún	Mérida	Superficie terrestre: 61,926.57 ha. Superficie marina: 19,555.76	Sitio Ramsar Programa Hombre y Biósfera
Reserva de la Biósfera Ría Lagartos	Valladolid	Superficie terrestre: 60,347.82 ha.	Sitio Ramsar Programa Hombre y Biósfera
APFF Otoch Ma'ax Yetel Koh	Cobá Tulum	Superficie terrestre: 5,367.42 ha.	Sitio Ramsar
APFF Yum Balam	Valladolid Cancún	Superficie terrestre: 52,307.62 ha Superficie marina: 101.744.63 ha.	Sitio Ramsar

APFF Otoch  
Ma'ax Yetel  
Koh

Cobá  
Tulum

Superficie  
terrestre:  
5,367.42 ha.

Sitio Ramsar

Cuadros de elaboración propia con información del Sistema de Información de Áreas Naturales Protegidas.

<https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap>



Ilustración 30 Áreas Naturales Protegidas de la Península de Yucatán. © Semarnat-Conanp

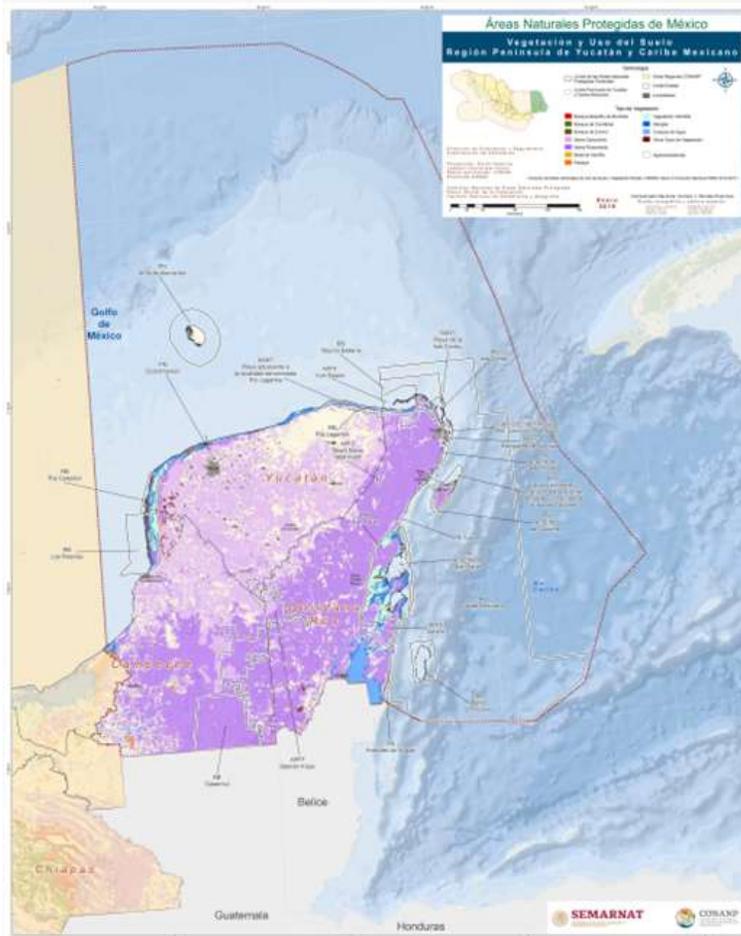


Ilustración 31 Vegetación y Uso de Suelo en ANP © Semarnat-Conanp

### CORREDORES BIOLÓGICOS:

Los corredores biológicos se establecieron como estrategia para revertir el aislamiento de poblaciones de flora y fauna así como la fragmentación de ecosistemas al fomentar el intercambio y movimiento de especies entre áreas protegidas, a través de la implementación de diferentes acciones para promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. (Conabio 2015)



Ilustración 32 Corredores Biológicos entre ANP © Semarnat-Conanp

---

#### CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO

De acuerdo con el Informe de Evaluación Ambiental de Rojas y Ríos (2012) el Corredor Biológico Mesoamericano – México se caracteriza por incluir muchas ecorregiones y biomas de alta prioridad, incluidos los bosques lluviosos de Tehuantepec y Yucatán; los bosques secos de Yucatán y los humedales de Quintana Roo; los bosques mesófilos templados, un ecosistema que cubre el 1% del territorio nacional, pero contiene 10% de la diversidad floral del país. La península de Yucatán cuenta con una gran diversidad de flora y fauna que abarca más de 900 especies de plantas y 70 especies de anfibios y reptiles, 320 especies de aves y 120 especies de mamíferos habitan la península.

Los recursos naturales y la biodiversidad de la región están sujetos a presiones antropogénicas, como el cambio de uso de suelo y la expansión de las actividades agrícolas y ganaderas; además del desarrollo no controlado del turismo (Rojas y Ríos 2012 p. 133)

---

#### SIAN KA'AN-CALAKMUL

El corredor Sian Ka'an Calakmul, conecta dos de las reservas más importantes del trópico mexicano. El área es notablemente aplanada y una característica importante es la carencia de escurrimientos superficiales, aunque hay lagunas o aguadas temporales. En el área predominan árboles de menos de 25 m de alto, destacan las epífitas y las palmas. Existen zonas de cultivo así como extensas áreas de pastizales. Aunque existen numerosos poblados en el área éstas son pequeños y un poco aislados, lo que propicia que algunas zonas estén relativamente conservadas y otras no hayan sido perturbadas. En algunas áreas el acceso es limitado en ciertas épocas del año por lo que hay áreas inaccesibles. (Conabio 2015)

Vegetación: Selva baja subperennifolia (50%), selva mediana (20%), selva alta (10%), pastizal cultivado (10%), agricultura de temporal (10%).

Aves: Se puede consultar el listado completo en el portal Aves.MX



Ilustración 33 Corredores Biológicos ANP © Conabio. [Click aquí](#)

### SIAN KA'AN-BALA'AN K'AAX

El corredor Sian Ka'an-Bala'an K'aax se localiza en la Península de Yucatán, en parte del territorio del estado de Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 32 741 Km<sup>2</sup>. Su relieve es plano, ya que la altitud máxima no supera los 200 msnm. Los suelos más comunes son las rendzinas (suelos poco profundos desarrollados sobre caliza) y los litosoles (someros y pedregosos). Existen numerosas corrientes subterráneas y cenotes. Los climas según la clasificación de Köppen, modificada por García (1988) son principalmente tropicales: Cálido subhúmedo húmedo en verano con presencia de canícula y en menor porción territorial Estepario de seco a semiseco muy cálido. (Conabio)

Vegetación: En este corredor se encuentran como vegetación predominante la selva mediana subperennifolia y la selva baja espinosa subperennifolia; además de tular, manglar, sabana y palmar tanto natural como inducido.

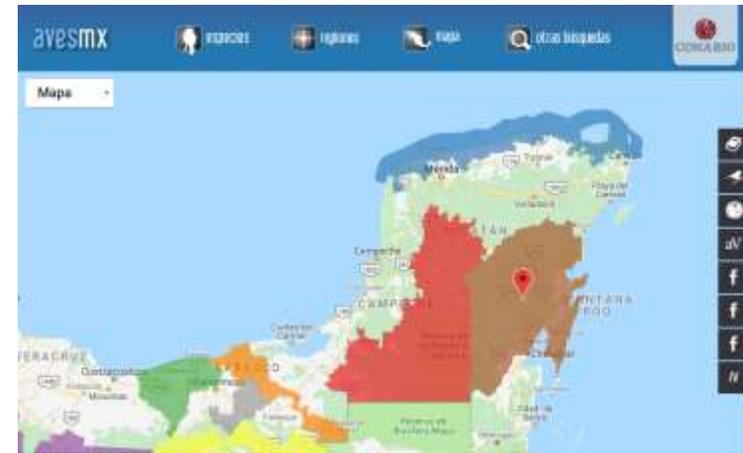


Ilustración 34 Corredor Sian Ka'an Bala'an K'aax © Conabio. [Click aquí](#)

### CALAKMUL-BALA'AN K'AAX

El corredor Calakmul-Bala'an K'aax se localiza en la Península de Yucatán. Abarca parte de los estados de Campeche y Yucatán. Cuenta con una superficie de 38 526 Km<sup>2</sup>. El relieve es predominantemente plano (entre 0 y 200 msnm), los suelos representativos son las rendzinas (suelos poco profundos desarrollados sobre caliza) y los litosoles

(someros y pedregosos). Las corrientes superficiales son escasas pero abundan los ríos subterráneos, ojos de agua y cenotes. El clima es Cálido húmedo con lluvias en verano y cálido subhúmedo con humedad media en verano, con una marcha de temperatura tipo Ganges, que se caracteriza por presentar temperaturas elevadas antes del solsticio de verano

Vegetación: Destacan los subtipos selva media subperennifolia, la selva baja espinosa subperennifolia y la selva baja subcaducifolia; también en menos proporción hay tular; bosque de encino y pastizal halófito e inducido.



*Ilustración 35 Corredor Calakmul-Bala'an K'aax © Conabio.*

### PANTANOS DE CENTLA-CAÑÓN DE USUMACINTA

El corredor Pantanos de Centla-Cañón de Usumacinta, se localiza en la parte oriental del territorio del estado de Tabasco. Cuenta con una superficie de 6 801 km<sup>2</sup>. El relieve en la mayor parte está constituido por planicies, solo en las partes más altas (al sureste) hay elevaciones que alcanzan los 500 msnm. El suelo representativo es el gleysol (suelo de zonas en donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año). Existen numerosos cuerpos de agua, el río de mayor presencia es el Usumacinta. Los climas son: Cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y Cálido subhúmedo con lluvias en verano, con presencia de canícula, y temperatura tipo Ganges (con temperaturas elevadas antes del solsticio de verano). (Conabio 2015) Los Pantanos de Centla constituyen el área de humedales más extensos de Norteamérica (Arriaga, et al. 2000) y más importantes de Mesoamérica por la cantidad de plantas hidrófitas y por el nivel de descarga de agua dulce que recibe de los ríos Grijalva y Usumacinta (CONANP, 2009).

A nivel internacional, estos humedales son un sitio NAWCA (Acta Norteamericana para la Conservación de Humedales) desde 1989, sitio RAMSAR desde 1995 y Área de Interés

para la Conservación de Aves (AICA) desde 2006. La zona de la Laguna de Términos representa el aporte hídrico del continente a la costa (Arriaga, et al. 1998). (Conabio, 2019)



Ilustración 36 Cañón del Usumacinta-Centla © Conabio, [Click Aquí](#)

## COSTA DE YUCATÁN

El corredor Costa de Yucatán abarca tanto la parte terrestre como marina que se extiende 25 km en promedio desde la línea de costa de los estados de Yucatán y Quintana Roo. Cuenta con una superficie de 18 745 Km<sup>2</sup>. Topográficamente la zona es una planicie en tierra firme y una plataforma continental en su región marina. Los suelos característicos son los gleysoles (con exceso de humedad) y los litosoles (someros y pedregosos). Abundan los ríos

subterráneos y los cenotes. El clima se clasifica en cálido subhúmedo con lluvias en verano, con presencia de canícula y estepario de semiseco a seco, con lluvias escasas todo el año.

Vegetación: Los tipos de vegetación que destacan son la selva baja caducifolia y las selvas mediana subperennifolia y subcaducifolia, así como el manglar y el tular. También crece vegetación de peten, de dunas costeras, y sabana así como pastizales y palmares inducidos



Ilustración 37 Corredor ANP Costa de Yucatán © Conabio. [Click Aquí](#)

### SIERRITA DE TICUL

El Punto de Unión Territorial (PUT) se localiza en la unión de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Colinda al sur con la RB Calakmul, Campeche y en su parte occidental incluye a la Sierra de Ticul la cual corre hacia el sur del estado de Yucatán por la región conocida como los Chenes en la parte central de Campeche, llegando a unirse con otra sierra en la región de Xpujil. Fuera de la superficie plana que predomina en todo el territorio, existen algunos lomeríos de importancia. Un conjunto de ellos nace en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, penetrando a Campeche y adentrándose al estado de Yucatán por el rumbo del poblado de Balanchén. En este grupo de lomeríos se encuentra la parte más alta de la entidad, el cerro de Xpujil que tiene una altura aproximada de 350 m. Otro grupo de lomeríos nace en Yucatán por la parte de Uxmal y se adentra a Campeche pasando por el poblado Becal, hasta llegar a la costa cerca de Seybaplaya. En el área donde convergen las

dos sierras, en la parte central de la Península se encuentra un complejo geográfico con una alta diversidad de aves.

Vegetación: Selva baja subcaducifolia, subperennifolia y caducifolia, selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, sabana y Tular.

Justificación: Se considera importante por la variedad de aves que se encuentran en su hábitat que es primordialmente la selva baja, hábitat que no está debidamente protegido en alguna otra región de la Península de Yucatán. Se considera una región orográfica única. El Punto Put alberga la única área que contiene selva mediana subcaducifolia en buen estado de conservación, además de parches de selva baja caducifolia. La composición florística y la estratificación de la vegetación propician zonas de refugio, alimentación y reproducción de las aves así como de otras especies. Las condiciones climáticas anuales lo hacen ser una opción para el descanso de aves migratorias de primavera y otoño. En el área se presentan dos cuerpos de agua importantes como el lago de

Chicancanab y la Esmeralda, considerados los más importantes de la Península de Yucatán. En cuanto a la avifauna tiene 232 especies incluyendo especies catalogadas en peligro, amenazadas o raras.

Especies de aves presentes en la región: 264

---

### LOS PETENES

Los Petenes según Barrera (1982), es un gran pantano que se caracteriza por la presencia de islas de vegetación que en el centro presentan un ojo de agua o cenote, estando en ocasiones conectados entre sí y hacia el mar por canales que permiten un flujo constante de agua de mar. La característica más notable que le da el nombre a un Petén es la presencia de islas de vegetación. El área forma parte de la "plataforma yucateca", teniendo una suave inclinación del terreno que va de sur a norte. La mayor parte de la zona es una ciénega con una anchura que varía entre 10 a 15 km. La zona está surcada por canales perpendiculares a la zona de la costa, que se presume fueron abiertos para la extracción de palo de tinte.

Vegetación: Manglar, tular, Selva baja y mediana inundable y la asociación vegetal llamada petenes. bosque tropical subcaducifolio, vegetación acuática y subacuática, agrosistemas. (Conabio 2015)

En la Reserva de la Biosfera se localizan los petenes (hábitats complejos de islas de vegetación variada), donde crecen especies arbóreas de mangle, chechén, cedro, caoba, higueras, entre otras; manglar de borde; manglares con predominancia de mangle botoncillo; selva baja, pantanos dulceacuícolas de influencia mareal; blanquizales, salitrales o salinas, ojos de agua o manantiales, y algunos ejemplares de selva mediana dentro de los propios petenes, entre otros. Los ecosistemas conocidos como petenes sólo se localizan en la Península de Yucatán, en Cuba y en la Península de La Florida, por lo que esta región es considerada como un área biogeográfica única a nivel nacional que, desde febrero de 2004, se declaró como sitio RAMSAR, reconociéndose su valor como un humedal de importancia internacional. (Conabio 2015)

El área de los Petenes se considera de primordial importancia para su conservación ya que en conjunto con la Reserva Ría Celestún al noreste y la Laguna de Términos al oeste conforman el complejo de humedales más grande del sureste de México, que se traduce en la zona más importante como hábitat de alimentación, reproducción, invernación y refugio de un buen número de poblaciones de aves acuáticas y de ámbitos terrestres tanto residentes como migratorias. Recientemente se han encontrado colonias de anidación de flamencos que representa una extensión a su rango de distribución. (Conabio 2015)

Especies de aves presentes en la región: 295

---

### SUR DE QUINTANA ROO

Esta área está ubicada al sureste de Calakmul, abarcando 322,116 ha, de terreno suave que evidencia efectos de gran disolución, se forman con grandes valles y depresiones. Llega a tener altitud máxima de 200 m que disminuye al acercarse a la costa rocosa, donde se encuentran también pantanos y lagunas; pero no se forman ríos.

### Vegetación

Hacia la región central y hacia la parte sur Selva mediana subcaducifolia y subperennifolia y alta subperennifolia. Vegetación riparia en orillas de lagunas, ríos y cenotes. Algunas zonas con vegetación secundaria. Según Rzedowski: Bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, vegetación subacuática. (Conabio 2015)

### Justificación

Esta área presenta una gama de ecosistemas, que alojan una gran diversidad de hábitats. La riqueza de aves representada en la región manifiesta una zona de importancia ornitológica no reconocida. En la zona se registran al menos el 58% de la avifauna del estado de Quintana Roo y el 49% de los de la Península de Yucatán. Hasta el momento se han registrado 224 especies para el estado, pero podría incrementarse a 355 lo que representaría el 80% de la avifauna del estado. La Península de Yucatán es una área de invernación importante debido a su clima subtropical y proximidad con Norteamérica y esta

zona conecta a la principal reserva del trópico con Sian Ka'an.

Especies de aves presentes en la región: 258

---

### CORREDOR PUNTA LAGUNA-PUERTO MORELOS (CENTRAL VALLARTA)

Es una zona de remanentes de selvas medianas subperennifolias y Akalchés (selvas inundables) continuos. Es el área más norteña de ocurrencia de especies incluidas en la NOM-059 y CIPAMEX con registros recientes, con aproximadamente 256 especies.

Funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. La porción más occidental de este tipo de vegetación funciona como reserva ejidal reconocida regionalmente y está propuesta para ser incluida en el SINAP. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna). Actualmente se llevan a cabo estudios de comportamiento en el área.



Ilustración 38 Corredores de Aves entre ANP. © Conabio [Click Aquí](#)

## BIODIVERSIDAD: VEGETACIÓN

Esta descripción se realiza en base a la información proporcionada por el Plan de Manejo de la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano (Conabio 2018)



*Ilustración 39 Epífita ©*

## PASTOS MARINOS

Se han adaptado a pasar su ciclo de vida sumergidos en ambientes marinos o estuarinos. Funcionan como criaderos, refugio y alimento de individuos juveniles de especies de importancia comercial (Cervantes y Quintero 2016 en Conabio 2018:17) Proporcionan funciones ecosistémicas como absorción de carbono, fijando el CO<sub>2</sub> en la materia orgánica y fotosintetizando el excedente; previenen la erosión costera, protegiéndola también de los fenómenos meteorológicos, amortiguan la olas y también filtran partículas contaminantes, favoreciendo la sedimentación, lo que evita la turbidez del agua; además, amortiguan las ondas sonoras a las que os mamíferos marinos son altamente susceptibles.

El pasto marino de tortuga forma las praderas más extensas y el pasto marino del manatí se localiza donde el oleaje es más intenso (Espinoza-Avalos y Cetz-Navarro, 2011, en Conabio 2018:17)

---

#### MACROALGAS

El Caribe Mexicano cuenta con 108 especies de grandes macroalgas; entre ellas las cementadoras, que crecen entre las grietas de los corales, modificando la estructura del arrecife; lo que las lleva a competir por espacio con las comunidades coralinas debido a sus altas tasas de crecimiento (Littler et al. 1989 y Wells, 1988, por Conabio 2018:18)

---

#### VEGETACIÓN TERRESTRE

Rzedoswki, en su obra Vegetación de México (1978, edición digital 2006), establece las siguientes clasificaciones de acuerdo con sus características particulares:

---

#### SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

Árboles entre 15 y 20 metros de altura, algunos tiran sus hojas en el periodo de secas; esta selva tiene algunas trepadoras y epífitas; comparte muchas especies de árboles con la selva media subcaducifolia, pero ambas presentan diferente densidad; además de que en la primera se pueden encontrar plantas de ceiba y algunas especies de palmas que en la segunda no se encuentran.



*Ilustración 40 Ribera del Usumacinta ®*



*Ilustración 41 ®*

---

#### SELVA BAJA SUBCADUCIFOLIA

Esta vegetación se desarrolla sobre la roca caliza, en suelos bien drenados que no retengan agua. Su altura varía entre los 8 y 10 metros. Esta vegetación se encuentra también donde hay selva baja inundable, generalmente bordeando las zanjas con pastizales inundables y manchones de selva media que aprovechan los suelos con gran cantidad de materia orgánica.

La mayor parte de la superficie de la península de Yucatán está cubierta por este tipo de vegetación. En la zona norte, cerca de la costa se encuentra una variedad de selva baja con cactáceas columnares creando micronichos que fomentan la diversidad (Herbario CICY 2010, en Conabio 2018:19)



*Ilustración 42* ®

---

#### MANGLARES

Son una barrera natural contra la erosión causada por las mareas y el viento. Los manglares del Caribe están funcionalmente relacionados con los ecosistemas lagunares costeros, pastos marinos y corales}; participan en los ciclos de vida de diversos organismos acuáticos y mantienen la calidad del agua en los ecosistemas coralinos. (NOM-022-SEMARNAT-2003)



*Ilustración 43 Manglar ®*

Los manglares contribuyen al mantenimiento de la línea costera y la arena de la playa; filtra el agua, permitiendo el abastecimiento de los mantos freáticos, capturando gases de efecto invernadero y como sumideros de carbono. (Doria-Buitrago y Villegas-Ibáñez 2016 en Conabio 2018:19) Muchas aves acuáticas utilizan los manglares como zona de descanso y reproducción. Los nutrientes que generan los

manglares son aprovechados por los pastos marinos y una gran variedad de especies de fauna. (Conabio, 2018:19)

#### Manglar de cuenca baja

Forma extensas masas arbóreas que se inundan o se secan de acuerdo con el régimen hidrológico, permaneciendo generalmente inundadas la mayor parte del año. (Trejo-Torres et al, 1993 en Conabio 2018:19) Las especies de Mangle negro y rojo están amenazadas, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### Manglar de franja

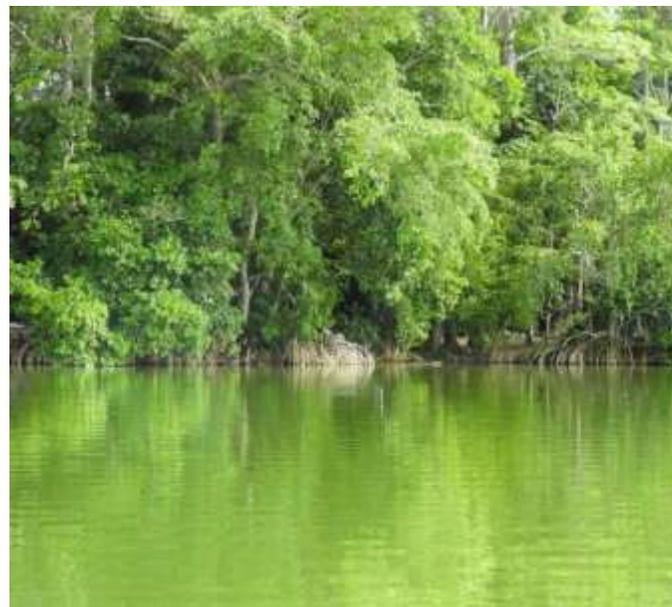
Se localiza a lo largo del litoral, en zonas expuestas al mar abierto, bahías y lagunas costeras. Su régimen hidrológico es dinámico y es afectado por las mareas diarias, recibiendo también influencia de las aguas de la cuenca inundable. (Trejo-Torres et al 1993 en Conabio , 2018: 20)

El Manglar de Franja Marino, se compone de ejemplares de 10 a 15 metros de alto, generalmente de mangle rojo, negro, blanco y ocasionalmente botoncillo, todas especies amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El Manglar de Franja Lagunar bordea los litorales de las lagunas costeras, y a diferencia del manglar de franja marino sus procesos hidrológicos son estuarinos, con la influencia del agua dulce o salobre. Este se encuentra discontinuamente distribuido, alternando con manchones de selva baja subcaducifolia intercalada entre el manglar de franja. (Conabio, 2018:20).

#### Manglar de Salitral

Se forma diagonalmente entre la vegetación de duna costera y salitres, ocupando las márgenes de las lagunas hipersalinas. Este tipo de manglar se desarrolla colindante con la duna, y se compone de mangle botoncillo en las partes más salinas y mangle rojo en las partes de baja salinidad. (Trejo-Torres et al. 1993, en Conabio 2018:20) El manglar chaparro se presenta en superficies pequeñas, constituido por mangles de baja talla en altas densidades; la especie dominante es el mangle rojo. (Conabio 2018:20)



*Ilustración 44 Manglar del Usumacinta ©*

---

#### TULAR

Es una comunidad de plantas acuáticas constituidas por monocotiledóneas, que pueden llegar a medir hasta 2.5 metros de alto; y en el saibal entre 40 y 80 cm. Tiene hojas largas y angostas o carecen de hojas y dependiendo del tipo de planta es el nombre que recibe (tular o saibal)

El tular se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada; el saibal se encuentra en aguas de poca profundidad

en terrenos que siempre conservan la humedad y se inundan en época de lluvias (Rojas y Ríos 2012 en Conabio, 2018:20)



*Ilustración 45* © Saibal

---

#### PETENES

Estas formaciones vegetales son islas arbóreas inmersas en una matriz de vegetación inundable; desarrollándose generalmente cerca de las costas y se conforman de especies de mangle y asociaciones con otros árboles. Si los petenes permiten la existencia de un suelo con gran cantidad de materia orgánica entonces presentan asociaciones vegetales similares a la selva mediana subperennifolia (Trejo-Torres et al 1993 en Conabio 2018:21)



*Ilustración 46* Petenes ©

---

#### VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA

Las plantas de las dunas costeras han desarrollado adaptaciones para resistir la movilidad del sustrato, las temperaturas extremadamente altas, sequías, inundaciones, alta salinidad y escasez de nutrientes. Las dunas costeras obstaculizan las corrientes de viento, disminuyendo su velocidad y produciendo una mayor acumulación de sedimentos, fomentando la estabilización del perfil de playa, previniendo la erosión que causan tormentas y huracanes y filtrando el agua de lluvia hacia el subsuelo. (Conabio 2018:21)



*Ilustración 47 Duna Costera ®*

---

#### CULTIVOS AGRÍCOLAS.

La séptima parte del territorio nacional está sometido a la explotación agrícola (Rzedowzki, 2006:65) A pesar de emplear a por lo menos el 30% de la población en el sector primario, esta actividad representa sólo el 8% del PIB nacional; por lo que en base a la participación económica México no sería considerado un país agrícola; debido principalmente a la falta de características favorables para el desarrollo de esta actividad en gran cantidad de terreno nacional. Sin embargo, México siempre ha sido un referente en el desarrollo de la agricultura en este continente. Las variedades genéticas de maíz y frijol, chile, aguacate, calabaza son notablemente heterogéneas debido al

cuidadoso proceso de selección y aislamiento en que se desarrollaron en diferentes partes del país; aunque esta diversidad se ve amenazada por la influencia de las técnicas modernas de cultivo y la expansión de las vías de comunicación, por lo que es fundamental preservarlas ya que en estas variedades se encuentra el potencial de mejoramiento genético de las especies a las que pertenecen (Rzedowzki, 2006:67)



*Ilustración 48 Cultivos Agrícolas ®*

---

## MALEZAS

Estas plantas silvestres crecen en las cercanías de los asentamientos humanos, a la orilla de caminos y vías de ferrocarril, basureros, zanjas, orillas de canales, terrenos baldíos, etc. se componen de dos grandes grupos, arvenses, ligados a los cultivos y ruderales, a los poblados y vías de comunicación. A nivel mundial suman miles de especies y se distribuyen en función de las condiciones climáticas, edáficas y del tipo de acción humana y los cambios en el ambiente que esta causa. Las malezas no se distribuyen al azar y se repiten en condiciones ecológicas similares; si el impacto humano desaparece también lo harán las malezas, las cuales también pueden permanecer indefinidamente si el disturbio humano no cesa.(Rzedowzki 2006:67)



*Ilustración 49 Maleza. ®*

---

## VEGETACIÓN SECUNDARIA

Estas son comunidades naturales de plantas que se propagan como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria, ya sea por la acción humana o la presencia de los animales domésticos y de corral. Este tipo de vegetación no persiste durante largos periodos, sino que se sucede hasta convertirse en vegetación primaria al alcanzar el equilibrio y no ser perturbada una vez que se estabilice. Sin embargo, de igual forma puede mantenerse siendo secundaria si los disturbios de tipo humano continúan.

El grado de alteración causada por el hombre puede ser imperceptible y afectar solo algunas especies o estratos de la vegetación primaria, aunque en la actualidad las superficies ocupadas por vegetación secundaria va en aumento, principalmente en las regiones de clima húmedo y semihúmedo, afectando las regiones de bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña, los cuales ya no existen y han sido desplazados por vegetación secundaria.

La vegetación secundaria se clasifica en pastizal, matorral y bosque. El pastoreo y los incendios causan que el pastizal secundario se perpetúe. (Rzedowzki 2006:73)



*Ilustración 50 vegetación Secundaria. ©*

---

#### VEGETACIÓN DE CENOTES

Flores Guido, en el capítulo titulado Vegetación de cenotes, rejolladas, haltunes y cavernas, incluido en el libro Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (Conabio/PNUD, 2010) señala que, el proceso kárstico y su dinámica de disolución han formado grandes cavidades, llamadas cenotes en esta zona, y dolinas de forma científica; algunas subterráneas y otras afloradas, que contienen diversos organismos, entre ellos, numerosos vegetales. Mucha de esta vegetación se ha adaptado a la humedad y la poca luz. Además, los cenotes se encuentran generalmente en zonas de selva baja caducifolia y media subcaducifolia; mientras que las especies que se encuentran en la periferia de estos cuerpos de agua son generalmente ejemplares de selva perennifolia que mantienen sus hojas en época seca; no así la vegetación aledaña. Otra particularidad es que los árboles desarrollan un sistema radicular que se extiende hasta el manto acuífero, por lo que dentro de los cenotes siempre se encuentran raíces colgantes.

Las reholladas, por su parte, son cavidades secas, en las que el espejo de agua se ha perdido. En éstas, los árboles

alcanzan mayor altura, cobertura y diámetro que las especies que rodean el lugar; además, por el gran porcentaje de humedad relativa de que disponen, en ellos se encuentran especies que sólo existen en latitudes de mayor precipitación pluvial, como helechos y musgos, entre otros



*Ilustración 51 Vegetación en Rejollada y descenso en rappel. © Imaginative*

## ÍNDICE DE CAPITAL NATURAL

El Índice de Capital Natural (ICN) (Czúcz et al. 2012) es una aproximación de la biodiversidad terrestre y acuática de los ecosistemas naturales y ecosistemas agrícolas. Es el producto del tamaño del ecosistema remanente (cantidad) y su calidad (Integridad ecológica). Es un indicador del estado y cambio en la biodiversidad.

*Ecuación 3 Índice de Capital Natural (Czúcz et al, 2002, en Conabio s/f)*

$$\text{ICN} = \text{cantidad del ecosistema (\% \text{ \u00e1rea})} * \text{calidad de ecosistema (\% \text{ l\u00ednea de base})}$$

La calidad o integridad ecol\u00f3gica puede ser calculada como el estado (p\u00e9rdida y fragmentaci\u00f3n) de los h\u00e1bitats de los depredadores tope de M\u00e9xico (Mora, 2017): jaguar, puma, lobo, ocelote y sus principales presas, venado cola blanca, venado bura, pecar\u00ed de collar, pecar\u00ed de labios blancos, y tapir. Estas especies de mayor tama\u00f1o tienen requerimientos espaciales amplios y su presencia indica la condici\u00f3n necesaria para mantener interacciones depredador-presa, como una medida directa de integridad y

de la calidad de los ecosistemas. M\u00e9xico tiene 34% de Capital Natural, 33% de Capital Natural Degradado y 33% de Capital Transformado (Mora 2018, en Conabio).



*Ilustraci\u00f3n 52 \u00cdndice de Capital Natural por Municipio \u2122 Conabio*

## BIODIVERSIDAD: FAUNA

México es uno de los países más importantes por su biodiversidad; con una riqueza sin igual en ecosistemas, que van desde los pastizales subalpinos y cumbres glaciares, hasta los arrecifes de coral del Caribe, pasando por todo tipo de bosques, desiertos y matorrales. (Conabio, 1998; Groombridge y Jenkins, 2002, en Semarnat, 2018i).

*Tabla 7 Diversidad de Especies por país © Mittermeir y Goettsch, 1992.en Conevty 2008.*

Grupo	País	Número de especies
Plantas	Brasil	55,000
	Colombia	45,000
	China	30,000
	México	26,000
	Australia	25,000
Anfibios	Brasil	516
	Colombia	407
	Ecuador	358
	México	282
	Indonesia	270
Reptiles	México	707
	Australia	597
	Indonesia	529

Mamíferos	Brasil	462
	India	433
	Indonesia	519
	México	439
	Brasil	421
	China	410
Zaire	409	

Más de 900 especies de vertebrados son endémicos de México. La pérdida de biodiversidad representa la reducción en la población de especies, pérdida de diversidad genética, vulnerabilidad a enfermedades, cacería, y cambios fortuitos en las poblaciones. La extinción de especies es una de las consecuencias más importantes de la pérdida de la biodiversidad; la extinción se debe a procesos antropogénicos. La destrucción de los ecosistemas, especialmente en los trópicos, ha llevado a concluir que una cuarta parte de la totalidad de la diversidad biológica del planeta está en serio peligro de extinción durante los próximos 20 años. (Conevty, 2008)

Se hará una breve mención de las especies más representativas de la zona, que cuenten con un Programa

de Acciones para la Conservación de la Especie elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

#### AVES



Ilustración 53 Trogón Cabeza Negra®

En México se ha identificado 22 Áreas de Aves Endémicas; entre ellas Oriente de Yucatán, el Matorral costero de la Península de Yucatán, y la Isla Cozumel. Hay 1181 especies en total (Conabio, s/f).



Ilustración 54 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

## QUETZAL

El Quetzal Mesoamericano pertenece a la familia Trogonidae, una familia pantropical de aves de bosque de brillantes colores; existen cinco especies del género *Pharomachrus*, entre ellos *Pharomachrus mocinno*, el Quetzal Mesoamericano, que se distribuye en los bosques de niebla del sureste de México hasta el noreste de Panamá (Cornell, 2015, en Semarnat, 2018j). El Quetzal Mesoamericano presenta dos subespecies las cuales se cree se encuentran separadas por el lago de Nicaragua, el cual funciona como barrera natural: *P. mocinno mocinno* con distribución más norteña, desde el sureste de México hasta Nicaragua, y *P. mocinno costaricensis*, que se distribuye en Costa Rica y Panamá. (Semarnat, 2018j) Es un ave estrictamente de bosques conservados por lo que resultan un buen indicador del deterioro ambiental (Espinosa de los Monteros, 2001).

De las cinco especies del género *Pharomachrus*, el Quetzal Mesoamericano se considera como la que tiene un mayor

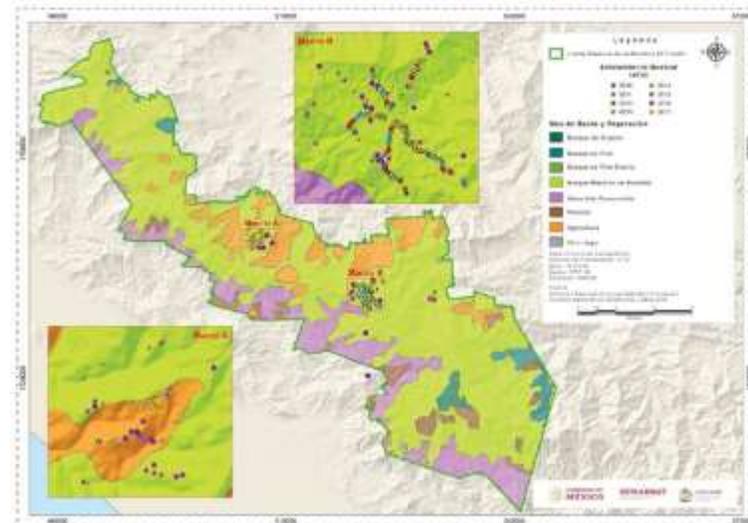
grado de amenaza. La IUCN la cataloga como Casi Amenazada (IUCN; 2015), ya que es altamente vulnerable a una disminución de la población moderadamente rápida, debido principalmente a la deforestación generalizada. (Semarnat, 2018j)



*Ilustración 55 Distribución potencial del Quetzal en México © Semarnat/Conanp*

El Quetzal Mesoamericano se encuentra principalmente en bosques mesófilos durante la temporada reproductiva (Enero-Junio); los individuos de Quetzal Mesoamericano alcanzan la madurez sexual hasta los tres o cuatro años de edad. La temporada reproductiva e inicio del cortejo ocurre a finales de enero, tiene una duración aproximada de dos semanas y se caracteriza por vocalizaciones y vuelos notorios tanto de machos como de hembras, así como por los agrupamientos de Quetzal Mesoamericano que ocurren exclusivamente durante esta parte del año. Al finalizar la temporada reproductiva los quetzales migran a zonas más bajas entre los 1,100 y 1,400 msnm, estableciéndose de Julio a Diciembre en tierras más bajas en bosques templados; las parejas eligen un nido (agujeros en troncos o ramas muertas en pie), y permanecen juntos hasta el nacimiento de sus crías; la postura es generalmente de uno a dos huevos azules y ambos se turnan para calentarlos durante los 18 días que tardan en eclosionar. (Semarnat, 2018j) Para establecer un programa de conservación efectivo de la especie es necesario tener

un mayor conocimiento de los movimientos altitudinales, así como de los sitios y corredores que sean de importancia para la especie durante la temporada post-reproductiva. (Semarnat, 2018j)



*Ilustración 56 Distribución Potencial del Quetzal en la RB El Triunfo, Chiapas. © Semarnat/Conanp*

## GUACAMAYA ROJA

La guacamaya roja (*Ara macao*) se distribuye desde México, por América Central y la región del Amazonas en América Sur, hasta el norte de Mato Grosso en Brasil (Forshaw, 1989). Las poblaciones de la guacamaya roja que se encuentran desde México hasta Honduras representan una subespecie de América Central (*Ara macao cyanoptera*). Actualmente, la guacamaya roja está restringida a la selva Lacandona en el estado de Chiapas (Álvarez del Toro, 1980; Carreón-Arroyo e Iñigo-Elías, 1998, en Semarnat 2009c).

La extirpación de la guacamaya roja por la mayoría de su rango de distribución en México fue propiciado por la acelerada destrucción del bosque tropical perennifolio (SEMARNAPINE, 2000; Snyder et al., 2000; Renton et al., 2003). La guacamaya roja es altamente cotizada en el comercio por su rareza y belleza, lo que impulsa la captura y tráfico ilegal de la especie (Renton, 2000, en Semarnat 2009c).

La guacamaya roja es considerada una especie en Peligro de Extinción a nivel nacional e internacional (DOF 2002, 2008a; Snyder et al., 2000). Se encuentra dentro del apéndice I de CITES, además de la Lista Roja del UICN (IUCN, 2009).

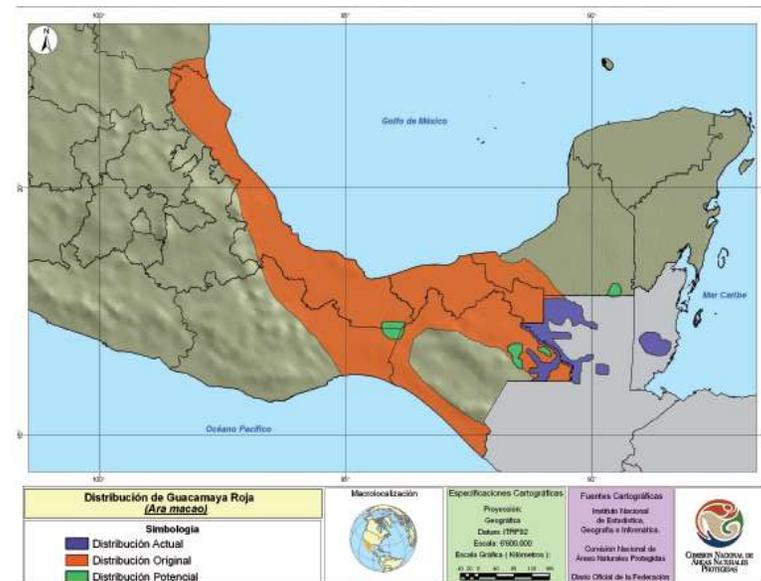


Ilustración 57 distribución actual, potencial y original de la Guacamaya Roja © Semarnat-Conanp

---

## GUACAMAYA VERDE

De acuerdo con el Programa de Acciones para la Conservación de la Especie (Semarnat 2012a), la guacamaya verde está considerada en la Nom-059-Semarnat-2010 como una especie en peligro de extinción.

La guacamaya verde presenta tres subespecies, *Ara militaris militaris*, *Ara militaris mexicana* y *Ara militaris bolivariana*, de las cuáles la mexicana tiene un tamaño intermedio entre éstas; en tamaño ocupa el sexto lugar dentro del género *Ara*. El plumaje es de color verde olivo. En la nuca, cuello, corona y dorso el tono es más brillante. Las plumas de la cola presentan en el dorso color rojo profundo o marrón en su base, y toman coloración rojo carmesí a azul turquesa hacia las puntas; el envés es de color amarillo al igual que las primarias cuyo dorso es azul turquesa. (Semarnat 2012a)

La temporada de reproducción de la guacamaya verde varía dependiendo de su latitud, la temperatura, el régimen de lluvias y la disponibilidad de alimento. Generalmente ponen

dos huevos, que comienzan a encubar inmediatamente; hasta que eclosionan a los 24 días de incubación. Los polluelos pasan aproximadamente un año en el nido; y alcanzan la madurez sexual hasta casi los tres o cuatro años de edad (Iñigo-Elías, 1999 en Semarnat, 2012a).

La guacamaya verde conforma grupos de diferentes tamaños que siguen patrones diarios de salir a forrajear en la madrugada y regresar al finalizar la tarde a pasar las noches en sitios denominados “dormideros”, los cuales usa de forma persistente durante años. Se reúnen para dormir en follaje de algunos árboles y en cavidades de difícil acceso (Flórez y Sierra, 2004 en Semarnat 2012a).

En México, la guacamaya verde ocurre en poblaciones aisladas en los estados de Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Durango, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, México, Oaxaca, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Querétaro y Tamaulipas (Juniper y Parr, 1998, en Semarnat 2012a). La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán es uno de los últimos refugios de la guacamaya

verde en México y en el mundo (Salazar, 2001). Se calcula que esta población es de aproximadamente 100 individuos, convirtiéndose así en la población más grande de guacamaya verde bajo estudio y convirtiendo a la zona en una de las más adecuadas en toda su área de distribución para establecer un área de protección y conservación para la especie (Aguilar et al., 2003, en Semarnat 2012a).



*Ilustración 58 Distribución histórica y actual de la Guacamaya Verde® Conanp*

Con base en estudios realizados, se ha demostrado que los bosques fragmentados son difícilmente ocupados como

sitios de reproducción y anidación para algunas especies de aves, lo cual puede dirigir a una extinción local rápida. Para las guacamayas, se suma la problemática del tráfico para su venta en el mercado ilegal (Semarnat, 1998; Snyder et al., 2000). Otros agentes que ponen en peligro el éxito reproductivo de las guacamayas son las tormentas que destruyen sus sitios de anidación, enfermedades, parásitos y competencia por las cavidades con otras aves.

El robo de nidos para apropiación como mascota para su venta local o para un tráfico más global es uno de los problemas más graves que enfrentan en casi toda su área de distribución. El robo de nidos es un problema que puede ser atacado, mediante educación ambiental, trabajo comunitario y monitoreo de las áreas de reproducción. De lograr un control de esta actividad económica ilegal, podrán en buena medida controlarse las tendencias negativas en los tamaños poblacionales e incluso recuperarlos. (Semarnat 2012a).

---

#### LOROS CABEZA AMARILLA Y NUCA AMARILLA

México un país megadiverso, cuenta con 24 especies y subespecies de pericos y guacamayas (psitácidos) de las cuales 10 son endémicas del país; todas las especies excepto una se encuentran en alguna categoría de riesgo, 13 especies están en peligro de extinción, 6 están amenazadas y 4 bajo protección especial y 20 especies están consideradas amenazadas a nivel internacional en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (Semarnat, 2012b)

En México, el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) se distribuye en la vertiente del Golfo desde el este de Nuevo León hasta el oeste de Campeche; y en la vertiente del Pacífico desde la costa de Jalisco hasta el sur de Oaxaca; el loro nuca amarilla (*Amazona auropalliata*) se encuentra únicamente en la costa del Pacífico, del sur de Oaxaca hasta Chiapas (Semarnat 2012b)

Tanto el loro cabeza amarilla como el loro nuca amarilla están en la categoría de peligro de extinción según la Nom-059-Semarnat-2010. Ambos requieren selva mediana y bosques de galería conservados como hábitat óptimo para su anidación y la provisión de recursos alimenticios durante la época seca, sin embargo, han sufrido una alta pérdida y fragmentación en su hábitat; en el caso del loro cabeza amarilla, 79 por ciento en la vertiente del Pacífico y de 81 por ciento en la vertiente del Atlántico; mientras que el loro nuca amarilla del 63 por ciento de su distribución original. Su distribución actual está fragmentada en pequeñas áreas, con un alto riesgo de extirpación de las poblaciones silvestres en algunas zonas (Semarnat, 2012b).

Sin embargo, la principal amenaza al loro cabeza amarilla y al loro nuca amarilla ha sido la captura para el comercio. El loro nuca amarilla ha sido la especie más decomisada a lo largo de la frontera entre Estados Unidos y México, mientras

la segunda especie más decomisada fue el loro cabeza amarilla. (Semarnat, 2012b)



*Ilustración 59 Distribución histórica del Loro Cabeza Amarilla © Conanp*

El loro cabeza amarilla se distribuyó en México, Belice, Guatemala y noroeste de Honduras; desde la costa de Jalisco hasta el sur de Oaxaca, y desde el este de Nuevo León hasta el oeste de Campeche (Howell y Webb, 1995; Juniper y Parr, 1998; en Semarnat 2012b).



*Ilustración 60 Distribución actual del loro cabeza amarilla © Conanp*

El loro cabeza amarilla ha perdido el 59 por ciento de su distribución original debido a la destrucción de su hábitat (Ríos-Muñoz y Navarro, 2009; en Semarnat 2012b).

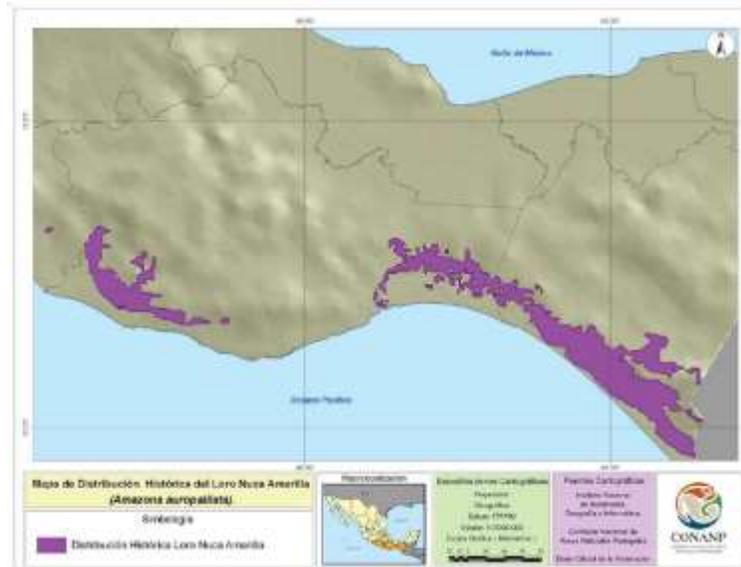


Ilustración 61 Distribución histórica del loro nuca amarilla © Conanp

Recientemente, Ríos-Muñoz y Navarro (2009), usando modelos predictivos de distribución de especies (GARP) y modelos cartográficos basados en imágenes de satélite, estimaron que la pérdida del hábitat indica una reducción del 63 por ciento de su distribución original. Actualmente, las poblaciones de la especie en Chiapas ocurren con mayor frecuencia en Áreas Naturales Protegidas, como La Encrucijada, La Sepultura, y El Triunfo.

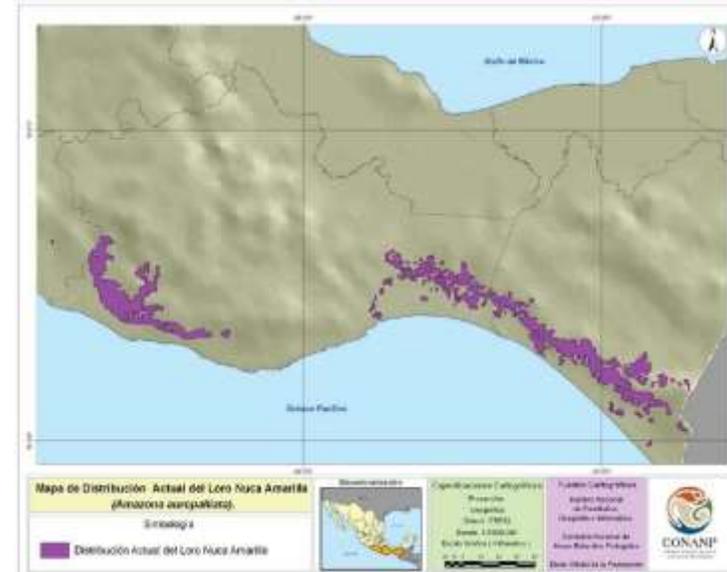


Ilustración 62 Distribución actual del loro nuca amarilla © Conanp

## HALCÓN APLOMADO

El Halcón Aplomado (*Falco femoralis*) es una de las especies prioritarias para su conservación en México, según la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM-059-Semarnat-2010) bajo la categoría de Amenazada. Se conocen tres subespecies en el continente americano, y en México se distribuye el *Falco femoralis septentrionalis* (Keddy-Héctor, 2000); en praderas costeras, sabanas y pastizales desérticos situados al norte del país (Young et al., 2004) y costas del Golfo de México (Navarro y Peterson, 2007 en Semarnat 2018k).

Actualmente, las principales poblaciones residentes en México están aisladas y confinadas a pequeñas áreas de distribución en Veracruz, Tabasco (Héctor 1981; 1985) y Chihuahua (Montoya et al., 1997; Macías-Duarte et al., 2004; en Semarnat 2018k).

La distribución de la especie abarca varios estados con influencia del Golfo de México con una superficie de 64,034.77 km<sup>2</sup> (Macías-Duarte y Rodríguez Salazar, 2015; en Semarnat 2018k)

Sus factores de vulnerabilidad son la reducción de las poblaciones de aves presa; el incremento en mortalidad de machos por depredación; (disminución del potencial reproductivo de la población); la disminución del potencial evolutivo (variación genética) debido al tamaño de la población; la insuficiencia de estructuras para anidar y poca disponibilidad de nidos de otras especies.



*Ilustración 63 Distribución actual del Halcón Aplomado en México © Conanp*

## ÁGUILA ARPÍA

El Águila Harpía tiene una longitud total que va de los 89 a los 105 cm y una envergadura que llega a los 200 cm y pesa entre 4 y 9 kg. Las hembras son más grandes que los machos y puede llegar a medir el doble que éstos. (Semarnat, 2019m)



Marco Pineda Maldonado/CONABIO

Ilustración 64 Ilustracion Aguila Arpia. Marco Pineda Maldonado, Conabio



Ilustración 65 distribución del Aguila Arpia en México y Sudamérica © Semarnat-Conanp

Se distribuye en el sur de México, Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá (incluyendo 4 aves introducidas en 1998), Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guyana francesa, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay y noreste de Argentina (BirdLife International, 2012). Localmente extinta en grandes secciones de su actual distribución,

especialmente en Centroamérica y Río Grande en Brasil. (Semarnat, 2019m)

En México se distribuye históricamente en las selvas húmedas de Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Para Veracruz, uno de los últimos registros incluye el juvenil cazado cerca del ejido López Arias, Municipio de Minatitlán. En Chiapas ha sido reportada históricamente para la región de la Selva Lacandona y se tiene un avistamiento y registro fotográfico en Yaxchilán en el 2011 (Álvarez del Toro, 1980, en Semarnat, 2019m).



*Ilustración 66 Distribución Potencial del Águila Harpía, © Semarnat. Conanp*

El Águila Harpía anida en los árboles emergentes de 50-70 m altura en donde construye nidos en plataformas de hasta 30 m de altura y de hasta 2 m de diámetro con ramas gruesas en árboles como Ceiba pentandra, Cedrelinga catenaeformis y aquellos pertenecientes a las familias Lecythidaceae y Bombacaceae (Del Hoyo et al., 1994 en Márquez et al., 2005; Muñiz-López, 2008). La nidada está compuesta por 1 o 2 huevos de los cuales generalmente sobrevive un pichón. La incubación tiene lugar entre la transición de la época seca y la húmeda, y suele durar 56 días (Del Hoyo et al., 1994; Muñiz-López, 2008; Vargas y Hernán, 2011). El macho lleva presas al nido una vez a la semana durante la incubación y dos veces a la semana durante la primera mitad del periodo de anidación. Los pichones están completamente emplumados a los 6 meses de edad. La dependencia de los juveniles puede ser hasta de un año, lo cual hace que la especie tenga una baja tasa de reproducción, con una nidada cada tres años (Semarnat, 2019m).

## ÁGUILA TIRANA

Esta especie es un ave rapaz de tamaño grande, de color negro con una cresta prominente. Los sexos son similares, aunque la hembra es mayor que el macho. Es de color negruzco con delgadas barras blancas en las partes bajas, y con bandas grises anchas en la cola.



*Ilustración 67 Águila Tirana © Marco Pineda Maldonado Conabio*

Su rango va desde el centro de México a través de Centroamérica y el este de Sudamérica, hasta el norte de Argentina (BirdLife International, 2012). En México es una especie residente poco común a relativamente común, del nivel del mar a los 1000 msnm.



*Ilustración 68 Distribución Potencial del Águila Tirana © Semarnat-Conanp*

Se ubica en varios tipos de hábitat de los bosques neotropicales, aún en parches aislados rodeados de zonas semiáridas, bosques secundarios y plantaciones cercanas a los bosques tropicales, incluso en paisajes con presencia de

disturbio humano. Su dieta consiste en mamíferos como ardillas, mapaches, murciélagos y monos pequeños, iguanas y culebras (Semarnat, 2019m)

De acuerdo con BirdLife International (2012), hoy en día quedan menos de 50,000 individuos en toda su área de distribución. Si bien a *S. tyrannus* se le considera más común que *S. ornatus* posiblemente porque tiende a utilizar áreas más cercanas a asentamientos humanos, reflejando una mayor tolerancia a perturbación y alteración del hábitat. En México, las principales amenazas son, la deforestación para actividades ganaderas y para la industria maderera (Rangel-Salazar y Enríquez-Rocha, 1993), la cacería furtiva (se sacrifica porque se le considera dañina para las aves de corral), así como el uso de pesticidas (Semarnat, 2019m)



*Ilustración 69 Distribución potencial del Águila Tirana © Semarnat-Conanp*

Al parecer se reproduce una vez cada tres años, la nidada es de un solo huevo y el periodo de anidación dura 71 días. Elaboran sus nidos sobre una rama gruesa varios metros del tronco principal. Las hembras incuban pero ambos padres proveen de cuidado a los polluelos (Smith, 1970, en Semarnat 2019m)

### ÁGUILA ELEGANTE

Especie residente en bosques tropicales densos desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm; desde el norte de México a través de Centroamérica a Sudamérica. En México es una especie poco común en algunos lugares desde el nivel del mar a los 1500 msnm en la costa del Atlántico del sur de Tamaulipas hacia el sur, en Jalisco, Colima, Guerrero, y el este de Oaxaca hacia el sur hasta Centroamérica; ocupando una amplia variedad de ecosistemas caracterizados por la densidad de la cobertura arbórea, los cuales incluyen a selvas tropicales primarias bien desarrolladas del neotrópico, bosques de pino y pino-encino, así como los límites de bosques mesófilos, bosques montanos, pastizales, vegetación secundaria, áreas con disturbio y plantaciones. Se alimenta de una gran variedad de aves tales como guacamayas, loros, garzas, gallitos de roca, palomas, tucanes y crácidos, mamíferos como murciélagos, ardillas, ratas, coatíes e incluso de reptiles como iguanas. Esta especie se reproduce cada dos o tres años. La puesta de huevos usualmente ocurre en la estación seca; la

incubación abarca 40 días, mientras que los cuidados del polluelo hasta la etapa de volantón dura de tres a cuatro meses; el polluelo eclosiona justo antes de que empiecen las lluvias, cuando la abundancia de presas es mayor. (Semarnat 2019m)



*Ilustración 70 Águila Elegante Juvenil. © Marco Antonio Pineda Maldonado /Conabio*



*Ilustración 71 Distribución potencial del Águila Elegante en América@ Semarnat/Conanp*

Las principales amenazas son la pérdida de hábitat por destrucción de bosques tropicales, contaminación por pesticidas y cacería; el Águila Elegante no muestra miedo a las personas, en cambio, su curiosidad y su hábito de quedarse posada tranquilamente la hacen un blanco fácil para los cazadores que la consideran una amenaza para sus aves de corral (Thioally, 1984; Iñigo et al., 1987; Klein et al., 1988; Aranda et al., 2009). Márquez et al., (2000) señala a la tala selectiva de árboles de gran porte en donde esta

especie suele anidar como una seria amenaza. (Semarnat, 2019m)



*Ilustración 72 Distribución potencial del Águila Elegante en México @ Semarnat Conanp*

---

### ÁGUILA BLANQUINEGRA

Esta águila posee una estrecha relación filogenética con el Águila Elegante, consideradas especies hermanas. Tiene una amplia, aunque discontinúa distribución desde México hasta América del Sur; es considerada rara o poco común en la mayoría de su rango de distribución. Está asociada a los bosques tropicales de baja altitud. Al parecer el Águila Blanquinegra prefiere una combinación de parches de bosques y claros, o de bosques de galería (Márquez et al., 2005); se le puede encontrar en la zona de transición entre pinar de montaña y bosque lluvioso con profundos valles, o bien en bosques maduros, sin disturbio, y paisajes homogéneos; normalmente asociado a bosques tropicales de zonas bajas.

Dado que ocasionalmente caza en zonas de matorrales y sobre cuerpos de agua, tolera relativamente bien áreas heterogéneas, aunque requiere de fragmentos grandes de bosque continuo. Caza al vuelo, buscando presas desde un planeo alto por encima del dosel, pero también caza desde

perchas expuestas en árboles altos, o persiguiendo presas en persecuciones directas. Su dieta incluye aves como pericos, oropéndolas, tucanes, entre otras; también se alimenta de mamíferos como ardillas y monos capuchinos (Semarnat, 2019m).



*Ilustración 73 Águila Blanquinegra. (R) Marco Pineda Maldonado, Conabio*

Los nidos de esta especie son estructuras grandes en forma de copa hechas de ramas y localizadas en la punta de árboles emergentes dentro del bosque primario. Las nidadas suelen ser de dos huevos.



*Ilustración 74 Distribución del Águila Blanquinegra en el Continente Americano*  
© Semarnat-Conanp

El juvenil se independiza de los padres aproximadamente al año de vida, permaneciendo en las cercanías del nido; el

juvenil de primer año se caracteriza por una cresta incompleta con solo una porción de las plumas negras y punteadas con blanco (Semarnat, 2019m).



*Ilustración 75 Distribución potencial del Águila Blanquinegra en México. (R)*  
Semarnat, Conanp.

---

## ZOPILOTE REY

El Zopilote Rey se encuentra entre las especies “carroñeras”, es decir, se alimenta exclusivamente de materia orgánica descompuesta, por lo que cumple la muy importante labor de limpieza del medio ambiente. El nombre de rey proviene de la dominancia de la especie sobre las otras al momento de alimentarse de la carroña. El nombre de rey proviene de la dominancia de la especie sobre las otras al momento de alimentarse de la carroña (Ferreira y Del Castillo, 2009). Esta ave juega un papel importante en la cadena trófica al iniciar el consumo del animal muerto y facilitar el acceso para que otros animales puedan alimentarse de estos restos orgánicos (Berlanga y Wood 1992). Tendencia poblacional: en declive (IUCN, 2012).

Su distribución histórica abarca desde el noroeste de México hasta el norte de Brasil, Argentina y Uruguay. esta especie ha sido extirpada en la mayor parte de su distribución histórica en México; se han reportado avistamientos en la Sierra de Zongolica; en la Reserva de la Biosfera de

Calakmul; en la Sierra de Ticul-Punto Put que se localiza en la unión de los estados Campeche, Yucatán y Quintana Roo (López-Santiago, 2008). También ha sido observado en vuelo de forma solitaria o en pares en la Reserva de la Biósfera El Triunfo. Se localiza en tierras bajas con bosque tropical siempre verde, bosque tropical deciduo, bosque de galería y bosque de pino, Prefiere el clima cálido, de húmedo a subhúmedo, con abundante precipitación en verano, en alturas menores a los 1,500 msnm; usualmente son solitarios; a excepción de los dormideros comunales. Es diurna, no migratoria. Nunca duerme en el mismo sitio, suele descansar bajo follajes bajos, para elevarse a la copa de los árboles al amanecer. Prefiere hábitats no perturbados lejos de la presencia humana. Percha en áreas boscosas bien conservadas, cerca de ríos y lejos de actividad humana, en especies como el tzalam, pucte y chicozapote (Semarnat, 2019m).



*Ilustración 76 Zopilote Rey © Marco Pineda Maldonado/Conabio*

Se alimenta de carroña y localiza los cadáveres por medio del olfato; con la vista identifica otros zopilotes que han encontrado comida. Se aparean durante la primavera, se reproducen principalmente durante la estación seca y las parejas reproductivas se mantienen de por vida.

Anidan en huecos de troncos, grietas, o en cuevas, a baja altura o en una parte limpia del piso del bosque en la base

de una palma espinosa. La incubación se produce en los meses de octubre y noviembre; su nidada está compuesta por un huevo de color blanco crema (95.6mm x 63.6 mm); el desarrollo de los pichones dura cinco meses, desde finales de noviembre a principios de abril. El polluelo abandona el nido 130 días después de la eclosión. Ambos padres comparten las responsabilidades de incubación. (Semarnat, 2019m) La principal causa de la alarmante disminución de su número es la deforestación de las selvas tropicales. Otra amenaza es la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados en los animales que carroñan, que hacen que los huevos puestos tengan cascarones muy delgados y por lo tanto muy frágiles, o en casos extremos con el embrión muerto. (Semarnat, 2019m).



*Ilustración 77 Distribución potencial del Zopilote Rey en América © Semarnat-Conanp*

La intoxicación por plomo es otra fuente de mortandad, ya que lo tragan de los restos de los venados cazados por el ser humano; además pueden intoxicarse por ingerir animales que han sido envenenados en los programas de control de plagas como ardillas y coyotes, o tragar cualquier objeto cuando llegan a comer en basureros al descubierto. La captura para el comercio es otra amenaza debido a que es una especie muy cotizada por su rareza. Muchas muertes de esta especie ocurren por desconocimiento de la gente

sobre la importancia o su papel ecológico; pobladores de comunidades de cerca de Calakmul han matado ejemplares con arma de fuego al pensar que puede comerse al ganado o hacer daño a las personas (San Vicente-López et al., 2010, en Semarnat, 2019m)



*Ilustración 78 Distribución potencial del Zopilote Rey en México © Semarnat-Conanp*

Para conocer más sobre las amenazas que enfrentan las aves, así como las estrategias de conservación que se están implementando, favor de dirigirse a los apartados Amenazas y Alternativas, de este documento.

---

## ANFIBIOS

Los anfibios se consideran como especies indicadoras de la salud de los ecosistemas, ya que se sabe que estos organismos son altamente vulnerables a la degradación del hábitat en cualquiera de sus formas y, actualmente el problema de la disminución de sus poblaciones es alarmante (IUCN-CI NatureServe, 2007), por lo cual es urgente localizar los sitios más importantes para su conservación. (Conabio)



*Ilustración 79 Rana arborícola lechosa (Trachycephalus typhonius) ®*

---

## REPTILES

En México se han descrito a la fecha 889 especies de reptiles, menos de 10% de las especies registradas en el mundo. Del total de las especies de reptiles que habitan en México, cerca de 50% (368) son endémicas. Dentro de las ANP se encuentran potencialmente 580 de 710 especies de reptiles, esto es 81.69% de las especies registradas. Al igual que los anfibios, los reptiles son vulnerables a la degradación del hábitat (Gibbons et al., 2000 en Conabio 2007 p. 38 )



*Ilustración 80 Ranera Perico (Leptophis ahaetulla) ®*

---

## COCODRILOS

Son uno de los depredadores superiores de los ecosistemas costeros tropicales; contribuyen a la dinámica de los cuerpos de agua, las redes tróficas y producen cambios significativos en los ecosistemas acuáticos. (Alonso-Tabet, 2009; Nifong y Silliman, 2013; en PACE Crocodylia, Semarnat-Conabio 2019). En México, el orden Crocodylia está representada por dos familias: la Alligatoridae, con el *Caiman crocodilus chiapasius* y la Crocodylidae, con el *Crocodylus acutus* y el *Crocodylus moreletii* (Álvarez del Toro, 1974, en Semarnat 2019). En 1970 se estableció una veda permanente al aprovechamiento de las tres especies de crocodilianos. Las poblaciones de *Crocodylus acutus* en México se encuentran estables, y debe mantenerse como especie bajo protección especial, según la Norma Oficial Mexicana. (Semarnat 2019)

En la última década ha habido un impacto importante sobre las poblaciones de crocodilianos en la costa de Chiapas, dada la creencia de la población de que “beber la sangre es

medicinal” para enfermedades como diabetes, cáncer e incluso VIH, lo cual no tiene respaldo científico. (Semarnat 2019)



*Ilustración 81 Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) ®*

---

## Caimán

El *Caiman crocodilus chiapasius*, o Caimán de anteojos, por su distribución restringida ha sido la especie menos estudiada en México y no tiene registros de IH-C o Interacciones Humano-Crocodilianos; sin embargo, se ha incrementado la actividad humana en su hábitat y se ha modificado el uso de suelo. La mayor cantidad de IH-C han

estado asociadas a las actividades locales como pesquería rústica y actividades turísticas. Este caían construye su nido en junio y las eclosiones suceden entre septiembre y octubre; el éxito de eclosión es superior al 85%, aunque la depredación de huevos por fauna silvestre causa una pérdida de casi del 50% de los nidos. (Semarnat-Conanp 2019) El caimán de anteojos se encuentra en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (NOM-059-Semarnat, 2010, en Semarnat 2019g)



*Ilustración 82 Distribución Potencial de Caiman crocodilus chiapasius © Conanp*

## COCODRILO DE RÍO

Es considerada una especie grande pues puede llegar a medir más de seis metros, aunque en la actualidad no superan los 4 metros de longitud (Semarnat 2019 p. 23). La cola es gruesa y con escamas sobresalientes en los bordes dorsales hasta unificarse en una sola fila al final de la cola. Las patas delanteras presentan cinco dedos separados y en las traseras se presentan cuatro dedos palmeados.

La hembra cuida permanentemente el nido hasta el nacimiento; las asiste al momento de nacer, las lleva al agua en sus fauces y las cuida por algunas semanas (Semarnat 2019 p. 25) Se demostró mediante incubaciones artificiales y datos in-situ que *Crocodylus acutus* tiene un patrón de determinación sexual por temperatura (DST) tipo F\_M\_F (Aguilar-Miguel, 1994; Charrau 2012 y Charrau et al 2017, en Semarnat 2019g)

Entre las principales amenazas se encuentran la captura ilícita con fines comerciales, destrucción y fragmentación del hábitat por actividades antrópicas, contaminación de

cuerpos de aguas, pérdida de áreas de anidación e impacto de infraestructura, desarrollo turístico y extracción de hidrocarburos; así como la hibridación entre *C. acutus* y *C. morletii*, en diversas zonas de Yucatán. (Semarnat, 2019g, p. 33)

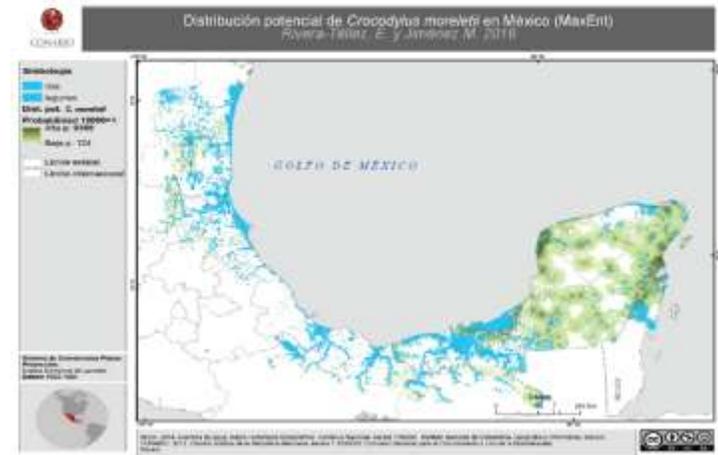


*Ilustración 83 Distribución potencial del Cocodrilo de Río (Crocodylus acutus) © Conanp*

## COCODRILO DE PANTANO

El *Crocodylus moreletii* mide en promedio de 3 m. (Casas-Andreu et al 2011 en Semarnat 2019g) Presenta cuerpo alargado y robusto, cráneo masivo, hocico largo con mandíbulas fuertemente dentadas, cuello corto, cola gruesa y lateralmente comprimida, extremidades cortas y fuertemente desarrolladas, cinco dedos en las extremidades anteriores y cuatro en las posteriores. (Álvarez del Toro, 1974; Casas-Andreu et al, 2013; Sigler y Gallegos, 2017, en Semarnat 2019g). Presenta una hilera de cuatro a seis escamas post-occipitales, dos pares de escamas nucales sobrepuestas, la primera fila con cuatro y la segunda con dos, con una clara separación de las nucales de las del tronco; el hocico es más corto y ancho que el del *C. acutus* (Méndez, 2001 Semarnat, 2019) Las poblaciones silvestres se encuentran en buen estado y con potencial para desarrollar proyectos productivos sostenibles en beneficio de las comunidades locales y de la conservación de la

especie y su hábitat. (Rivera-Téllez, et al, 2017 en Semarnat 2019g)



*Ilustración 84 Distribución potencial Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii)*  
© Conabio

Se calcula que el 50% de su área de distribución se encuentra en ambientes transformados. Entre las amenazas directas se encuentran la cacería ilegal, el exterminio de poblaciones en represalia por afectaciones a animales domésticos, cacería por temor de la población, pesca con artes inadecuadas y uso de embarcaciones en áreas de distribución. (Semarnat, 2019g)

---

## MAMÍFEROS

Los Mamíferos se dividen en tres grupos: los monotremas, que ponen huevos, (ornitorrinco y equidnas), los marsupiales, que tienen un marsupio o bolsa externa, (canguros y tlacuaches) y los placentario, en los que las crías nacen completamente desarrolladas. Los grupos más diversos de mamíferos son los roedores y los murciélagos.



*Ilustración 85 Nido de Coatí (Nasua Narica) ©*

Actualmente se reconocen 4,381 especies animales en el mundo. México ocupa el tercer lugar en diversidad de mamíferos después de Indonesia y Brasil . 488 especies son

terrestres, de las cuales 164 son endémicas y 47 especies son marinas (Conabio 2009).



*Ilustración 86 Regiones Terrestres Prioritarias © Conabio 1998*

Las 123 especies de mamíferos terrestres registradas en la península de Yucatán representan aproximadamente el 26 y 2% de la mastofauna terrestre reconocida para México y el mundo, respectivamente (Ceballos et al., 2005; Ceballos y Oliva, 2005; Ramírez- Pulido et al., 2005; Wilson y Reeder, 2005) y el 58% de las especies reportadas para la frontera sur del país, incluyendo Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo juntos (Lorenzo et al., 2008).

En México, los roedores son el orden con mayor número de especies; sin embargo, en la península de Yucatán el primer lugar lo ocupan los quirópteros, que representan aproximadamente el 47% de los murciélagos del país y el 52% del total de especies de la región, lo cual concuerda con lo descrito para escalas locales tropicales donde llegan a representar localmente hasta el 50% de las especies de mamíferos presentes (Patterson et al., 2003). El 8% de los roedores de México se distribuyen en la península (Ceballos y Oliva, 2005) con una escasa riqueza de cricétidos (12 especies), posiblemente debido

a que las cadenas montañosas y la erupción de volcanes en la porción norte de Chiapas, han sido una barrera para muchas especies de ratones (Espinoza et al., 2006). Todos los primates de México están presentes en la región y sólo el Orden Erinaceomorpha está ausente (Ramírez-Pulido et al., 2005; Wilson y Reeder, 2005).

En la península de Yucatán habita el 3% de las 151 especies y subespecies endémicas de mamíferos terrestres enlistados en la normativa mexicana (Semarnat, 2010), el 4% de las 159 especies endémicas al país y el 42% de las 55 a Mesoamérica (Ceballos et al., 2005). Esto significa, que

el 28% (n= 34) de los mamíferos terrestres de la península presentan algún grado de endemismo, lo cual se aproxima al patrón descrito para la Provincia Biogeográfica (5 especies), la región Neotropical en México (10 especies) y la Zona de Transición Mexicana (22 especies) (Morrone, 2005; Escalante et al., 2007; García-Marmolejo et al., 2008, citados por Sosa-Escalante et al, 2013 p. 9)

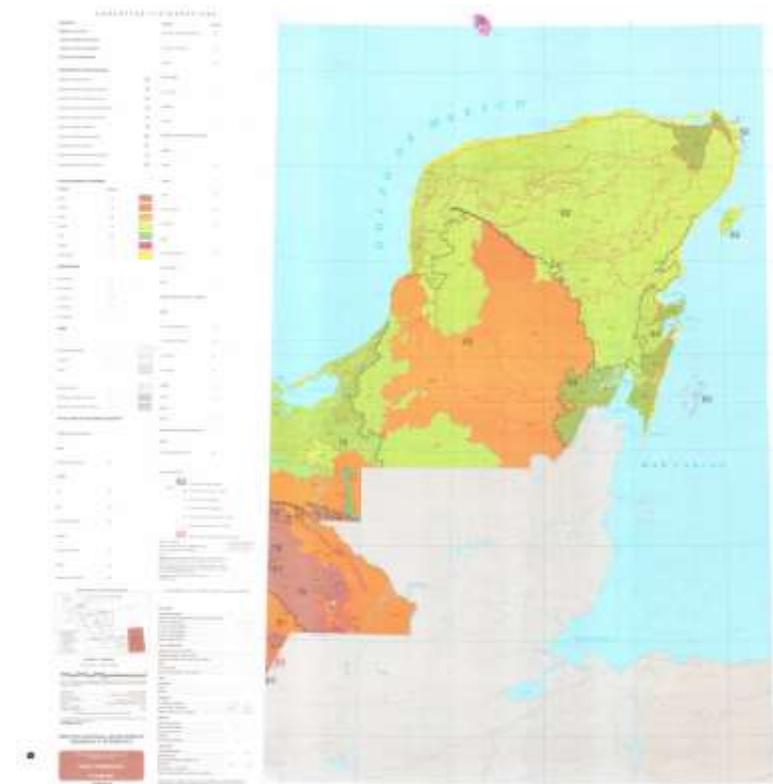
La conservación de los mamíferos de México es una prioridad nacional, en este sentido, los estudios tendientes a establecer el estado de conocimiento de este grupo faunístico a nivel estatal y nacional son de gran utilidad en el proceso de toma decisiones para favorecer, no sólo la conservación de las especies y sus hábitats, sino además la de los bienes y servicios ecológicos, económicos y sociales que sus poblaciones brindan. (Guzmán Soriano et al 2013)



*Ilustración 87 Coatí (Nasua Narica) ©*

La historia biogeográfica de la región ha configurado la composición de la mastofauna actual, pues se distribuyen tanto familias de origen Neártico; por ejemplo, Sciuridae, Felidae y Tapiridae, representados en la península por especies típicamente consideradas tropicales; por ejemplo, *Sciurus deppei*, *Panthera onca* y *T. bairdii*, así como taxa de origen Neotropical representados por primates (*Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi*), marsupiales, murciélagos, cingulatos (*D. novemcinctus*), pilosos (*Tamandua mexicana*) y algunos roedores (*Dasyprocta punctata* y *Cuniculus paca*)

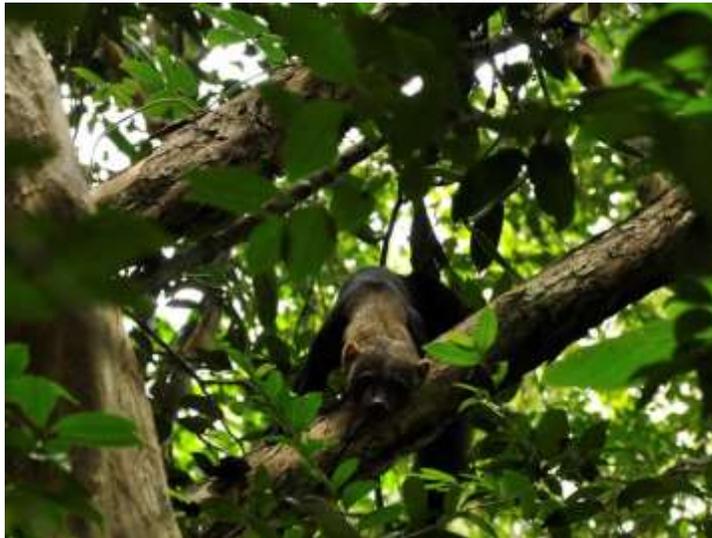
(MacFadden, 2006; Vázquez-Domínguez y Arita, 2010).  
(Sosa Escalante et al 2013 p 9)



*Ilustración 88 Provincias biogeográficas de La Península de Yucatán ©INEGI*

Para el caso de los mamíferos que se califican como endémicos a mesoamérica y cuya área de distribución comprende el territorio campechano, se ubican 20 especies: Un marsupial (marmosa mexicana), la musaraña maya (c.

Mayensis); el cacomiztle (*bassariscus sumichrasti*), el venado temazate (*m. Pandora*), 10 roedores, cuatro Murciélagos, el mono araña (*a. Geoffroyi*) y el aullador negro (*a. Pigra*; fig. 4) Cabe destacar que la ardilla yucateca (*sciurus yucatanensis*), los ratones *heteromys Gaumeri* y *otonyctomys hatti*; la musaraña maya (*c. Mayensis*) y el venado temazate (*m. Pandora*), están restringidos a la península de Yucatán, abarcando parte de Belice y Guatemala.



*Ilustración 89 Kinkayu- (Potos Flavus) © Imaginative*

En la península de Yucatán se distribuye el 64% de las 11 especies de mamíferos terrestres reguladas contra la explotación excesiva debido al comercio internacional en México y el 36% de las 14 incluidas en los apéndices I y II .(Cites, 2012; Conabio, 2012).



*Ilustración 90 Mono araña (Ateles geoffroyi) ©*

Este conjunto de mamíferos terrestres que además de estar en riesgo, también son considerados endémicos a México o Mesoamérica. Dicho conjunto lo conforman 2 grupos, uno formado por las 4 subespecies enlistadas como endémicas en la Norma Oficial, *P. pygmaeus* y *R. spectabilis*; y otro

constituido por 7 especies endémicas de Mesoamérica, y al mismo tiempo en peligro de extinción como *A. pigra* y *A. geoffroyi*, amenazadas como *Otonyctomys hatti*, *C. mexicanus* y *Lophostoma evotis* y sujetas a protección especial como *C. mayensis* y *Bassariscus sumichrasti*, que no han sido reportadas en los estados colindantes a la península de Yucatán (Lorenzo et al., 2008 en Sosa-Escalante 2013:p. 10).

Las únicas especies registradas en la región incluidas en Cites que al mismo tiempo están en peligro de extinción y son endémicas a Mesoamérica, son *A. pigra* y *A. geoffroyi*, hecho que por un lado refuerza su protección y, al mismo tiempo, muestra su vulnerabilidad ante el comercio ilegal.

---

#### QUIRÓPTEROS

Los 55 quirópteros registrados en la entidad constituyen el 39% de la riqueza de especies del total que habita en el territorio mexicano (140). Se agrupan en 36 géneros y siete familias, siendo la familia Phyllostomidae, con 27 especies, la mejor representada, contando con cinco de las ocho subfamilias reportadas para el país.

De la subfamilia Desmodontinae, compuesta únicamente por tres especies de hábitos hematófagos, dos habitan en Campeche (*Diphylla ecaudata* y *Desmodus rotundus*). De la subfamilia Phyllostominae destaca para el estado la presencia de la especie *Vampyrum spectrum*, considerado el murciélago más grande de América y un depredador importante en la cadena trófica. Por otra parte, en la entidad se cuenta con el 100% de representación de la familia Mormoopidae a nivel nacional. (Guzmán et al 2013 p. 110)



*Ilustración 91 Quiróptero © Imaginative*

## EL VOLCÁN DE LOS MURCIÉLAGOS DE CALAKMUL

Los murciélagos ocupan una amplia variedad de refugios naturales o de estructuras hechas por el hombre, como cuevas, minas, grietas de rocas, árboles (troncos huecos y follaje), porque pueden ser usados para el apareamiento, la crianza y la hibernación (Kunz 1982; Kunz y Lumsden 2003, citados por Vargas et al, 2012)

La cueva “El Volcán de los murciélagos” se ubica, en el km 106.5 de la carretera federal 186 Escárcega-Chetumal. Esta cueva es uno de los refugios de mayor importancia para la conservación de los murciélagos de la región de Calakmul. (Escobedo y Calme, 2005). Aquí se han identificado al menos nueve especies de murciélagos; una es nectarívora y las restantes insectívoras. (Vargas et al, 2012) Los murciélagos insectívoros proporcionan un servicio ambiental al reducir las poblaciones de insectos, muchas de las cuales constituyen plagas agrícolas; pues un murciélago consume casi 10 g de insectos cada noche (Hill y Smith 1984, citados por Vargas et al, 2012)



*Ilustración 92 Ubicación del Volcán de los Murciélagos. © Conabio BJ002*

Cada atardecer entre 0.8 y 2.3 millones de murciélagos salen a conseguir alimento. (Escobedo y Calme, 2005). Estas poblaciones se ven severamente amenazadas al ingerir insectos contaminados con plaguicidas; a su vez, las poblaciones de aves rapaces y charas que consumen murciélagos contaminados se ven amenazados, presentándose un efecto biomagnificador. (Vargas et al, 2012 p.58)

La cueva recibe presiones humanas de diversas índoles como visitas no reguladas, modificaciones ambientales injustificadas y atropellamiento de murciélagos por automóviles en exceso de velocidad en la vía de comunicación más inmediata a ella.

Escobedo y Calmé, en el subproyecto Murciélagos (Conabio BJ002, 2005) señalan que el número de visitantes por día oscilan entre cero y 46 personas. Los meses con mayor frecuencia de visitas son los periodos vacacionales de semana santa y verano; lo cual coincide con la temporada de preñez y el inicio de la lactancia de los murciélagos; por lo que se requiere de acciones de conservación. Según su análisis, la mayoría de los grupos de visitantes son mexicanos (72%), seguidos por grupos extranjeros (18%) y mixtos (9%) y su diagnóstico refleja que la actividad turística en la cueva no responde al marco ecoturístico dentro del cual se ha justificado, ya que los impactos negativos causados por los visitantes, tanto a la cueva como a sus alrededores son evidentes y ponen en riesgo la permanencia de su principal atractivo: los murciélagos. No existen medidas de mitigación de esos impactos negativos y mientras no se tenga control sobre ellos, no se recomienda

la difusión y promoción a gran escala de la cueva como destino ecoturístico. (Conabio BJ002:1)

Urge la necesidad de generar el plan de manejo y de conservación de los murciélagos que habitan este refugio, catalogado multiespecífico de alta abundancia, pero no integrado en las estrategias de conservación de cuevas mexicanas. (Vargas et al, 2012 p. 61)

De acuerdo con el decreto de creación de “Balam-Ku” (Secretaría de Ecología 2005) como Zona Sujeta a Conservación Ecológica, la cueva se ubica dentro de ella, descrita como el área para la Conservación de Murciélagos, no existen medidas de regulación sobre la conducta de los visitantes a la cueva.

---

#### PRIMATES

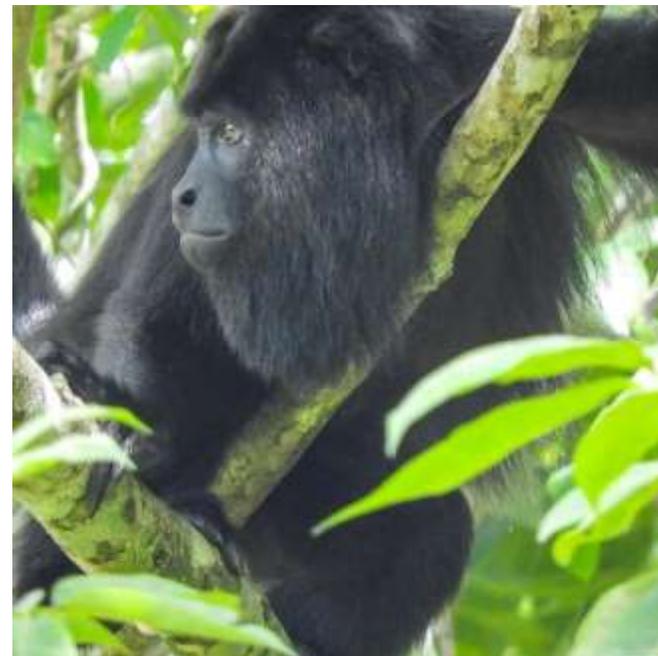
En México habitan tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro, (*Alouatta pigra*), el mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (representado por dos subespecies *Ateles geoffroyi vellerosus* y *A. geoffroyi yucatanensis*). Estos primates alcanzan su distribución más norteña en el continente americano en las selvas tropicales húmedas del sureste del

país. Sus hábitos arborícolas y su alimentación basada principalmente en hojas y frutos las hacen muy vulnerables a la destrucción, fragmentación y degradación del hábitat, que ha sido muy extensa en las selvas tropicales de México (se ha perdido y degradado cerca de 77% de la cobertura original). Además, son afectados por la caza furtiva y el comercio ilegal. (Conabio, s/f)<sup>ii</sup>

Dado el grado de amenaza que enfrentan las poblaciones de primates en México, así como por el importante papel que desempeñan en la regeneración de los ecosistemas tropicales, los primates se han considerado como especies prioritarias para dirigir las acciones de conservación. Es decir, son consideradas especies “sombrija”, para que las acciones planteadas permitan, no sólo la recuperación de los primates mexicanos, sino también de los ecosistemas de los cuales son parte y de las especies que conviven con ellas.

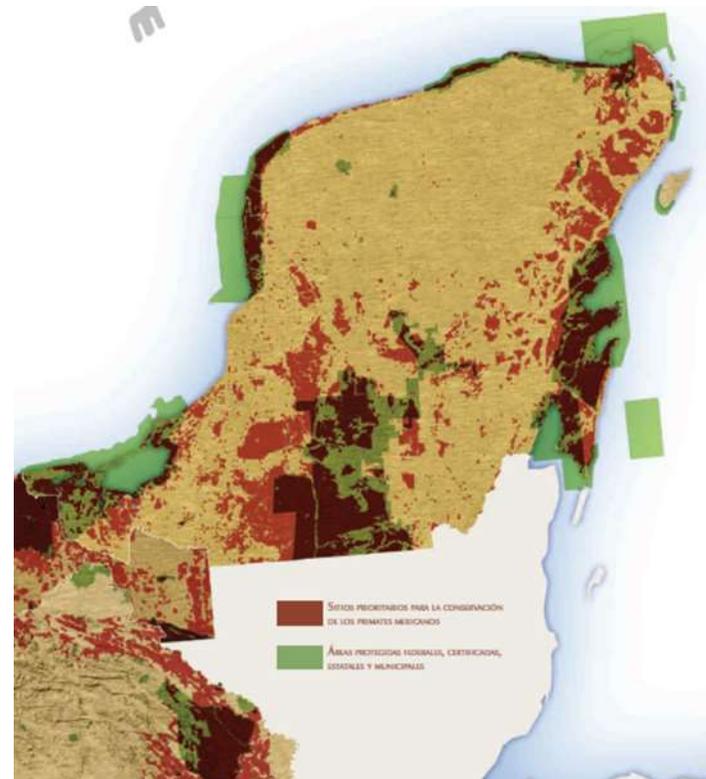
La identificación de sitios prioritarios para su conservación representa un primer paso necesario para orientar de manera más efectiva las acciones para su protección, y es una herramienta de gran valor para la continuidad del Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE) . Los análisis fueron coordinados por la Conabio, la

Asociación Mexicana de Primatología, A.C. y la Conanp. La participación de numerosos especialistas en el estudio de primates en México fue fundamental para definir la distribución potencial de los primates y determinar los criterios para el diseño de áreas prioritarias en tres regiones (Península de Yucatán; Veracruz y Tabasco; y Guerrero, Oaxaca y Chiapas). (Conabio, s/f)<sup>iii</sup>



*Ilustración 93 Mono Aullador (Alouatta pigra) ©*

Los sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos ocupan en total una superficie de 71,808 km<sup>2</sup> (15.4 % del área de ocho estados del sureste mexicano), que coincide en 33.7% con las áreas protegidas y entre 32.6 y 80% con los sitios prioritarios terrestres según la región de estudio. Los criterios para el diseño de áreas prioritarias fueron los tipos de vegetación primaria y secundaria arbórea, como indicador del hábitat disponible de los monos araña y aullador; y el índice Mexbio, que integra impactos antropogénicos, como uso de suelo, infraestructura, fragmentación y cambio climático.

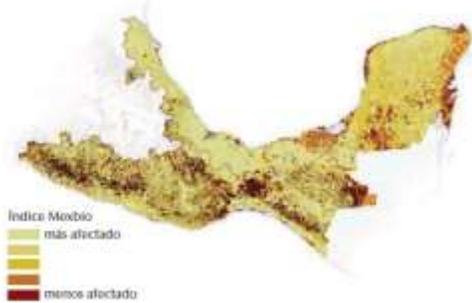


*Ilustración 94 Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos. © Conabio*



Vegetación utilizada por los primates

FIGURA 2. Vegetación primaria y secundaria arbórea que constituye los principales hábitats de los primates mexicanos.



Índice Mexbio  
 más afectado  
 menos afectado

FIGURA 3. Índice Mexbio que resume el impacto antropogénico por el cambio de uso del suelo, la infraestructura carretera, la fragmentación del hábitat y el cambio climático.

Ilustración 95 Arriba, vegetación primaria y secundaria arbórea hábitat de primates mexicanos. Abajo, Índice Mexbio (impacto antropogénico) © Conabio

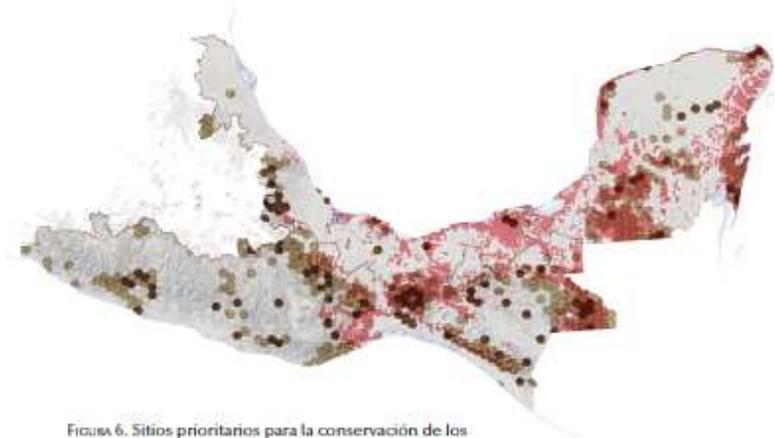


FIGURA 6. Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos y su coincidencia con las prioridades de conservación de la biodiversidad terrestre.  
 Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos  
 Sitios prioritarios terrestres de importancia extrema  
 Sitios prioritarios terrestres de importancia alta

Ilustración 96 Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos y su coincidencia con las prioridades de conservación de la biodiversidad terrestre. © Conabio

## FELINOS

El Programa de Acción para la Conservación del Ocelote, Margay y Jaguarundi, editado por SEMARNAT/CONANP en 2018, establece que de las seis especies de felinos silvestres que habitan en México (Ceballos, 2014), cuatro pueden considerarse como felinos pequeños: Ocelote (*Leopardus pardalis* Linnaeus, 1758), Margay (*Leopardus wiedii* Schinz, 1821), Jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi* Lacépède, 1809) y Lince (*Lynx rufus* Schreber, 1977). De estos, los tres primeros son especies protegidas en México (Semarnat, 2010) y a nivel mundial se considera que sus poblaciones están a la baja (IUCN, 2017) (Semarnat/Conanp, 2018) El Jaguar Es el felino más grande de América. Algunos consideran que todos los jaguares son una sola especie; sin embargo, otros piensan que se subdivide entre tres a ocho subespecies, de las cuales, en México viven cinco (*Panthera onca*: *P. o. hernandesii*, *P. o. arizonensis*, *P. o. centralis*, *P. o. goldmani* y *P. o. veraecrucis*) (Conabio, 2011)

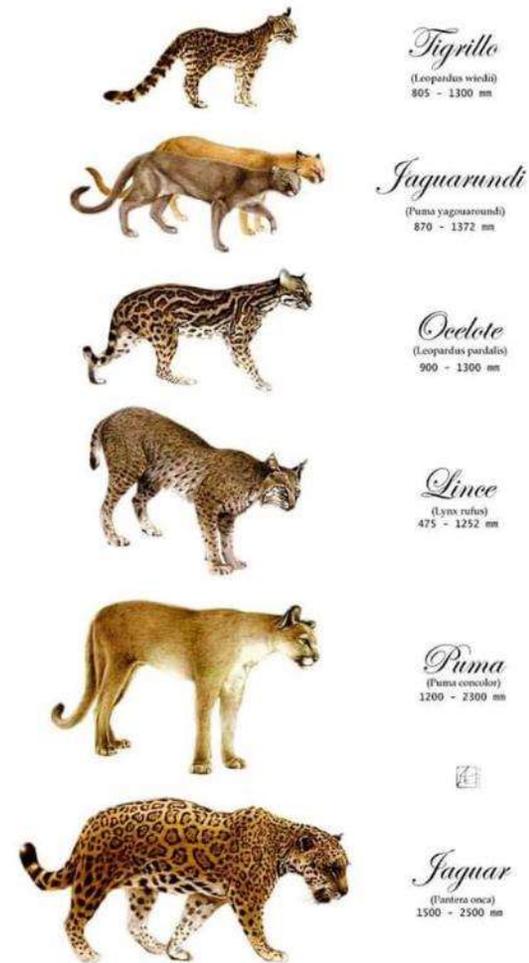


Ilustración 97 Felinos de México © Adrián Flores Gallardo



Ilustración 98 Distribución del Ocelote en México © Sdmarnat-Conanp



Ilustración 99 Distribución del Margay y Jaguarundi en México © Semarnat-Conanp



Figura 2. Distribución de Jaguares residentes en México (tomado de Howell y Webb, 1995; modificado de SEMARNAP-INE, 1999)

Ilustración 100 Distribución potencial del Jaguar en México © Semarnat

Los Jaguares son un elemento importante en los ecosistemas, ya que son especies clave, bandera y paraguas (Miller et al., 1998, 1999). Se considera como la piedra angular para los planes de conservación a escala regional o de país, ya que tiene una amplia distribución, requiere de extensas áreas para sobrevivir y habita una gran variedad de ecosistemas (Ceballos et al., 2002; Medellín et al., 2002).

Justamente por sus requerimientos de espacio y a la fragmentación de estos, aunado a su cacería y a los estigmas que aún prevalecen. Las poblaciones de esta especie son cada vez menos. Si bien es cierto que existe una veda permanente desde 1987 (SEDUE, 1987). Esta declaración no ha sido suficiente para garantizar la preservación del Jaguar. Y aunque han existido acciones como la creación de Áreas Naturales de Protegidas y otras herramientas de conservación, que han contribuido en gran medida a la conservación de territorios hábitat para esta especie, aún se considera como una especie en riesgo y prioritaria para la conservación. (PACE Jaguar, 2009)

Uno de los factores más relevantes para la pérdida de poblaciones del Jaguar, es la falta de reconocimiento al

papel ecológico que cumple esta especie en el ecosistema y por lo tanto del beneficio social que puede generar a través de su papel de especie bandera y paraguas a la vez (Miller y Rabinowitz, 2002); en muchos sitios se le sigue considerando simplemente como un animal peligroso. (PACE Jaguar, 2009)



*Ilustración 101 Fototrampeo en Reserva Natural Río Secreto. © Jaguar Wildlife Center, A.C.*

El puma alcanza entre 2 y 2.4 m de longitud. Las orejas son redondeadas. La cola es larga y representa cerca de un tercio de la longitud total del animal. El pelaje varía en longitud y textura; generalmente es corto y áspero, de color uniforme, pardo grisáceo claro a pardo oscuro rojizo. Los lados del rostro, la parte trasera de las orejas y el extremo de la cola son oscuros. El frente de la boca, la garganta y el vientre son de color blanquecino cremoso. Solo las crías presentan manchas.

Se distribuye desde el oeste de Canadá y de Estados Unidos de América, por todo México hasta la Patagonia. Se adapta con facilidad tanto a las altas montañas, como a las áreas secas y desérticas o a la sabana. Lo importante para este felino es la presencia de venados en el hábitat, pues es su presa favorita. Se considera trofeo de caza cinegética. Esta especie está clasificada en Peligro de Extinción (P) en la Norma Mexicana NOM-059-ECOL -2001. (Gob. Yucatán s/f)<sup>iv</sup>



*Ilustración 102 Puma Concolor © Elvia Esparza, Conabio*

Su aprovechamiento está regulado por la Ley General de Vida Silvestre a ser aprovechado bajo la modalidad de UMA's, pero actualmente no existe ninguna UMA registrada que aproveche esta especie, solamente como zoológicos para reproducción en cautiverio. (Gob. Yucatán s/f)

---

## UNGULADOS

---

### TAPIR

De acuerdo con información proporcionada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el tapir es el mamífero terrestre de mayor tamaño en el trópico mexicano; puede alcanzar un peso de hasta 300 kilogramos; tiende a ser solitario y puede tener actividad tanto diurna como nocturna; es excelente nadadora y buceadora, capaz de cruzar ríos caminando sobre el fondo de los mismos; se alimenta de hojas, frutos, semillas y corteza de hierbas, arbustos y árboles. Es un importante dispersor de semillas por lo cual juega un papel importante en la dinámica de los bosques tropicales donde habita. En México, el tapir habita en los bosques tropicales húmedos y el bosque mesófilo de montaña, principalmente en los estados de: Chiapas, Oaxaca y Quintana Roo, en las Áreas Naturales Protegidas Calakmul, Montes Azules, Sian Ka'an, La Sepultura, La Concordia, El Triunfo y Selva El Ocote. (Conanp, 2017)



Ilustración 103 Distribución del Tapir. © Ilustraciones Stephen Nash  
IUCN/CSS/Tapir Specialist Group

Los tapires centroamericanos tienden a ser solitarios y pueden tener actividad tanto diurna como nocturna, sin embargo, sus desplazamientos son mucho más largos y frecuentes durante las primeras horas de la noche (Williams, 1984; Foerster, 1998). Son capaces de cruzar ríos caminando sobre el fondo de los mismos, y también utilizan un sistema de senderos bien definidos.

Los principales depredadores de tapires son los jaguares, pumas, cocodrilos de gran tamaño y el ser humano (Vaughan, 1986; Eisenberg, 1989; Álvarez del Toro, 1991; Emmons y Feer, 1997; Palacios, 2005; en PACE Tapir 2009, Semarnat-Conanp).

El tapir centroamericano tuvo un rango de distribución desde el sureste de México hasta el noroeste de Colombia. Las altas tasas de deforestación y fragmentación en Mesoamérica han restringido la distribución actual del tapir principalmente en áreas protegidas y/o zonas remotas en todos los países de la región, excepto en El Salvador, donde la especie ha sido extirpada (Matola et al., 1997).



Ilustración 104 Distribución histórica y actual del Tapir en México. © Conanp

La densidad y abundancia del tapir centroamericano varía entre localidades dependiendo de factores tales como la topografía, humedad, tipo de vegetación dominante en el área, disponibilidad de alimento y agua, presencia de ganado y otros animales domésticos, y presencia humana. (PACE Tapir, Semarnat-Conanp, 2009)

---

## PECARÍ

El pecarí, a diferencia del Venado y el tapir, vive en grupos numerosos, de entre 10 y 300 individuos, ocupando un amplio territorio del sureste mexicano. un grupo necesita más de 100 km<sup>2</sup> para vivir; alimentándose de especies como el ramón y el zapote, e incluso pequeños peces que viven en las aguadas, como las anguilas. (Hernández, Moreira y Reyna 2006)

La longitud y el peso de los adultos pueden variar entre 905 y 1390 milímetros, y entre 25 y 40 kilogramos, respectivamente (Sowls 1997). El color de su pelaje es negro grisáceo con tonos blancos en los labios y mejillas, el pelaje dorsal es muy largo. Presenta una glándula secretora de almizcle en la parte posterior del dorso a unos 20 centímetros de la pequeña cola, las patas son cortas, delgadas y con cuatro dedos terminados en pezuñas (Leopold 1983; March 1993; Mayer y Wetzel 1987; Sowls 1997. Los depredadores naturales de esta especie son principalmente el Jaguar (*Panthera onca*), el Puma (*Puma*

concolor) y los Cocodrilos (*Crocodylus* spp.). (Conanp, 2018)

En la región de Calakmul se encontró que gran parte de los extensos movimientos de los pecaríes durante la estación seca del año (hasta 15 kilómetros en un día) se relacionan con la búsqueda de agua (Reyna-Hurtado et al. 2012). Un comportamiento interesante de esta especie es el uso de una variedad de sonidos y olores para comunicarse entre individuos. (PACE Pecarí Semarnat-Conanp 2018)



México Antonio Pineda Maldonado/CONABIO

*Ilustración 105 Pecarí de Labios Blancos © Marco A. Pineda Maldonado (Conabio)*

La distribución histórica de este mamífero en el país incluyó las planicies costeras cubiertas por bosques tropicales húmedos y subhúmedos del Golfo de México, Mar Caribe y Pacífico sur, incluyendo los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas. Estudios recientes han estimado que ha desaparecido de un 84 % de su rango histórico de distribución en México (Altrichter *et al.* 2012).

En la actualidad esta especie prácticamente ha desaparecido del estado de Tabasco, y en Veracruz (Uxpanapa) y Yucatán (Dzilam) sobreviven poblaciones pequeñas y aisladas (Naranjo *et al.* 2012; Reyna-Hurtado 2002; L. Pereira y C. Alcérreca, *com. Pers.* 2012). Solo los estados de Campeche, Chiapas y Quintana Roo conservan poblaciones importantes en las Reservas de la Biosfera de Calakmul, Montes Azules y Sian Ka'an, respectivamente (Naranjo *et al.* 2012).

La situación de las poblaciones de este mamífero en México y Centroamérica es precaria. La especie aparece en las

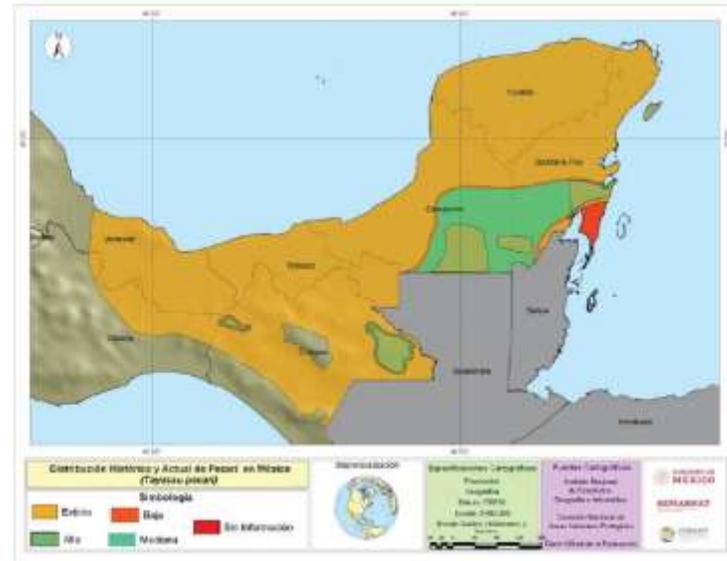
listas de la UICN como casi amenazada (IUCN 2012), la NOM-059-Semarnat-2010 (Semarnat 2010) y en el Apéndice II del CITES, en el que se especifica que cada país en el que existen poblaciones de esta especie deberá tomar las medidas necesarias para evitar que el comercio internacional de pieles u otros productos, se convierta en un factor de amenaza (CITES 2012). (PACE Pecarí, Semarnat-Conanp 2018)

Hernández, Moreira y Reyna, (Conabio, 2016) señalan que conservar a esta especie es una prioridad pues posee un efecto muy alto en la composición de semillas del bosque tropical al dispersar algunas y depredar muchas de ellas y al ayudar en el mantenimiento y conservación de la diversidad arbórea; también modifican los suelos y mantienen las pozas de agua, además de ser presas importantes de grandes carnívoros como el jaguar. Son, también, unas de las especies preferidas por los cazadores de subsistencia, formando así parte de la dieta de numerosas familias campesinas de México, Centro y Sudamérica.

La razón del porqué esta especie se encuentra en peligro es por varios factores, entre ellos su distribución tan restringida, requiere ambientes bien conservados para vivir y reproducirse, pues es muy sensible a la perturbación del hábitat. y su comportamiento gregario (formar grupos numerosos) y de defensa en conjunto ocasiona que durante una cacería se aniquilen muchos individuos, ya que la manada no huye sino que se queda a defender al grupo.

La desaparición o disminución de sus poblaciones puede afectar el curso de otros procesos ecológicos, como un mayor ataque a animales domésticos por parte de depredadores como el jaguar y el puma; efectos en la dispersión y germinación de semillas de muchos árboles, lo que ocasiona una disminución en la diversidad arbórea del bosque, así como el descontrol de algunas poblaciones de herbáceas que pueden crecer aceleradamente afectando la dinámica y estructura de las selvas. De igual forma, pueden influir en la alimentación de familias campesinas, las cuales tienen que adoptar el consumo de carne procesada y ciertas

prácticas agrícolas y ganaderas, que traen como resultado una perturbación ambiental. (Hernández, Moreira y Reyna, 2016)



*Ilustración 106 Distribución actual del Pecarí (Tayassu pecari) © Conanp*

## VENADO COLA BLANCA

Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es de tamaño mediano, cuello largo y grueso, patas largas y fuertes (Aranda, 2000) La forma de sus dientes les permite triturar una gran variedad de plantas y son los únicos mamíferos a los que les crecen cada año las astas, las cuales se presentan únicamente en los machos (Mandujano et al, 2011) Los ejemplares juveniles son moteados en la región dorsal y son llamados cervatos o cervatillos. Una de las señales características es mostrar su cola blanca alzada y en forma de abanico cuando se siente amenazado (Villarreal, 2009, en Semarnat, 2014)

Los venados se comunican e identifican de forma química utilizando glándulas exócrinas que poseen en varias partes del cuerpo (Galindo-Leal y Weber, 1998, en Semarnat, 2014)

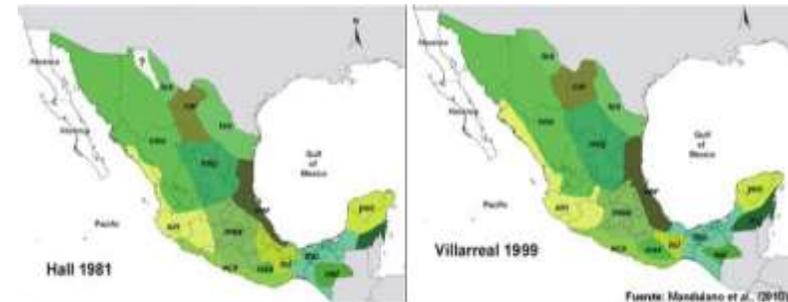
Mandujano et al (2010) ubican a las 14 subespecies en tres eco-regiones asociadas a diferentes tipos de vegetación.

Las subespecies del sureste están asociadas al bosque

tropical perennifolio, bosque mesófilo y bosque tropical subcaducifolio. (Semarnat, 2014)



*Ilustración 107 Cría de Venado UMA Nojoch Kej, Q. Roo ©*



*Ilustración 108 Distribución de las 14 subespecies de venado cola blanca en México (Semarnat 2014)*

La calidad del hábitat del venado está dada por la disponibilidad de alimento, agua, cobertura vegetal y espacio; por lo que el tamaño de la población y/o la capacidad de carga del ecosistema, estará en función de estas características. Mandujano y Gonzalez-Zamora (2009) determinaron que se requiere un área mínima crítica de entre 1,667 a 50,000 ha. para sostener poblaciones mínimas viables de 500 venados. (Semarnat, 2014)

Su dieta consiste en pastos, hierbas verdes, gramíneas, enredaderas, suculentas, plantas acuáticas, hongos, nueces, líquenes y ramonean el follaje y ramas tiernas de arbustos (Álvarez-Romero y Medellín, 2005, en Semarnat 2014) Ninguna planta en particular puede mantener el nivel de nutrientes que requiere el venado para obtener un óptimo crecimiento y reproducción. (Semarnat 2014)

Los factores limitantes de la supervivencia de la especie se encuentran dentro de las necesidades básicas de cobertura, alimento, espacio y agua. (Fullbright y Ortega, 2007) Los principales depredadores del venado cola blanca son el humano en primer término, el puma, el coyote y el gato montés. Además en la península de Yucatán se ha introducido la subespecie *O.v. texanus* por los promotores

de la cacería deportiva, poniendo en riesgo a la subespecie endémica *O.v. yucateensis*. (Semarnat, 2014)

---

#### VENADO TEMAZATE

Se reconocen dos especies de temazates en México, temazate café o bayo (*Mazama pandora*), temazate rojo (*Mazama americana*); y junto con el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) son los mamíferos de caza más importantes en los ecosistemas tropicales de México. El temazate rojo es la especie de venado más pequeña de México. Proveen hasta un 80 % del total de la biomasa de cacería de subsistencia en comunidades locales (Escamilla et al., 2000; Weber, 2000; Naranjo, 2002 en Weber 2014 p421) Las poblaciones de venado han atravesado por un proceso dinámico de extirpación y recuperación en muchas regiones de México; muy probablemente como resultado de la cacería sin control (Weber 2014)

El temazate yucateco se ubica en la península de Yucatán, al sureste de México. Hay registros de la especie en los tres estados de la península de Yucatán (Yucatán, Campeche y Quintana Roo).



Ilustración 109 Distribución de Temazate Yucateco (*Mazama pandora*) © Conabio

En los trópicos mexicanos, tanto los venados cola blanca como los temazates son especies solitarias. La única estructura social que se conoce de estas especies son pequeños grupos (en su mayoría formados por un macho y hembra o hembra y crías). (Weber, 2005).

Las dietas de las tres especies de venados están bien separadas en nichos ecológicos diferentes. El temazate rojo es un venado fuertemente frugívoro. El temazate café es

intermedio entre ramoneador y frugívoro, pero utiliza un rango más amplio de recursos vegetales que el temazate rojo. El venado cola blanca es principalmente un ramoneador y frugívoro oportunista, consumiendo la variedad más amplia de recursos vegetales. (Weber, 2014)

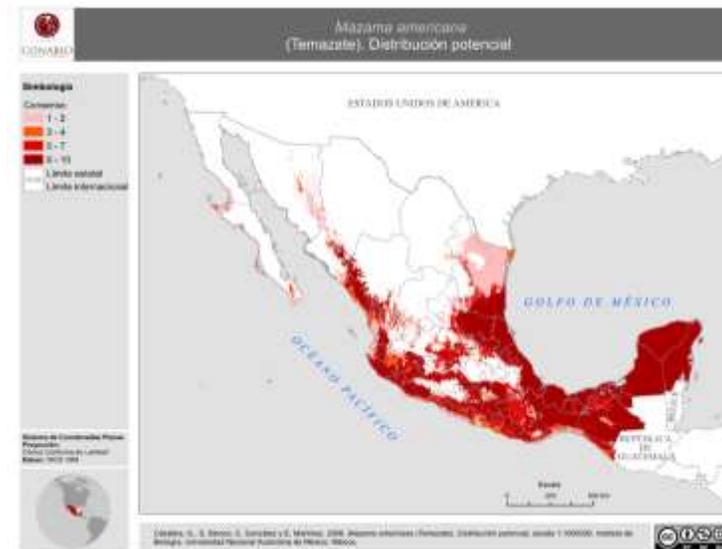


Ilustración 110 Distribución de Temazate Rojo (*Mazama americana*) © Conabio

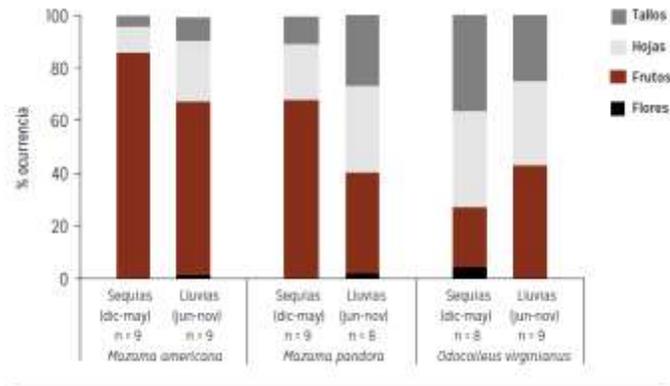


Ilustración 111 Composición estacional de la dieta por especie ©Weber 2014

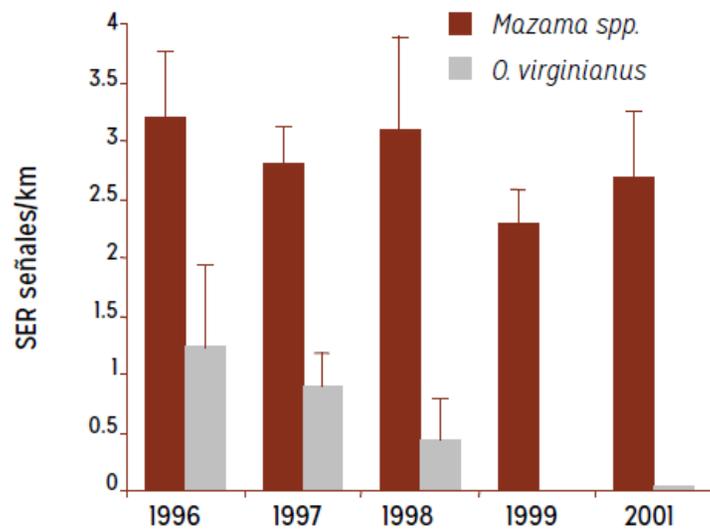


Ilustración 112 abundancia relativa de las diferentes especies de venado. Transcto Calacmul © Weber

La abundancia relativa de los dos temazate es de 3 a 5 veces mayor a la de los venados cola blanca, sugiriendo que los hábitats tropicales del temazate en Yucatán no son hábitats óptimos para los venados cola blanca (Weber, 2005).



Ilustración 113 Registro de presencia, venado cola blanca © Conabio

---

## BIODIVERSIDAD MARINA

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad señala que la biodiversidad marina de México se encuentra amenazada por diversas actividades humanas; principalmente la contaminación y las actividades pesqueras sin criterios ecológicos que permitan su sustentabilidad; resaltando que mientras aumenta la demanda por recursos turísticos y alimenticios, entre otros, la presión sobre las costas y mares mexicanos se incrementa, por lo que resulta fundamental priorizar las zonas de mayor importancia para su conservación. La principal estrategia para la conservación en México ha sido el establecimiento de áreas protegidas; aunque los ecosistemas marinos se encuentran subrepresentados y sólo 1.38% de los ambientes oceánicos está protegida bajo algún decreto de área protegida. (Conabio, s/f)



*Ilustración 114 Asociación de Microbialitos en la base de un Mangle ©*

---

## ARRECIFES

Comunidades marinas de aguas poco profundas cercanas a la costa, dominada por comunidades coralinas y estructuras rocosas, con una gran diversidad de especies de algas, invertebrados y peces. Pueden ser coralinos, rocosos, mixtos y artificiales. Los arrecifes están cercanamente ligados con otros ecosistemas, ya que estas grandes estructuras coralinas o rocosas, cambian la dirección y velocidad de las corrientes marinas y ayudan en el establecimiento de otros ecosistemas costeros como manglares y pastos marinos. Entre estos ecosistemas existe una relación muy importante donde organismos juveniles de peces e invertebrados de diferentes especies pasan su periodo de larva y juvenil en zonas de manglares y pastos marinos. Una vez que llegan a la etapa adulta, migran a los arrecifes en donde se reproducen y liberan sus huevecillos. Pocas horas después las pequeñas larvas harán su viaje a los manglares y pastos en donde crecerán hasta alcanzar el tamaño necesario para poder regresar al arrecife y el ciclo vuelve a repetirse. (Conabio s/f)<sup>v</sup>

---

## FAUNA DE PASTOS MARINOS

Los pastos marinos, proporcionan una variedad de microhábitats a muchos organismos como hidrozoarios y anémonas, protozoarios, esponjas, poliquetos, balanos, y una gran variedad de caracoles que viven sobre las hojas y tallos de los pastos; y asociados a las raíces y al sustrato se encuentran las diatomeas, copépodos, nematodos, bivalvos, cangrejos y camarones, pepinos, estrellas de mar y erizos.

Muchos animales en sus etapas larvarias o de juveniles, aprovechan estas praderas como zonas de refugio, alimentación y protección. Entre estas especies hay una gran variedad de peces como: pargos, burritos, mojarras, así como invertebrados como camarones y jaibas.

Aunque este tipo de plantas no son el alimento predilecto de muchos animales debido a su constitución fibrosa, son el alimento principal para algunas especies clave como el manatí (*Trichechus manatus*), el cual ramonea en las praderas de pastos marinos del Golfo de México y Caribe. El ganso de collar (*Branta bernicla*) que viaja miles de kilómetros desde Alaska hasta Laguna de San Ignacio en Baja California Sur, se alimenta de los pastos, además de buscar en ellos refugio. La tortuga verde (*Chelonia mydas*),

también se alimenta principalmente de pastos (*Zostera marina*). (Conabio, s/f)<sup>vi</sup>



*Ilustración 115 Tortuga Verde (Chelonia Mydas) ®*

---

## TORTUGAS

Las tortugas marinas realizan diferentes funciones en los ecosistemas en que se encuentran y se desarrollan, contribuyendo en el equilibrio, resistencia y resiliencia de estos sistemas a lo largo de períodos de tiempos prolongados. (PACE Tortuga Carey, Semarnat-Conanp 2018)

---

## TORTUGA VERDE

Las tortugas del género *Chelonia* presentan la mayor variación de coloración a lo largo de su rango de distribución entre las tortugas marinas, pasando del casi blanco jaspeado al negro y pueden ser encontradas a través de las aguas tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Márquez, 1990). A la Tortuga Verde se le localiza en diferentes hábitats: se ha registrado la anidación en 80 países, en los que se incluyen las costas mexicanas (GETM, 2004). Las crías, juveniles y adultos migrantes ocurren en zonas pelágicas; las principales colonias de anidación en el mundo de Tortuga Verde ocurren en Tortuguero (Costa Rica), Isla Raine (Australia), Omán, y Brasil (Dodd, 1997; GETM, 2004). En México, la Tortuga Verde anida en las playas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo No se tiene conocimiento que la especie anide en Tabasco (Dodd, 1997, citados e PACE Tortuga Verde, Semarnat-Conanp 2018:17)



Ilustración 116 zona de alimentación y anidación de tortuga verde © Semarnat-Conanp

La población de Tortuga Verde de Quintana Roo forma parte importante de los ecosistemas marinos a todo lo largo del Atlántico Norte, Caribe, Centroamérica y México. Las Tortugas Verdes que nacen en playas de Quintana Roo migran a diversas áreas de forrajeo, registrándose individuos de cinco a siete años de edad en las Bahamas (Bjorndal et al., 2003), Florida, Barbados, Nicaragua y Cuba (Negrete 2006; Herrera et al., 2007). Por otro lado, también existe el registro de hembras anidadoras de Tortuguero,

Costa Rica y de Isla Aves, Venezuela alimentándose en las costas de Quintana Roo (Groombridge y Luxmoore, 1989)

La especie *Chelonia mydas* está considerada En Peligro en todo su rango de distribución por la UICN (IUCN, 2012), registrándose una disminución global de más del 50 % en menos de tres generaciones (Seminoff, 2004). Algunas poblaciones, como las del Pacífico oriental, han registrado declinaciones de más del 80 %. En México, la especie está listada como En Peligro de Extinción por La NOM-059-Semarnat-20101. ( Semarnat-Conanp 2018.A p.23)

#### TORTUGA CAREY

La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) es una de las especies de tortuga marina más vulnerable en el mundo. Dicha vulnerabilidad la ha puesto al borde de la extinción debido a numerosos impactos sobre sus poblaciones y hábitats. Esta especie confluente en diferentes ambientes marinos de alta relevancia para actividades económicas, e influye de manera significativa sobre el estado de salud de estas áreas de importancia para el hombre. (Conanp, 2018)<sup>vii</sup> En México, dicha especie anida en ambos litorales del país,

pero sus sitios más importantes de reproducción son aquellos que se encuentran en el Golfo de México y el Caribe Mexicano, desde Veracruz hasta Quintana Roo (exceptuando Tabasco) (Márquez, 1996). De igual manera los principales sitios de alimentación de poblaciones juveniles y adultas en las aguas mexicanas son aquellas localizadas en el Golfo y Caribe Mexicano. (Semarnat-Conanp 2018.B)



*Ilustración 117 Distribución de hábitats utilizados por la toruga Carey®  
Semarnat-Conanp 2018*

#### TORTUGA CAGUAMA

Esta especie de tortuga marina se distribuye en ambos litorales de la República Mexicana, sin embargo los hábitats que ocupan son diferentes y la problemática también. La Tortuga Caguama anida en las costas del Golfo de México y Caribe Mexicano, siendo la zona de mayor densidad de anidación la costa del estado de Quintana Roo. En el litoral del Pacífico mexicano, la especie no cuenta con zonas de anidación; la población identificada de Tortuga Caguama en Baja California Sur - localmente conocida como “Tortuga Amarilla” - consta de juveniles y subadultos pertenecientes a la población que anida en Japón. Su distribución abarca todo el Pacífico Norte, pero permanece la mayor parte de su ciclo de vida en el área de crianza cerca de la costa, en la Península de Baja California (Nichols, 2003 y Seminoff et al., 2006). (Conanp. 2019) <sup>viii</sup> La Tortuga Caguama es una especie altamente migratoria con un ciclo de vida complejo que se caracteriza por diversos estadios juveniles que ocupan hábitats diversos, desde exclusivamente oceánicos hasta neríticos, con los adultos realizando migraciones hacia

las playas de anidación (TEWG, 2009) No se han reportado anidaciones de Tortuga Caguama en playas del Pacífico mexicano, pero sí una importante zona de alimentación localizada frente a las costas de la península de Baja California Sur. (Semarnat-Conanp 2018.C)



*Ilustración 118 zonas de anidación y alimentación de la tortuga caguama © Semarnat-Conanp*

#### TIBURÓN BALLENA

El Tiburón Ballena es considerado el pez más grande del mundo y el único de su orden que posee hábitos pelágicos. Es una especie altamente migratoria y las agregaciones ocurren en áreas de alta productividad como aguas cercanas a la costa o aguas someras cerca de las plataformas continentales. En México se les encuentra al norte del Caribe Mexicano, en el Golfo de California y en el Pacífico. El tamaño actual de la población a nivel mundial se desconoce; sin embargo su abundancia ha disminuido a escala global debido a diferentes amenazas como la pesquería incidental y dirigida. (PACE Tiburón Ballena, Semarnat, 2018f)

El Tiburón Ballena pertenece al orden Orectolobiformes, dentro del cual se encuentran 42 especies más de tiburones, entre los que destacan el tiburón nodriza y el tiburón cebrá. El Tiburón Ballena presenta una reproducción vivípara aplacentada (Joung et al., 1996 en Semarnat, 2018f).



*Ilustración 119 Tiburón Ballena © Imaginative.*

El Tiburón Ballena posee una dieta omnívora que se compone principalmente de organismos del plancton; ocasionalmente, de macro algas, crustáceos, moluscos y microalgas. Estos microorganismos son captados a través de la boca del tiburón mediante mecanismos de filtración pasiva o activa (succión) (Clark y Nelson, 1997; Heyman et al., 2001) dependiendo de la densidad de presas en el medio (Ketchum et al., 2012; en Semarnat 2018f).

El Tiburón Ballena carece de dientes desarrollados, por lo que el agua entra por la boca y pasa a través de unas placas filtradoras internas que retienen las presas pequeñas (<05 micras). El agua filtrada sale al exterior a través de las hendiduras branquiales (Motta et al., 2010). Se estima que el Tiburón Ballena puede filtrar volúmenes de agua de hasta 326 m<sup>3</sup>/h para el caso de un tiburón de 4.4 m de LT, y 614 m<sup>3</sup>/h para tiburones de 6.2 m de LT (Hoffmayer et al., 2007).

El Tiburón Ballena es una especie altamente migratoria con un amplio rango de distribución en todos los mares y océanos del mundo entre latitudes templadas y tropicales; toleran un amplio rango de temperaturas (21-30°C), pudiendo permanecer en aguas más frías (<10°C) por periodos cortos de tiempo. En México, el Tiburón Ballena se observa con frecuencia en todas las costas del país. Sin embargo, la agregación de la especie ocurre principalmente en determinadas regiones: al norte del Caribe Mexicano, concretamente al noreste de la Península de Yucatán, entre

Isla Contoy, Isla Mujeres e Isla Holbox en el estado de Quintana Roo. (Semarnat, 2018f)



Ilustración 120 Distribución del Tiburón ballena y sitios de agregación conocidos.  
© Semarnat

La agregación de Tiburón Ballena en esta área comienza en abril y termina en octubre, coincidiendo con la productividad plantónica causado por el afloramiento de la corriente de Yucatán (Merino, 1997; Motta et al., 2010 en Semarnat, 2018f)

## MANATÍ

Los Manatíes pertenecen al Orden Sirenia, que incluye tres especies de Manatíes y el dugongo. En México existe una sola especie llamada Manatí de las Antillas (*Trichechus manatus*), que también habita la península de Florida, islas del Mar Caribe, y costa Atlántica de centro y Sudamérica, hasta Brasil. La especie ha sido explotada desde la época precolombina hasta la actualidad, esto ha provocado la disminución el tamaño poblacional y sus áreas de distribución. Aunado a esto, la utilización creciente de la franja costera para actividades humanas ha reducido, dañado o destruido muchas de las zonas que antes eran ocupadas por los Manatíes. Debido a estos factores, el Manatí se considera en peligro de extinción. Su hábitat que incluye ecosistemas marinos, lagunares y riparios son ahora compartidos con áreas de desarrollo urbano, portuario, turístico, pesquero y agropecuario. (PACE Manatí, Semarnat, 2018h)



*Ilustración 121 Manatí (Trichechus manatus) ©Jonuteek, Tabasco.*

La creación de áreas naturales protegidas (ANP) espera asegurar la protección de ecosistemas acuáticos de los que

depende la sobrevivencia del Manatí y otras especies asociadas. Se han creado áreas de reservorio en Tabasco (Pantanos de Centla), Campeche (Laguna de Términos), Yucatán (Celestún y Ría Lagartos), y Quintana Roo (Sian Ka'an). También se han decretado santuarios estatales y municipales como la Bahía de Chetumal y la Laguna de Catazajá. Otros esfuerzos de conservación han sido dedicados a labores de educación y concientización, principalmente en zonas con incidencia de caza. Estos esfuerzos han sido desarrollados principalmente en Veracruz, Tabasco, Chiapas y Quintana Roo. El Manatí es utilizado como "especie bandera" en los esfuerzos de conservación de varios humedales nacionales. (Semarnat, 2018h)

La sobreexplotación que sufrió en el pasado y la pérdida del hábitat actual han fragmentado y reducido su distribución, limitándola principalmente a tres regiones en el sureste del país; la región de los ríos y estuarios de Veracruz; la región en la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta, y la región que comprende la costa caribeña y el río Hondo en Quintana Roo (Semarnat, 2018h).



*Ilustración 122 Distribución actual del Manatí y 10 lugares donde lo tienen en cautiverio*

Los Manatíes son animales con baja tasa reproductiva: alcanzan su madurez sexual entre los tres y seis años de edad (O'Shea y Hartley, 1995 en Semarnat, 2019h); su periodo de gestación es de al menos 12 meses pudiendo extenderse hasta 15 meses; la mayoría de los partos son de una sola cría, son muy raros los partos de gemelos; al nacer, la cría es totalmente dependiente de la madre que lo amamanta y cuida por uno o dos años; por lo tanto, el intervalo de reproducción de una madre puede durar de dos

a cinco años (Reynolds y Odell, 1991; Marmontel et al., 1997 en Semarnat, 2018h).

Los Manatíes no tienen formaciones sociales estables ni forman manadas, más bien se agrupan casualmente en áreas de alimentación o en época de celo (Hartman, 1979). La única relación social duradera es la de la madre con su cría. Son herbívoros; pueden comer plantas acuáticas sumergidas, emergentes y flotantes (Reynolds y Powell, 2002) y prefieren los ecosistemas de manglares, pastos marinos, algas y vasculares acuáticas. (Semarnat, 2018h)

Las características ecológicas del hábitat del Manatí son: aguas someras (menores a 3 m profundidad) con temperaturas arriba de los 20°C), y con presencia de áreas con abundante vegetación acuática (Hartman, 1979; Axis-Arroyo et al., 1998; Morales-Vela, 2000 en Semarnat, 2018h). En ecosistemas marinos, los Manatíes prefieren lagunas costeras y desembocaduras de ríos, seguido de costas protegidas por arrecifes, y en menor grado los cayos (Morales-Vela, 2000). Pueden habitar ecosistemas

dulceacuícolas, marinos y estuarinos (Figura 4). En ambientes marinos necesitan fuentes cercanas de agua dulce para beber, como pueden ser manantiales y desembocaduras de ríos (Reynolds y Odell, 1991; Olivera-Gómez y Mellink, 2005, en Semarnat, 2018h) Por medio de estudios con Manatíes radiomarcados se sabe que pueden realizar desplazamientos de varios cientos de kilómetros (Deutsch et al., 2003; Morales-Vela et al., 2007<sup>a</sup>, en Semarnat, 2018h).

---

#### TIBURONES Y RAYAS

Los mares mexicanos albergan 111 especies de tiburones y 95 especies de rayas, en conjunto conocidos como elasmobranquios. La mayoría de los elasmobranquios son depredadores, con una gran variedad de presas. Este grupo de peces se encuentra entre los menos conocidos en cuanto a sus características biológicas y reproductivas entre los grandes vertebrados marinos.



*Ilustración 123 Mantaraya © Karen Fuentes. Manta Caribbean Project*

La mayoría de los tiburones consumen una gran variedad de peces y crustáceos, a excepción del tiburón blanco que se especializa en mamíferos marinos, y los tiburones ballena y peregrino que se alimentan de plancton. Algunas rayas se especializan en cazar animales de la infauna bentónica, mientras que otras, particularmente los myliobátidos, pueden consumir moluscos bivalvos. tienen un rol de depredadores tope, donde las especies más grandes afectan significativamente el tamaño poblacional de las

especies presa y la estructura y composición de especies en los niveles tróficos menores del ecosistema marino. (Semarnat, 2018i)

Durante 2014, la captura total de diversas especies de tiburones en el país fue de 20,300 toneladas, representando un valor de 300 millones de pesos (Conapesca, 2014), siendo Sinaloa el estado con mayor aprovechamiento de estas especies. (Semarnat, 2018i) De aquí se desprende la importancia de su manejo sostenible para garantizar que esta pesquería se mantenga a largo plazo. La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca) de SAGARPA, en colaboración con el Instituto Nacional de Pesca (Inapesca), trabajaron y publicaron en diciembre de 2004 el denominado Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de los Tiburones en México (PANMCT), el primero en Latinoamérica, cuyo objetivo es asegurar la ordenación, el aprovechamiento sostenible y conservación a largo plazo de los tiburones, rayas y especies afines en aguas de México contando con la participación pública, social y privada. (Semarnat, 2018i)

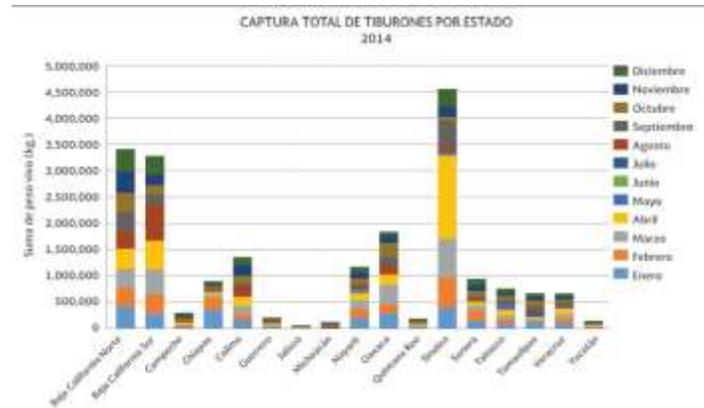


Ilustración 124 Captura total de tiburones por estado, 2014- © Conapesca

El impacto de las pesquerías en las poblaciones de tiburones y rayas alrededor del mundo es actualmente foco de preocupación, los problemas fundamentales para la conservación de los tiburones y rayas en México son la falta de difusión, vigilancia, monitoreo y ejecución de la normatividad existente (Bonfil, 2014, en Semarnat, 2018i). Es urgente que se identifiquen e implementen programas de vigilancia y monitoreo efectivos y costeados; las especies de elasmobranchios que dependen de áreas marinas someras o estuarinas como zonas de reproducción y crecimiento son particularmente vulnerables a alteraciones causadas por el aumento de actividades humanas no necesariamente relacionadas con la pesca. El aumento en

el tráfico marítimo en rutas comerciales turísticas incrementa el riesgo de daños por colisión en las especies de gran tamaño, como los tiburones ballena o mantas, así como el riesgo de daños a hábitats arrecifales por encallamientos o derrames de hidrocarburos por contingencias náuticas. (Semarnat, 2018i)

---

#### ABEJAS

Las abejas son insectos de hábitos solitarios o sociales, que se alimentan de flores y polinizan numerosas plantas; por lo que son esenciales en la recuperación y mantenimiento de las comunidades vegetales en los ecosistemas (Neff y Simpson, 1993, citados por Meléndez et al, 2010) En México se han registrado cerca de 2000 especies; mientras que Quintana Roo reporta 90 especies y Yucatán 70; aunque se tiene registro de 140 especies en distintos tipos de vegetación en la Península de Yucatán. (Novelo y otros, citados por Meléndez et al, 2010) La densidad de colonias silvestres de abejas melíferas puede superar las 10 por km<sup>2</sup>; se tienen datos de 2003 con un registro de más de medio millón de colmenas manejadas. (Quezada-Euan, 1996, citados por Meléndez et al, 2010) México es el tercer exportador mundial de miel de abeja; esta actividad es de las

que mayores ingresos económicos genera al sector rural. Sin embargo, el uso indiscriminado de pesticidas, la deforestación y el cambio de uso de suelo representan una importante amenaza para la conservación de especies nativas, debido fundamentalmente a la pérdida de sitios de anidación y recursos florales; En Quintana Roo se ha reportado que a mayor perturbación menor la diversidad de abejas nativas sin aguijón, y mayor dominancia de abejas melíferas, las cuales presentan un comportamiento cada vez más agresivo hacia las abejas nativas (Crains et al 2005, citados por Meléndez et al, 2010)



*Ilustración 125 Abejas. ®*

## CULTURA Y SOCIEDAD

Boege (2010) resalta que el territorio de los pueblos indígenas es un referente necesario para cualquier política que busque desarrollar la cultura, los recursos naturales y el bienestar de los pueblos indígenas. Los pueblos indígenas de México son clave para generar un nuevo modelo de sociedad, donde se intenta afrontar la crisis civilizatoria y ambiental a nivel mundial. (Boege, 2010, p14)



*Ilustración 126 Mujer Maya Yucateca ©*

Los pueblos indígenas y las comunidades locales han sido reconocidos como sujetos sociales centrales para la conservación y el desarrollo sostenible en el artículo 8j del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Boege, 2010, p17)



*Ilustración 127 Vivienda Maya Quintanarroense.*



*Ilustración 128 Familia Maya de Quintana Roo®*

Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán concentran la mayor diversidad a nivel nacional y también tienen la mayor presencia de pueblos indígenas. Por lo que una de las líneas estratégicas para el manejo sostenible de los recursos naturales (biodiversidad, suelos, recursos hídricos, servicios ambientales) que Boege (2010) propone es el reconocimiento de los pueblos indígenas como sujetos sociales centrales para la conservación y el desarrollo a nivel nacional.



*Ilustración 129 Vivienda Chol. Palenque®*

Los pueblos indígenas intervienen tanto en las áreas naturales protegidas como fuera de ellas; y la protección indígena y campesina de los recursos naturales por medio de paisajes manejados es relativamente eficiente en algunas áreas del país; como ejemplo tenemos los manejos forestales comunitarios en la Sierra de Juárez, Oaxaca, en Quintana Roo, Durango y Michoacán, entre otros. (Boege, 2010, p. 18)



*Ilustración 130 Vivienda en Rio San Pedro, Tabasco. ®*



*Ilustración 131 Habitantes del Rio San Pedro ®*



*Ilustración 132 Madre e hija, Tenosique. ®*

Una parte importante de las plantas cultivadas que sustentan el sistema alimentario mundial actual fue domesticada por

los pueblos indígenas de América. Estas plantas y sus productos han pasando por un largo proceso de selección, diversificación, innovación, intercambio con otras regiones, adaptación, mejoramiento genético, uso y manejo, actividades realizadas principalmente por poblaciones indígenas y campesinas. . (Boege, 2010, p. 18)



*Ilustración 133 Mayas Yucatecos ®*

El sistema alimentario de los pueblos indígenas se basa en la extraordinaria cantidad de 1 000 a 1 500 especies con sus variantes, mientras que el sistema alimentario mundial se centra en 15 especies (Caballero, 1985). De las especies principales 15.4 por ciento del sistema alimentario mundial

proviene de las plantas domesticadas en Mesoamérica (Conabio, 2006a) y cuyo germoplasma (original) se encuentra principalmente en los territorios de los pueblos indígenas. (Boege, 2010, p. 21)



*Ilustración 134 Vivienda Maya en Yucatán ®*



*Ilustración 135 Iglesia Católica Maya ®*

México es un centro de origen primario y secundario, de diversificación genética, de endemismos, de pervivencia de procesos de domesticación ininterrumpida de “plantas útiles”; y debe desarrollar políticas de conservación y desarrollo que tomen en cuenta a los pueblos indígenas y comunidades campesinas. (Boege, 2010, p. 21)



*Ilustración 136 Sincretismo Religioso Zona Maya ®*



*Ilustración 137 Mujer Indígena de Tabasco ®*

## GEOLÓGIA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN: EL KARST

La Península de Yucatán, es solamente una parte de la plataforma de carbonatos que se ha formado desde el fondo marino sobre el Bloque de Yucatán, por la acumulación de millones de esqueletos de diferentes organismos marinos cuyos huesos, conchas, espículas y otras partes del cuerpo están formados a base de carbonato de calcio. (Monroy-Ríos 2016)

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo, de apenas 20 cm. La coraza calcárea, conocida como laja o chaltún es de extrema dureza y constituye la superficie del relieve en grandes territorios. Sobre esta puede encontrarse una capa de caliza blanda que se conoce como sascab y que es característica de la litología del estado. Su espesor puede variar desde algunos centímetros hasta varios metros. La falta de arcillas sobre la caliza provoca que en periodos de lluvia se infiltre rápidamente el agua, disolviendo rocas y formando un relieve denominado kárstico. (CNA;1997, por García y Graniel, 2004 p.4)

El término Karst es utilizado para referirse a la superficie de la tierra cuando las calizas y otras rocas solubles son las dominantes. Las condiciones básicas para la formación del karst son; el factor litológico, el estructural y el climático, la vegetación y el tiempo de exposición de la roca al intemperismo (Barea-Luchena, 1995; Blair, 1986, Bautista et al, 2011, citados por Fragozo et al 2014 p. 128)

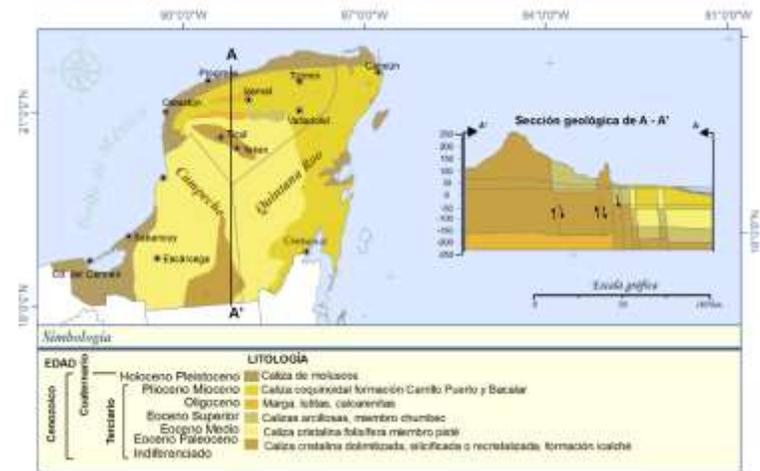


Ilustración 138 Clasificación Geológica de la Península de Yucatán. © García y Graniel, 2011

## SISTEMAS DE CUEVAS



Ilustración 139 Cuevas Subacuáticas, zona de Tulum © QRSS

En el área de Tulum, han sido explorados poco más de 630 kilómetros de cuevas subacuáticas, mapeados en casi 35 años de exploración. En Quintana Roo existen unos 1,800 kilómetros de cuevas conocidas y faltan muchas por explorar (QRSS, 2019, por Monroy Ríos 2019).

Tabla 8 Listado de Cenotes actualizado al 18/julio/2019. Fuente: QRSS.

	Nombre del Sistema/Cueva	Longitud (m)	Profundidad (m)	Nº de Cenotes	Fecha
1	Sistema Sac Actun	364,396	-119.2	226 (?)	04-2019
2	Sistema Ox Bel Ha	271,026	-57.3	143 (?)	08-2018
3	Sistema K'oox Baal	99,597	-26.2	57 (?)	07-2019
4	Sistema Xunaan Ha	52,214	-27.1	31	05-2013
5	Sistema Toh Ha	47,746	-12.8	21	12-2018
6	Sistema Caterpillar	28,253	-29.0	10 (?)	05-2019
7	Sistema Sand Crack	26,746	-17.7	8 (?)	06-2013
8	Sistema Nohoch Pek	25,160	-18.6	8	08-2014
9	Sistema Nohoch Kai	17,498	-25.9	11	05-2018
10	Sistema Zapote	16,768	-28.0	11	11-2018
11	Sistema Doggi	16,303	-15.5	8 (?)	03-2019
12	Entrada Caapechen	15,638	-9.4	1	10-2015
13	Sistema Murena-Aak Kimin	14,269	-26.8	19 (?)	03-2014

14	Sistema Dos Pisos	14,176	-16.8	5	05-2012
15	Sistema Camilo	13,442	-14.0	7	04-2016
16	Sistema Pandora	12,441	-90.2	6	06-2019
17	Sistema Sac Kai (Paachil Nah)	11,844	-19.2	15	07-2016
18	Cueva Quebrada	11,555	-23.8	13	07-2014
19	Entrada Boca Paila	11,402	-18.3	1	10-2015
2	Sistema MOAC	11,369	-16.8	9	04-2018
21	Sistema Cupul Ha	11,027	-14.0	13	03-2014
22	Sistema El Puente	10,474	-90.2	7 (?)	03-2015
23	Sistema Muul Three	10,053	-19.2	13	04-2016
2	Sistema Taj Mahal	9,954	-23.8	8	08-2017
25	Sistema Ek Be	9,905	-18.3	8	03-2014
2	Sistema Chac-Mol	9,193	-28.3	9	01-2000
27	Sistema Dzonot Took	8,856	-18.0	9	04-2016
2	Sistema Minotauro	8,739	-16.8	5	08-2013



*Ilustración 140 Entrada a un Sistema © Imaginative*

Los cenotes son complejos sistemas acuáticos generados mediante la disolución de los carbonatos y otros minerales del suelo, por lo que en geología se llaman lagos de disolución, aunque en realidad algunos cenotes son más similares a ríos que a lagos, ya que cuentan con conexiones a corrientes subterráneas que favorecen la circulación de agua. A este tipo de sistemas acuáticos, en donde coexiste agua dulce y salada, se les denomina anquihalinos. (Monroy Ríos, 2019) En la Riviera Maya Sur se han registrado 330 km de pasajes en más de 250 cuevas secas, algunas justo

por encima del nivel actual del mar y que se encuentran en la zona epifreática que sufre inundaciones periódicas. siendo el más grande el Sistema Pool Tunich (Río Secreto) con 51.9 kilómetros de longitud. Dentro de esta área de 234 km<sup>2</sup>, la densidad de cuevas es de 0.5 km/km<sup>2</sup>. (Monroy Ríos, 2019)

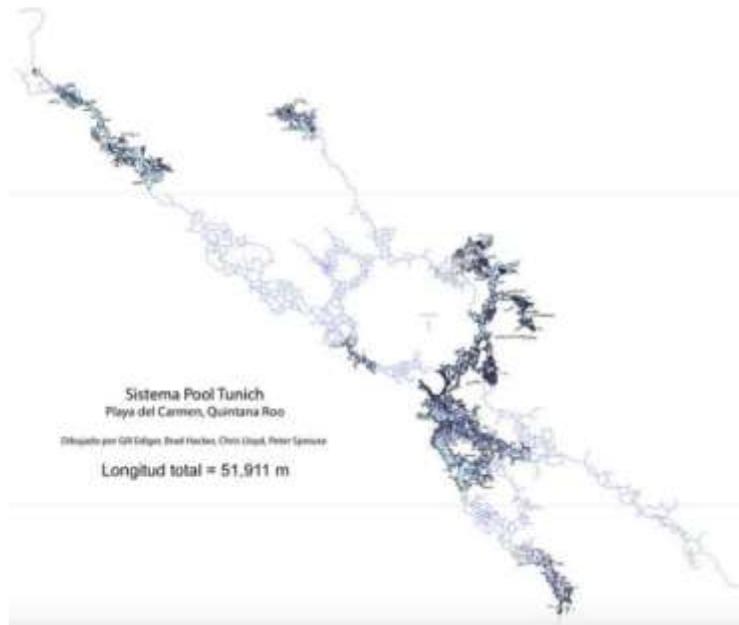


Ilustración 141 Sistema Pool Tunich (Río Secreto). © Peter Sprouse Teams, 2018.

Otros sistemas de cuevas secas son Sistema Sac Muul y Sistema Alux, el cual se extiende por debajo de la carretera federal #307 a la altura de Puerto Aventuras.



Ilustración 142 Sistema Alux Sur. Puerto Aventuras, Quintana Roo (@Alux Survey Team, 2008).

Estos sistemas de cuevas mantienen el balance hidrológico de la zona descargando el agua infiltrada de la lluvia hacia el Mar Caribe.



*Ilustración 143 Cenote Bolonchén © Frederick Catherwood*

## AGUA EN EL SURESTE MEXICANO. RETOS Y SOLUCIONES<sup>x</sup>

### EL AGUA EN MÉXICO

La extensión territorial de los Estados Unidos Mexicanos es de 1,964 millones de km<sup>2</sup>, de los cuales 1,959 millones corresponden a la superficie continental y el resto a las áreas insulares. Adicionalmente debe considerarse la Zona Económica Exclusiva (ZEE), definida como la franja de hasta 370 kilómetros de ancho medida a partir de la línea de base costera, cuya extensión se estima en aproximadamente tres millones de kilómetros cuadrados (EAM, 2018).

Existen factores que determinan el clima de México. Por su ubicación geográfica, la porción sur de México se encuentra en la zona intertropical del globo terráqueo, en tanto que la porción norte se localiza en la zona templada. México se halla a la misma latitud que los desiertos del Sahara y el Árabe. En segunda instancia están los accidentes geográficos que caracterizan el relieve de México. La ubicación geográfica y el relieve inciden directamente sobre la disponibilidad del recurso hídrico.

México dispone aproximadamente del 0.1% del total de agua dulce disponible a nivel mundial, lo que determina que un porcentaje importante del territorio esté catalogado como zona semidesértica.

Dos terceras partes del territorio se consideran áridas o semiáridas, con precipitaciones anuales menores a los 500 mm, mientras que una tercera parte, el sureste, es húmedo, con precipitaciones anuales que superan los 2 000 mm por año y con un alto índice de biodiversidad. En la mayor parte del territorio la lluvia es más intensa en verano, principalmente de tipo torrencial (EAM, 2018).

Una situación característica en México ha sido que la mayor población se concentra en el centro y norte del país, donde se tiene la mayor escasez de agua y sobre explotación de acuíferos, por el contrario, las zonas donde se encuentra la mayor disponibilidad de agua son las zonas con menor densidad poblacional y el mayor rezago económico, el sureste mexicano.

México recibe alrededor de 1,489 mil millones de metros cúbicos al año de agua en forma de precipitación, de los cuales el 67% cae entre junio y septiembre, sobre todo en la

región sur-sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco), donde se recibe 49.6% de la lluvia. De este total 73% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 22% escurre por los ríos o arroyos y 6% se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos.



Ilustración 144 ¿Cuánta agua hay en México? (Tomada de agua.org)

Un aspecto importante para considerar en la disponibilidad de agua es el incremento de la población y su concentración en zonas urbanas. Según estimaciones de Consejo Nacional de Población (CONAPO), entre 2012 y 2030 la población del país se incrementará en 20.4 millones de personas. Además, para 2030, aproximadamente 75 por ciento de la población estará en localidades urbanas. El incremento de la población ocasionará la disminución del agua renovable per cápita a nivel nacional.

En 2012, con una población de 117 millones de habitantes, la disponibilidad natural media de agua por habitante se calculaba en 4,028 metros cúbicos por año. En 2017, con una población de 123.52 millones de habitantes, la disponibilidad natural media por habitante se calculaba en 3,656 metros cúbicos por año.

En tan sólo 5 años se disminuyó la disponibilidad natural media de agua a casi 400 metros cúbicos por año, una situación alarmante debido a la falta de una gestión integral del recurso hídrico.



*Ilustración 145 Presión Hídrica y Crecimiento Poblacional. Tomado de Cotler et al (2010) © V. Bunje.*

Si bien se estima que para 2030, con el aumento de la población proyectado a 137.5 millones de habitantes y con el deterioro de los cuerpos de agua, la disponibilidad natural media por habitante descenderá hasta 3,430 metros cúbicos por habitante por año (EAM, 2018).

Esta cifra se quedaría corta con la realidad que hemos visto en los últimos 7 años.

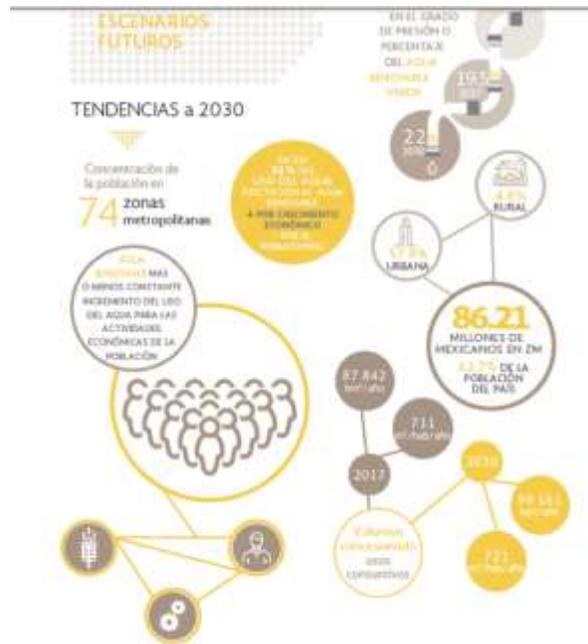


Ilustración 146 Escenarios futuros, tendencias a 2030 © EAM 2018

Otro aspecto significativo es el incremento del consumo de agua *per cápita*: en 1955, cada mexicano consumía alrededor de 40 litros al día; se calcula que en 2012 el consumo aumentó a 280 litros por persona al día (CONAGUA, 2015). Al 2018 el consumo de agua en México es de 380 litros por persona al día (consultado en [agua.org](http://agua.org), agosto 2019).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un consumo de agua de 20 litros al día por habitante para cubrir las necesidades básicas de higiene y alimentos.

Para enfrentar la disminución de la disponibilidad del agua por habitante en los próximos años será necesario establecer:

1. Programas de Gestión Integral del Agua regionalizados.
2. Evaluar la disponibilidad media anual de los acuíferos regionales.
3. Incentivar los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia a nivel industrial.
4. Promover los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales a Nivel Terciario.
5. Promover el reúso del agua mediante incentivos fiscales.
6. Promover la recarga artificial de acuíferos con la calidad de agua similar a la del acuífero.

7. Generar propuestas de la distribución económica en el país acorde a la disponibilidad media anual del agua en fuentes subterráneas y superficiales.
8. Colocar al Recurso Hídrico como eje de política transversal (PNH, 2013).



Ilustración 147 Política de Sustentabilidad Hídrica © EAM 2018

#### USO CONSUNTIVO DEL AGUA

Las actividades agropecuarias consumen la mayor cantidad de agua dulce, tanto en México como en el mundo. En México, la agricultura y la ganadería consumen el 76.3%. Los siguientes grandes consumidores son la industria y la generación de energía. En México consumen 13% del agua dulce. El uso doméstico al final: en México corresponde a 10% del agua dulce (INEGI, 2015).



Ilustración 148 Usos Agrupados Consuntivos del Agua (R) EAM 2018

## CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO

El agua de mala calidad aumenta el riesgo de enfermedades, en el mundo mueren de seis a ocho millones de personas al año por enfermedades relacionadas con el agua (cólera, tifoidea, dengue, etc.). De ellas, 1.5 millones son niños (CONAGUA, 2015).

La calidad del agua se determina mediante la caracterización física, química y bacteriológica de muestras de agua y su comparación con normas y estándares de calidad a nivel nacional o internacional. De esta forma se puede identificar si el agua es idónea para los requerimientos de calidad asociados a un uso determinado; por ejemplo: el consumo humano o el ambiente, y en su caso, los eventuales procesos de depuración requeridos para la remoción de elementos indeseables o riesgosos (ONU, 2016). El deterioro de la calidad del agua ocurre por procesos naturales o antropogénicos.

La calidad de agua es otro de los grandes problemas en México. Una vez que el agua ha sido utilizada se devuelve contaminada a la naturaleza. Históricamente, el agua ha sido considerada como vehículo para el transporte de desechos. Casi todos los cuerpos de agua superficiales importantes del

país están contaminados. Los contaminantes principales son plaguicidas y fertilizantes provenientes de la agricultura, metales pesados y sustancias tóxicas de la industria, materia orgánica y contaminación bacteriológica de las aguas negras domésticas y tóxicos de las fábricas conectadas al alcantarillado.

Tabla 9 Distribución porcentual de los sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador CF, 2017 © EAM 2018

Región hidroclimato-administrativa	Excelente	Buena Calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente Contaminada
I Península de Baja California	67.1	3.1	10.6	11.5	7.5
II Noroeste	33.7	7.2	13.1	26.1	20.0
III Pacífico Norte	13.0	6.0	19.9	44.9	16.2
IV Salinas	8.4	2.0	7.8	19.2	62.6
V Pacífico Sur	41.9	3.8	8.0	26.7	16.6
VI Río Bravo	25.6	6.9	23.5	25.6	18.6
VII Cuencas Centrales del Norte	18.1	5.5	30.9	36.4	9.1
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	12.5	5.3	10.6	26.2	45.4
IX Golfo Norte	21.3	4.5	17.2	29.6	27.4
X Golfo Centro	11.6	2.7	11.0	37.5	37.2
XI Frontera Sur	29.3	6.0	24.3	28.9	11.5
XII Península de Yucatán	57.3	11.5	21.5	9.4	1.5
XIII Aguas del Valle de México	8.1	0	8.3	12.6	70.4
Nacional	24.9	5.0	14.7	27.0	28.4

Fuente: CONAGUA (2017b)

Un aspecto importante para considerar es que una vez contaminado un acuífero se vuelve prácticamente imposible su remediación, debido a los elevados costos de tratamiento y/o a lo complejo de remover los elementos. Situación aún más grave en los acuíferos kársticos, donde debido a su complejidad geomorfológica se vuelve casi imposible eliminar la contaminación. Es por ello que la mejor

alternativa económica y ambiental es invertir en la prevención de la contaminación en lugar de la remediación.

Tabla 10 Descargas de aguas residuales municipales y no municipales 2018 © EAM 2018

Centros urbanos (descargas municipales):		
Volumen		
Aguas residuales municipales	7.41	miles de hm <sup>3</sup> /año (234.9 m <sup>3</sup> /s)
Se recolectan en alcantarillado	6.79	miles de hm <sup>3</sup> /año (210.2 m <sup>3</sup> /s)
Se tratan	4.28	miles de hm <sup>3</sup> /año (131.6 m <sup>3</sup> /s)
Carga contaminante		
Se generan	2.00	millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año
Se recolectan en alcantarillado	1.83	millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año
Se remueven en los sistemas de tratamiento	0.92	millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año
Zonas no municipales, incluyendo a la industria:		
Volumen		
Aguas residuales no municipales	6.88	miles de hm <sup>3</sup> /año (218.1 m <sup>3</sup> /s)
Se tratan	2.54	miles de hm <sup>3</sup> /año (80.7 m <sup>3</sup> /s)
Carga contaminante		
Se generan	10.32	millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año
Se remueven en los sistemas de tratamiento	1.75	millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año

g) Información preliminar. Los datos para descargas municipales son estimados con base en las coberturas reportadas en el avance del Programa Nacional Hídrico 2014-2018: 61% para tratamiento de aguas residuales y 91.6% para alcantarillado. Fuente: CONAGUA (2017a), CONAGUA (2017b), CONAGUA (2017c).

La contaminación de los cuerpos de agua en México es producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico, industrial, agrícola, pecuario o minero. A finales del año 2010, más de 70% de los cuerpos de agua del país presentaba algún indicio de contaminación (Estadísticas del Agua en México, 2011).

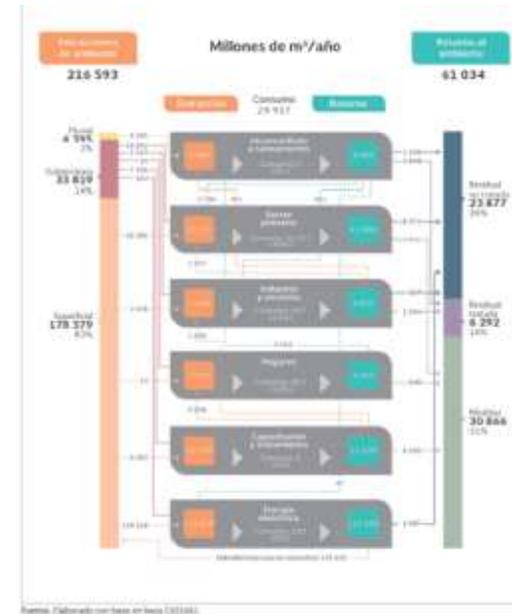


Ilustración 149 Extracción y Retorno del Agua © EAM 2018

#### DATOS DEL AGUA EN MÉXICO

- El agua renovable por habitante en México es de 3,692 m<sup>3</sup>.
- El agua renovable para el 2030 por habitante en México se estima que será de 3,250 m<sup>3</sup>.
- Anualmente México recibe aproximadamente 1'449,471 millones de m<sup>3</sup> de agua en forma de precipitación. De esta, se estima que el 72.5% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 21.2%

escurre por ríos o arroyos, y el 6.3% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos.

- Se estima que al año 2030 en algunas de las regiones hidrológico-administrativas (RHA), el agua renovable PER CÁPITA alcanzará niveles cercanos o incluso inferiores a los 1,000 m<sup>3</sup>/hab./año, lo que se califica como una condición de escasez.
- En México existen 653 acuíferos.
- Al 31 de diciembre de 2015 se reportan 105 acuíferos sobreexplotados y 32 con presencia de suelos salinos y agua salobre y 18 con intrusión salina.



Ilustración 150 Condición de las aguas subterráneas superficiales © EAM 2018

#### LEGISLACIÓN HÍDRICA EN MÉXICO

En el rubro Agua, dentro del marco jurídico vigente existen varios ordenamientos con sus respectivas disposiciones en la materia: la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, la Ley Federal de Derechos, la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Esta última, establece las bases para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el territorio, ejerciendo las atribuciones con el estado y los municipios mediante la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado y sus Organismos Operadores y/o Concesionados.

La Ley de Aguas nacionales posibilita la reglamentación para incentivar una mejor eficiencia del recurso hídrico y el establecimiento de reservas de agua, mediante el cual los usuarios de aguas nacionales operan en un marco de derechos y obligaciones establecidos en tres instrumentos básicos: Título de Concesión o Asignación, Permiso de descarga de aguas residuales e Inscripción al Registro Público de Derechos de Agua.

En materia de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial, la fundamentación jurídica se establece en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, específicamente en el artículo 38. De conformidad con ello, la reciente Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano fija las normas básicas para planear los centros de población y definen los principios para determinar las áreas y predios urbanos, y sus correspondientes usos y destinos, así como las reservas para el futuro crecimiento que integren su zonificación lo que se realizará a través de la Nueva Metodología para la Elaboración y Actualización de Programas Municipales de Desarrollo Urbano en donde se considera al Sistema Hidrológico como el límite ambiental de la aglomeración de municipios y del área urbana.

Asimismo, se cuenta también en materia de impacto ambiental con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente donde a través de su Reglamento, se cuenta con el instrumento de Ordenamiento Ecológico Territorial el cual busca, un equilibrio entre las actividades productivas y la conservación de la naturaleza.

Actualmente, para el sureste mexicano se está buscando (actualmente la Ley de Aguas Nacionales no define karst ni cenotes) la incorporación de los sistemas kársticos y los cenotes en las propuestas de Ley General de Aguas de manera que permitan la regulación de estos cuerpos de agua para su preservación y uso sostenible, derivado a que por ser la única fuente de agua dulce disponible para la Península de Yucatán, se torna un asunto de seguridad hídrica el proteger y preservar el recurso hídrico para garantizar el agua para la población y los ecosistemas en cantidad y calidad.

---

#### REGIONES HIDROLÓGICO ADMINISTRATIVAS (RHA)

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), como órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México, desempeña sus funciones a través de 13 organismos de cuenca, cuyo ámbito de competencia son las RHA, las cuales están formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas unidades básicas para la gestión de los recursos hídricos.

Los límites de las RHA respetan los municipales para facilitar la integración de la información socioeconómica, aunque en términos técnicos esto ha dificultado valorar realmente la

extracción, el uso y el poder general una gestión integral de los recursos hídricos en México, ya que la definición de acuíferos se ha dado por la disponibilidad de agua en centros poblacionales y no necesariamente por los límites hidrogeológicos. En la siguiente tabla se aprecia claramente que las RHA del sureste son las que cuentan con la mayor cantidad de agua renovable per cápita del país:

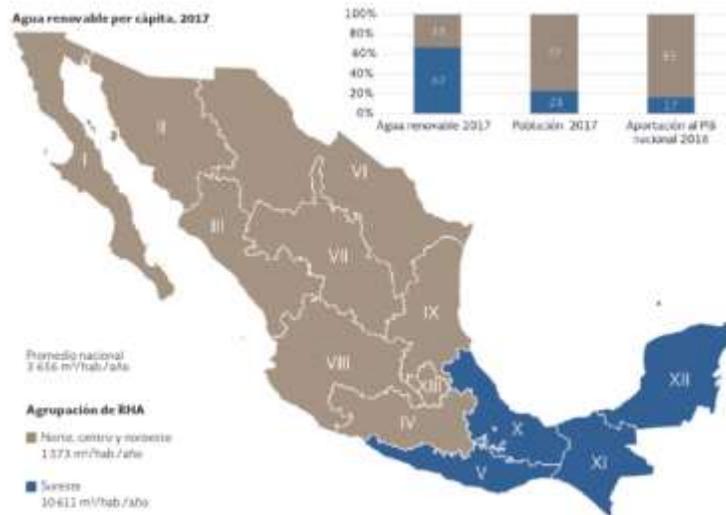
Tabla 11 Características de las Regiones Hidrológico Administrativas.

RHA	Superficie contine ntal (km2)	Agua renovab le 2017 (hm3/a ño)	Població n a mediad os de año (millone s de hab.)	Agua renovabl e per cápita (m3/hab itante/a ño)	Aportac ión al PIB naciona l 2016 (%)	Municipi os o alcaldía s
I	154279	4858	4,6	1057	4,26	11
II	196326	8274	2,92	2837	3,41	78
III	152007	26747	4,59	5823	3,08	51
IV	116439	21668	12,04	1799	6,4	420
V	82775	30836	5,12	6017	2,19	378
VI	390440	12844	12,61	1019	15,03	144
VII	187621	8024	4,65	1725	4,39	78
VIII	192722	35071	24,72	1419	19,75	332
IX	127064	28655	5,38	5329	2,29	148
X	102354	94363	10,73	8796	5,25	432
XI	99094	147195	7,84	18776	4,06	139
XII	139897	29647	4,77	6212	5,27	128
XIII	18229	3401	23,55	144	24,63	121
Total	1959248	451585	123,52	3656	100	2460

López Tamayo (2019)

Derivado de la tabla anterior y agrupando las RHA en las del norte, centro y noreste en comparación con las de sureste

se comprueba lo mencionado anteriormente, la mayor disponibilidad de agua se encuentra en el sureste del país, pero la mayor densidad poblacional se localiza en el norte.



*Ilustración 151 Contraste regional entre agua renovable y desarrollo.*

En los últimos años la tendencia en México ha sido que las entidades que tienen mayor aportación al PIB en México son aquellas en las que presentan escasez de agua, sobreexplotación de acuíferos y el mayor número de cuerpos de agua contaminados. Esto podría repercutir en los próximos 10 años en una crisis económica derivado de la escasez de agua para la población y el mismo sector industrial.

Esta situación indica que el no llevar a cabo una Gestión Integral del Agua podría repercutir en la economía del país, por lo que las políticas de Estado deben estar encaminadas a lograr la eficiencia en el uso y reúso del recurso hídrico.

#### LAS CUENCAS Y ACUÍFEROS EN MÉXICO

En el ciclo hidrológico, una proporción importante de la precipitación pluvial regresa a la atmósfera en forma de evapotranspiración gracias a las zonas boscosas, de selvas tropicales y aquellas con gran densidad de vegetación, mientras que el resto escurre por corrientes y cuerpos de agua siguiendo la conformación del terreno, constituyendo las aguas superficiales; o bien se infiltra al subsuelo como agua subterránea.

Las cuencas son unidades naturales del terreno, definidas por la existencia de una división de las aguas superficiales debida a la conformación del relieve. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, especialmente la publicación de la disponibilidad, la CONAGUA ha definido 757 cuencas hidrológicas al 7 de julio del 2016 junto con sus disponibilidades, conforme a la norma NOM -011-Conagua-2000, de las cuales 649 se encontraban en situación de disponibilidad.

Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas que se muestran en el mapa 2.1, que para efectos de administración se agrupan en las 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA).



*Ilustración 152 Regiones hidrológicas. (Fuente: CONAGUA, 2018)*

## AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las aguas subterráneas desempeñan un papel de creciente importancia en el crecimiento socioeconómico del país, debido a sus características físicas han sido aprovechadas de manera versátil, considerándolas como presas de almacenamiento y red de distribución, siendo posible extraer agua en cualquier época del año de prácticamente cualquier punto de la superficie del acuífero. Esto ha llevado a tener una sobreexplotación de acuíferos en el país, debido a que las aguas subterráneas acorde a su profundidad deben ser consideradas como un recurso natural no renovable ya que muchas de estas tardaron miles de años en poder llegar a el estrato que las confina.

En México se requiere generar una Gestión Integral de Acuíferos, diferenciándolos por tiempo de residencia, velocidad de flujo, infiltración, recarga, etc. Y con ello poder establecer medidas regionalizadas acorde a las características hidrogeológicas de cada acuífero, esto con el fin de tener un sistema de aprovechamiento sostenible en el corto, mediano y largo plazo, así como un sistema integral de conservación.

La importancia del agua subterránea se manifiesta en la magnitud del volumen utilizado por los principales usuarios. El 39.1% del volumen total concesionado para usos consuntivos (34 380 hm<sup>3</sup> por año al 2017), procede de agua subterránea. Para fines de administración del agua subterránea, el país se ha dividido en 653 acuíferos, cuyos nombres oficiales fueron publicados en el DO F el 5 de diciembre de 2001.

A partir de ese momento se inició un proceso de delimitación y estudio de los acuíferos para dar a conocer de manera oficial la disponibilidad media anual de estos, siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM -011-Conagua-2000. El 20 de abril de 2015 se publicó en el DOF la disponibilidad de los 653 acuíferos<sup>7</sup>, en abril 2019 se publicó la actualización de esa disponibilidad.

La disponibilidad, es un indicador básico para la preservación del recurso a través de la administración de las aguas nacionales, mediante los instrumentos de concesión o asignación de derechos para uso de aguas nacionales, a diciembre de 2017 se cuenta con 448 acuíferos en condiciones de disponibilidad.

Así mismo con el propósito de controlar y revertir la sobreexplotación de las aguas subterráneas se han emitido Ordenamientos Jurídicos tales como vedas, reglamentos, zonas reglamentadas, zonas de reserva y el acuerdo de suspensión de libre alumbramiento.



*Ilustración 153 Acuíferos de México (653 acuíferos) CONAGUA, 2019*

#### SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN EL SURESTE MEXICANO

La disponibilidad de agua se refiere al volumen total de líquido que hay en una región. Para saber la cantidad existente para cada habitante se divide el volumen de agua entre el número de personas de una población.

En México hay diferencias muy grandes en cuanto a la disponibilidad de agua. Las zonas centro y norte de México son, en su mayor parte, áridas o semiáridas: los estados norteros, por ejemplo, apenas reciben 25% de agua de lluvia. En el caso de las entidades del sureste (Chiapas, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz de Ignacio de la Llave y Tabasco) es lo contrario, éstas reciben casi la mitad del agua de lluvia (49.6%) y en las del sur, también llueve mucho, no obstante, sus habitantes tienen menor acceso al vital líquido, pues no cuentan con los servicios básicos, como es agua entubada dentro de la vivienda.

En el Valle de México se encuentra la disponibilidad anual más baja de agua (apenas 186 m<sup>3</sup>/hab.); en caso contrario se encuentra la frontera sur (más de 24 mil m<sup>3</sup>/hab.).

Debido al crecimiento de la población, la disponibilidad de agua ha disminuido de manera considerable: en 1910 era de 31,000 m<sup>3</sup> por habitante al año; para 1950 había disminuido hasta un poco más de 18,000 m<sup>3</sup>; en 1970 se ubicó por debajo de los 10,000 m<sup>3</sup>, en 2005 era de 4,573 m<sup>3</sup>, para 2010 disminuyó a 4,230 m<sup>3</sup> anuales por cada mexicano y

para 2017 se encuentra en 3,656 m<sup>3</sup> anuales por cada mexicano.

En México, al 2010, el porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua fue de casi 89% esto significa más de 74 millones de personas, el resto se abastecían de agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno que habitan, de pozos, ríos o arroyos, de la llave pública, o de otra vivienda. Por entidad federativa, este indicador se ha modificado los últimos 20 años.



*Ilustración 154 Disponibilidad Natural Media de Agua, tomado de Cotler et al, 2010 © Cotler et al Semarnat-INE-FGRA -2010*

---

## DRENAJE

A nivel nacional, en 1990, el 62% de las viviendas contaban con drenaje, el porcentaje se elevó a 75% en el año 2000, para 2005 fue de 85%, en 2010 se ubicó en 89 por ciento y en 2017 cerca del 93%. Las entidades con el menor porcentaje de viviendas que cuentan con este servicio son Guerrero y Oaxaca con 72 y 70% respectivamente

De manera análoga al agua potable, el drenaje de las aguas residuales generadas en los hogares determina también la salud y calidad de vida de la población.

En 2015 la cobertura de alcantarillado a red pública o fosa séptica fue de 91.4%. También se tiene la cobertura de acceso a los servicios de alcantarillado y saneamiento básico, que considera la población con drenaje conectado a la red pública, a fosa séptica o con desagüe a suelo, barranca, grieta, río, lago o mar. La información para el cálculo de esta cobertura se genera de los censos, conteos y de la Encuesta Intercensal 2015, para el periodo 1990-2015. (INEGI, 2019).



*Ilustración 155 Déficit de tratamiento de aguas residuales. Tomado de Cotler et al (2010) © Bunje; en Cotler et al Semarnat-INE-FGRA*

---

## COBERTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

En el tema de cobertura de agua potable, México ha tenido un gran avance en dotar de infraestructura que permita canalizar el agua a las viviendas desde la fuente superficial o subterránea. En algunas regiones se ha implementado sistemas de purificación específicos que cumplan con la NOM-127-SSA1-2000 derivado de la calidad de agua que presenta la fuente original de manera natural.

El mayor reto se ha dado en los indicadores de la cobertura de drenaje, ya que la mayoría únicamente considera que el sistema de drenaje pase por enfrente de la vivienda, pero no se contabiliza que las viviendas realmente se conecten al drenaje, por lo que hoy en día las cifras de cobertura de drenaje cercanas al 90% distan mucho de la realidad en el sureste mexicano, ya que muchas viviendas no se han conectado al drenaje vertiendo sus aguas residuales de manera directa al acuífero y/o ríos cercanos, o bien a fosas sépticas sin mantenimiento alguno.

Esta situación se torna más preocupante en la Península de Yucatán, donde la única fuente de agua dulce disponible para la población es aquella proveniente del acuífero, acuífero que ha sido contaminado de manera alarmante en los últimos 50 años con la calidad de agua no apta para uso y consumo humano como en el caso de la ciudad de Mérida.

Tabla 12 – Cobertura Acceso al Agua Potable en Viviendas

Región	Acceso			Entubada en vivienda o predio		
	Regional	Urbana	Rural	Regional	Urbana	Rural
RHA XII	97,98%	98,58%	94,81%	96,99%	97,72%	93,08%
RHA XI	89,30%	94,93%	83,00%	87,51%	93,98%	80,29%
Chiapas	88,30%	93,89%	82,77%	86,46%	93,01%	79,98%
Tabasco	91,44%	96,87%	83,57%	89,78%	95,80%	81,07%
Campeche	94,68%	96,86%	88,03%	93,49%	95,98%	85,90%
Yucatán	99,29%	99,44%	98,47%	98,29%	98,52%	97,06%
Quintana Roo	98,13%	98,30%	96,75%	97,26%	97,55%	94,92%

López Tamayo (2019)

Tabla 13 - Cobertura Acceso a algún sistema de drenaje en Viviendas (2015)

Regiones	Drenaje			Red pública o fosa séptica		
	Regional	Urbana	Rural	Regional	Urbana	Rural
RHA XII	91,12%	93,88%	76,48%	90,67%	93,43%	76,03%
RHA XI	90,20%	97,82%	81,69%	87,93%	96,62%	78,23%
Chiapas	86,93%	97,50%	76,47%	84,42%	96,34%	72,63%
Tabasco	97,27%	98,42%	95,61%	95,50%	97,13%	93,14%
Campeche	91,88%	95,90%	79,62%	91,69%	95,71%	79,43%
Yucatán	86,82%	89,41%	72,63%	86,50%	89,13%	72,14%
Q. Roo	96,69%	98,80%	79,79%	95,88%	97,98%	79,05%

López Tamayo (2019) Yucatán (Pacheco et al., 2010).



*Ilustración 156 Estadística de cobertura de servicios de saneamiento © EAM 2018*

#### DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL SURESTE MEXICANO

En México, el cálculo para la Disponibilidad media anual del agua subterránea se ha llevado a cabo acorde a la NOM-011-CONAGUA-2015. Si bien, ha sido un buen acercamiento para determinar el agua disponible de manera general, debe regionalizarse cada cálculo, esto debido a que existen acuíferos complejos que implican más variables para poder realizar un cálculo adecuado en cuanto al volumen de agua dulce disponible, y si bien, a esto debiésemos agregar una variable que determine el volumen con calidad de agua dulce adecuada disponible para uso y consumo humano, lo que disminuiría el volumen en comparación con el cálculo actual.

ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

Con fines de este estudio, se consideró los acuíferos en los que se proyectan estaciones para el Tren Maya, siendo 5 acuíferos en los que se enfocará el análisis. A simple vista se puede apreciar que no existe actualmente un déficit en cuanto a volumen de agua dulce disponible.

Si bien, para esta región proyectada se tiene una Disponibilidad Media Anual del agua subterránea de 3,726.38 millones de metros cúbicos, se debe considerar la calidad de agua que presenta actualmente, la infraestructura para obtenerla así como las proyecciones para el tratamiento del agua residual y su disposición final.

Actualmente para el acuífero de Xpujil (zona de Calakmul) aunque se considera positiva la Disponibilidad Media Anual de Agua, no existe infraestructura adecuada para su extracción y tratamiento debido a la alta cantidad de yesos que presenta la roca que almacena el agua subterránea, teniendo una dureza por encima de lo que marca la NOM-127-SSA1-2000, de igual manera para las zonas urbanas del acuífero Península de Yucatán, la calidad de agua ha disminuido de manera que en algunas regiones ya no es apta para consumo humano, como en el caso de la zona debajo de la ciudad de Mérida y Cancún.

Figura 7.1 Agua renovable per cápita y grado de presión 2017 y 2030



Ilustración 157 Agua renovable per cápita y grado de presión 2017® EAM 2018



fuente: Elaborado con base en CONAGUA (2017b), CONAGUA (2017c), CONAGUA (2017d), CONAPO (2012).

Ilustración 158 Agua Renovable per cápita y grado de presión en 2030 (R) EAMK 2018

Tabla 14 Volumen de extracción de aguas subterráneas

RHA	Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
					VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	(+)	(-)
Cifras en millones de metros cúbicos anuales										
XI	2708	Boca del cerro	785.0	390.0	6.004	1.567	0.00	0.0	387.4	0.0
	701	Palenque	193.0	0.0	5.48	1.985	0.101	0.0	185.4	0.0
XII	405	Xpujil	2,099.4	1784.1	3.61	0.00	0.000	0.0	311.6	0.0
	3105	Península de Yucatán	21,813	14542.2	4,040.8	26.78	360.8	0.0	2,842.	0.0

**RHA:** Región Hidrológico-Administrativa. **R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el **REPDA;** **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. **(+)** Positivo **(-)** Negativo o déficit.

Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

## REGIONES HIDROLÓGICAS DEL SURESTE MEXICANO

En el caso de las regiones hidrológicas en donde se tiene proyectado el paso del Tren Maya, serían 4, las que CONAGUA tiene identificadas como Grijalva-Usumacinta en los estados de Chiapas y Tabasco, y Yucatán Oeste, zona de Campeche, Yucatán Norte, zona de Yucatán y Yucatán Este zona de Quintana Roo. En estas 4 regiones se tienen identificadas 98 cuencas hidrológicas acorde a la CONAGUA.

*Tabla 15 Regiones Hidrológicas del sureste mexicano*

	Región Hidrológica	Extensión territorial (km <sup>2</sup> )	Precipitación anual normal 1981-2010 (mm)	Escurrimiento natural medio superficial interno (hm <sup>3</sup> /año)	Importaciones (+) o exportaciones de otros países (hm <sup>3</sup> /año)	Escurrimiento natural medio superficial total (hm <sup>3</sup> /año)	Número de cuencas hidrológicas
30	Grijalva-Usumacinta	102465	1703	61881	44080	105961	83
31	Yucatán Oeste	25443	1175	756	0	756	7
32	Yucatán Norte	58135	1143	22	0	22	2
33	Yucatán Este	38308	1210	1078	864	1942	6

## SUPERFICIE REGIONES HIDROLÓGICO ADMINISTRATIVAS

La región sureste es la que presenta una mayor disponibilidad de agua renovable per cápita en comparación con otras regiones del país, las regiones XI y XII donde se tiene proyectado el paso del Tren Maya suman una disponibilidad de agua renovable per cápita de 84,988 m<sup>3</sup>/habitante/año para el 2017.

*Tabla 16 Superficie RHA*

No. RHA	Superficie continental (km <sup>2</sup> )	Agua renovable 2017 (hm <sup>3</sup> /año)	Población a Jun 2017 (M de hab.)	Agua renovable per cápita 2017 m <sup>3</sup> /hab/año	Aportación al PIB nacional 2016 (%)	Municipio (número)
I	154279	4858	4,6	1057	4,26	11
II	196326	8274	2,92	2837	3,41	78
III	152007	26747	4,59	5823	3,08	51
IV	116439	21668	12,04	1799	6,4	420
V	82775	30836	5,12	6017	2,19	378
VI	390440	12844	12,61	1019	15,03	144
VII	187621	8024	4,65	1725	4,39	78
VIII	192722	35071	24,72	1419	19,75	332
IX	127064	28655	5,38	5329	2,29	148
X	102354	94363	10,73	8796	5,25	432
XI	99094	147195	7,84	18776	4,06	139
XII	139897	29647	4,77	6212	5,27	128
XIII	18229	3401	23,55	144	24,63	121
Total	1959248	451585	123,52	3656	100	2460

## AGUA RENOVABLE PER CÁPITA POR ENTIDAD

La gestión integral del agua en 5 de las entidades del sureste del país ha sido un reto, debido a la dispersión de la población en el territorio que les conforman, lo que ha ocasionado el que muchas de estas poblaciones no cuenten con sistemas para el tratamiento de sus aguas residuales.

Tabla 17 Agua Renovable per cápita por entidad

Clave	Entidad Federativa	Superficie Continental (km <sup>2</sup> )	Agua renovable 2017 (hm <sup>3</sup> /año)	Población jun 2017 (millones de hab.)	Agua renovable per cápita 2017 (m <sup>3</sup> /hab/año)	Aportación al PIB nacional 2016 (%)	Municipios o alcaldías (número)
1	Aguascalientes	5618	536	1,32	394	1,36	11
2	Baja California	71446	3045	3,58	843	3,35	5
3	Baja C Sur	73922	1235	0,81	1579	0,82	5
4	Campeche	57924	5815	0,94	15474	2,18	11
5	Coahuila	151563	3457	3,03	1053	3,66	38
6	Colima	5625	2159	0,75	2887	0,61	10
7	Chiapas	73289	113557	5,38	21199	1,7	120
8	Chihuahua	247455	11759	3,78	3180	3,42	67
9	Ciudad México	1486	644	8,81	55	16,97	16
10	Durango	123451	12594	1,8	7508	1,24	39
11	Guanajuato	30608	3886	5,91	661	4,22	46
12	Guerrero	63621	20972	3,61	5908	1,43	81
13	Hidalgo	20846	7475	2,95	2489	1,57	84

14	Jalisco	78599	15951	8,11	1951	7,14	125
15	México	22357	4786	17,36	302	8,91	125
16	Michoacán	58643	12633	4,66	2723	2,45	113
17	Morelos	4893	1848	1,97	925	1,15	33
18	Nayarit	27815	6660	1,27	5092	0,72	20
19	Nuevo León	64220	4448	5,23	828	7,33	51
20	Oaxaca	93793	55901	4,06	13765	1,52	570
21	Puebla	34290	11382	6,31	1837	3,36	217
22	Querétaro	11684	1940	2,06	996	2,33	18
23	Quintana Roo	42361	1741	1,66	4872	1,61	11
24	San Luis P	60983	10862	2,8	3822	2,14	58
25	Sinaloa	57377	9903	3,03	2891	2,29	18
26	Sonora	179503	7154	3,01	2358	3,46	72
27	Tabasco	24783	31941	2,43	12909	2,35	17
28	Tamaulipas	80175	8962	3,62	2490	2,96	43
29	Tlaxcala	3991	868	1,31	700	0,58	60
30	Veracruz	71820	51640	8,16	6295	4,7	212
31	Yucatán	39612	21813	2,17	3234	1,48	106
32	Zacatecas	75539	4016	1,6	2444	0,98	58
	Total	1959248	451858	123,52	3656	100	2460

Como se puede apreciar en la siguiente tabla acorde a EAM (2018), en la Región Hidrológico-Administrativa número XII correspondiente a los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo únicamente se tiene reportada una planta potabilizadora, mientras que en la Región Hidrológico-

Administrativa número XI se cuentan con 50 plantas potabilizadoras.

*Tabla 18 Plantas Municipales, 2017*

Región	Potabilizadoras			Tratamiento		
	Número en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal procesado (m3/s)	Número en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal procesado (m3/s)
RHA XI	50	13,28	10,37	117	4,8	3,88
RHA XII	1	0,01	0,01	74	3,3	2,18
Chiapas	6	4,74	2,61	33	1,92	1,28
Tabasco	40	8,47	7,71	83	2,88	1,37
Camp.	5	0,08	0,07	15	0,15	0,13
Yucatán	0	0	0	28	0,46	0,26
Q. Roo	0	0	0	31	2,69	1,78

*Tabla 19 Plantas Industriales, 2017*

Regiones	Número en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal procesado (m3/s)
RHA XI	NA	NA	NA
RHA XII	NA	NA	NA
Chiapas	121	1,98	1,65
Tabasco	149	1,52	1,37
Campeche	191	4,06	4,06
Yucatán	165	0,4	0,37
Quintana Roo	5	0,07	0,07

López Tamayo (2019)

Si bien, en las principales zonas urbanas de estas Regiones Hidrológico Administrativas se ha invertido en infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales, la operación de estas ha sido deficiente al no contar con presupuesto ni personal capacitado para el monitoreo del tratamiento de las aguas residuales, lo que conlleva a la disposición final de las aguas residuales con tratamiento deficiente y no acorde a la NOM-001-SEMARNAT-1996.

La disponibilidad del drenaje en México ha tomado un mayor énfasis en los últimos años acorde al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la agenda 2030 que México ha ratificado. Si bien, el drenaje es un paso para dar atención y resolver los temas de contaminación de los cuerpos de agua, para el sureste de México no ha sido la solución adecuada ya que no se ha logrado eficiente las plantas de tratamiento de aguas residuales que cumplan con la normatividad vigente y no se ha realizado una investigación clara del número de viviendas que realmente estén conectadas los servicios de drenaje.

La entidad que ha invertido y logrado una mayor cobertura de drenaje en las zonas del sureste del país ha sido Quintana Roo, pero a su vez ha sido una en las que se ha

presentado un aumento gradual en la contaminación del acuífero, esto debido a que la dotación de servicios básicos de infraestructura como drenaje y tratamiento de aguas residuales no ha ido al mismo nivel de crecimiento que el poblacional.

*Tabla 20 Disponibilidad del Drenaje en México*

Entidad federativa	1990	2000	2005	2010
Estados Unidos Mexicanos	62	75.4	85.8	89.1
Aguascalientes	85.8	94.2	97	97.8
Baja California	66.7	81.4	90.8	93.7
Baja California Sur	65.5	80.7	90.8	94.2
Campeche	46.6	63.4	80.6	85.7
Coahuila	68.4	83.5	92.2	95.6
Colima	81.1	92.6	98.4	98.7
Chiapas	38.5	57.5	74.5	80.4
Chihuahua	66.2	84.9	91.3	93.2
Distrito Federal	93.3	97.7	98.9	99.2
Durango	53.3	72.4	84.2	88.3
Guanajuato	57.9	74.3	85.4	89.3
Guerrero	34.8	46.8	62.5	71.7
Hidalgo	40.9	62	78.7	83.4
Jalisco	79.9	89.6	95.7	96.9
México	72.2	82.7	90.3	92
Michoacán	53.2	66.4	82.1	85.4

Morelos	63.6	79.2	90.4	92.4
Nayarit	56.7	77.7	91.3	93.5
Nuevo León	80.9	90.8	96.1	97.2
Oaxaca	27.7	42.3	61.1	69.6
Puebla	45.5	60.7	78.2	84.9
Querétaro	56.9	74.9	87.1	91
Quintana Roo	57.6	83.3	91	94
San Luis Potosí	48.1	61.2	75.9	80.5
Sinaloa	53.8	71.9	86.2	90.9
Sonora	65.2	78.9	87.4	90
Tabasco	60.9	82	91.8	91.7
Tamaulipas	59.2	74.2	84	88.1
Tlaxcala	55	79.3	89.1	92.8
Veracruz	47.8	61.7	75.7	80.2
Yucatán	46.2	58.2	71.7	80.1
Zacatecas	46.3	68.2	84.4	89

---

## ESCENARIOS FUTUROS Y CAMBIO CLIMÁTICO

El clima es el estado predominante de la atmósfera en las capas más cercanas a la superficie de la tierra y al océano. El clima, al igual que el “estado de tiempo”, está construido por factores tales como: latitud, altitud, orografía, ubicación geográfica, circulación de la atmósfera y corrientes marítimas (Orellana et al., 2016).

La resultante de la interacción de los factores climáticos son los elementos del tiempo y el clima, que son: radiación solar, temperatura, humedad y precipitación, presión y viento dominante, nubosidad y visibilidad.

Los elementos que más se usan para caracterizar el clima de un sitio son la temperatura, sobre todo la media, y la precipitación.

En términos de agua dulce, se prevé que durante el siglo XXI se reduzca el agua renovable superficial y subterránea en la mayoría de las regiones subtropicales secas, lo que incrementará la competencia entre los usuarios. Los efectos del cambio climático se acentuarán en las zonas con rápidos procesos de urbanización, sin dejar de lado los impactos en el medio rural por la disponibilidad del agua y los cambios de temperatura, que podría derivar en el desplazamiento de las

zonas de cultivo y, por consiguiente, incidir tanto en la población rural como en la seguridad alimentaria en general. En la Península de Yucatán se han reportado zonas con intrusión salina en el acuífero, debido al manejo inadecuado de concesiones y a la extracción irregular mediante pozos que no cuentan con su autorización correspondiente.

En el sureste de México, en específico en la Península de Yucatán se prevén en los escenarios al 2020 un aumento de la temperatura y una disminución de la precipitación, por consiguiente, habrá una notable disminución en la recarga del acuífero kárstico de la Península de Yucatán, el cual actualmente es la única fuente de agua dulce para la población y los ecosistemas locales.

Aunado a los escenarios futuros donde la recarga del acuífero disminuirá por consecuencia de la disminución en la precipitación, habrá que sumarle la pérdida del agua dulce disponible derivado de la contaminación del acuífero, donde al 2019 se han encontrado elementos contaminantes como Hormonas, Cafeína, Compuestos Orgánicos Persistentes, Metales pesados, hidrocarburos, etc. (Hernández-Terrones et al., 2011; Leal-Bautista et al., 2013, Pacheco et al., 2010).

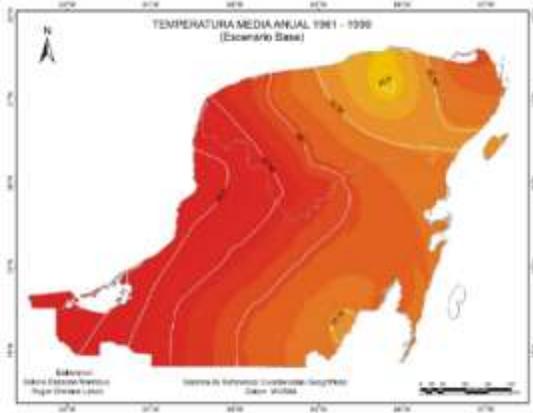


Ilustración 159 Temperatura media anual en la Península de Yucatán 1961-1990 (Tomado de Orellana et al., 2010).

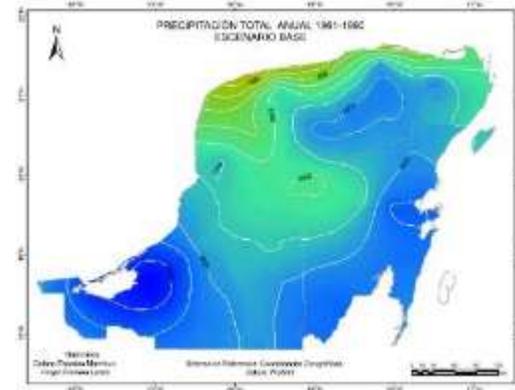


Ilustración 161 Precipitación media anual en la Península de Yucatán 1961-1990 (Tomado de Orellana et al., 2010).

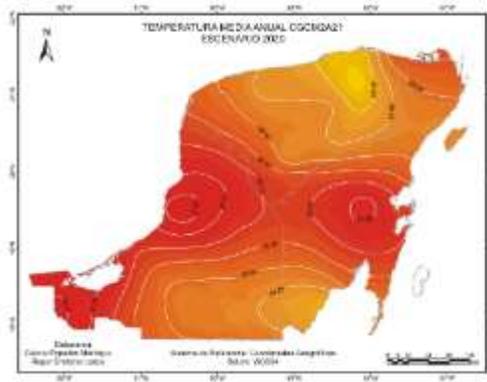


Ilustración 160 Temperatura media anual en la Península de Yucatán en un Escenario al 2020 (Tomado de Orellana et al., 2010).

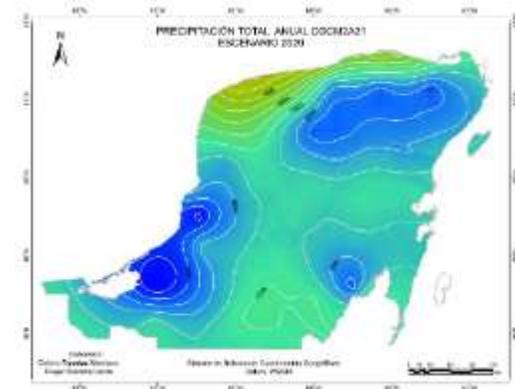


Ilustración 162 Precipitación media anual en la Península de Yucatán en un Escenario al 2020 (Tomado de Orellana et al., 2010).

POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA  
REGIÓN VINCULADOS CON EL RECURSO HÍDRICO

CONTEXTO TABASCO

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda por localidad, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, para el año 2000, la población total en la superficie que comprende el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, era de 76,907 habitantes; en el año 2005 de 76,038 habitantes y en el año 2010, había 80,550 habitantes; que representan el 3.6 por ciento de la población en el Estado de Tabasco.

La población que habita en la superficie del acuífero está distribuida en 184 localidades, de las cuales 2 corresponden a localidades urbanas, las cuales son: Tenosique de Pino Suárez, con 32,579 habitantes y El Triunfo, con 5,627 habitantes; que en conjunto sumaban 38,206 habitantes, lo cual representa el 48 por ciento de la población total del acuífero, mientras que en las 182 localidades rurales restantes viven 42,344 habitantes, que representan el 52 por

ciento de la población total del acuífero. La tasa de crecimiento poblacional de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, al año 2010, en el territorio que abarca el acuífero, evaluada del año 2000 al 2010, fue de 1.1 por ciento anual, que es superior a la tasa de crecimiento estatal de 0.5 por ciento anual para el mismo lapso. Al respecto, con base en la población censada en el año 2010, se proyectó la población para el área del acuífero, resultando 105,479 habitantes para el año 2030 (DOF, 2019).

En cuanto a la cobertura de agua potable, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, en las localidades urbanas ubicadas dentro de los límites geográficos del acuífero, era de 90.8 por ciento, la cual se encontraba por debajo de la media nacional que era de 95.4 por ciento para el mismo año; mientras que en las localidades rurales la cobertura de agua potable era de 69.7 por ciento, la cual se encontraba por debajo de la media nacional, que era del 77.2 por ciento. En cuanto a la cobertura del alcantarillado en localidades urbanas fue de 98.3 por ciento, la cual se encontraba por arriba de la media nacional, del 96.3 por ciento; mientras que la cobertura de alcantarillado para

localidades rurales fue de 88.7 por ciento, la cual se encontraba por arriba de la media nacional que fue de 68.9 por ciento.

La Población Económicamente Activa en la superficie del acuífero Boca del Cerro, clave 2708, es de 27,072 habitantes; de los cuales, el 43.13 por ciento se dedica al sector terciario; 14.62 por ciento al sector secundario y el 40.46 por ciento al sector primario. El Producto Interno Bruto que genera la Población Económicamente Activa en la superficie del acuífero es de aproximadamente 10,966.40 millones de pesos, que representa el 2.5 por ciento del Producto Interno Bruto Estatal (DOF, 2019)

La superficie agrícola total en el acuífero se estima en 51,023 hectáreas, de las cuales 1,072 son de riego, cuya fuente es el agua subterránea, para cultivar maíz amarillo y blanco, frijol, arroz y calabaza. La actividad pecuaria comprende principalmente la producción de ganado bovino, ovino y avícola. Estas actividades componen al sector primario al que se dedican 10,955 habitantes que generan 440.39 millones de pesos, aproximadamente.

En la industria establecida en la superficie del acuífero, sólo el 14.62 por ciento de la Población Económicamente Activa

del acuífero se dedica a esta actividad; dicha población genera 8,034.90 millones de pesos, que representa el 1.8 por ciento del Producto Interno Bruto Estatal.

En el sector terciario, integrado por los servicios de agua potable y saneamiento, comercios, transportes, educación, hoteles, restaurantes y otros, se ocupa el 43.1 por ciento de la Población Económicamente Activa de la superficie del acuífero y genera 2,491.10 millones de pesos, que representa el 0.5 por ciento del Producto Interno Bruto Estatal. En los últimos años se ha generado una creciente demanda de agua, principalmente para uso agrícola, abastecimiento a la población, servicios y uso industrial, indispensable para sostener el desarrollo y continuidad de las actividades socioeconómicas en la superficie del acuífero. Derivado a este aumento en la demanda de agua se debe establecer un programa de Gestión Integral del Acuífero Boca del Cerro con el fin de tener las proyecciones adecuadas que permitan cumplir con la demanda de agua dulce en calidad y cantidad, esto previo al desarrollo de proyectos que impliquen un aumento de la población y de las actividades económicas de la región.

Los indicadores sociales más representativos para las comunidades ubicadas dentro del área del acuífero son el grado de marginación, el índice de desarrollo humano y el índice de rezago social.

El grado de marginación para esta zona es Medio; el índice de desarrollo humano para la superficie del acuífero es de 0.759, que se encuentra por debajo del índice de desarrollo humano para el Estado de Tabasco, de 0.766, que ocupa el lugar 21 dentro del índice de desarrollo humano nacional, que es de 0.789. El índice de rezago social en la región que comprende el acuífero es de -0.610652, con un grado de rezago social Bajo.

---

## MARCO FÍSICO

---

### CLIMATOLOGÍA

Los climas que se presentan en la superficie que comprende el acuífero son el clima cálido húmedo, el cual abarca el 72.2 por ciento, y el clima cálido subhúmedo se presenta en el 27.8 por ciento de la superficie restante del acuífero.

De acuerdo con la información climatológica registrada en el periodo 1960 al 2011 en el acuífero, se presenta una temperatura media anual de 26.8 grados centígrados, una

precipitación media anual de 1,924.9 milímetros y una evaporación potencial media anual de 1,084.65 milímetros (DOF, 2019).

---

### FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La superficie del acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se ubica entre dos subprovincias Fisiográficas: La Subprovincia Llanura Costera del Golfo Sur, la cual es ocupada por el acuífero en más del 80 por ciento y la Subprovincia Sierras de Chiapas y Guatemala; ambas pertenecientes a la Provincia Llanura Costera del Golfo.

La geomorfología en la superficie del acuífero, la determinan las sierras plegadas de los Altos de Chiapas que la recorren por el sur con una orientación suroeste-sureste; estas sierras plegadas constituidas por rocas calizas del Cretácico que son cortadas profundamente forman montañas interrumpidas por valles estrechos.

El resto de la geomorfología, la conforman depósitos aluviales y palustres acarreados y depositados por el Río Usumacinta, así como las rocas calcáreas y margas del Terciario, que afloran en la porción oriental de la zona.

La mayor elevación es el Cerro Tapesco que se encuentra al sur del acuífero en el límite con Guatemala a una altitud de 300 metros sobre el nivel del mar. Las menores elevaciones se encuentran al norte y centro del área del acuífero con una altitud de 50 metros sobre el nivel del mar (DOF, 2019).

### GEOLOGÍA

---

En la superficie del acuífero Boca del Cerro, clave 2708, afloran rocas de edad Terciaria, donde ocurre el depósito de areniscas, lutitas y posteriormente, se depositaron los conglomerados polimícticos. Entre estos depósitos Terciarios se encuentran los depósitos continentales del Cuaternario, representados por aluvión, que aflora en el extremo noreste de la zona y por depósitos palustres acarreados y depositados por el Río Usumacinta. Estos sedimentos cubren una parte importante de la superficie del acuífero, en la llanura costera y corresponden a dos ambientes: palustre y aluvial.

Hacia la porción sur-suroeste, una franja presenta una unidad geológica cubierta de manera concordante y transicional perteneciente a la Formación Angostura,

conformada por calizas del Cretácico, con intercalaciones de lutita. En esta franja se identifican estructuras desarrolladas en anticlinales y fallas normales y laterales asociadas a diferentes eventos de formación. Los anticlinales más sobresalientes son los denominados Santa Rosa y Chancal, y las fallas Tenosique y Lindavista. Entre estas estructuras constituidas por rocas calcáreas del Cretácico, afloran calizas y calizas-areniscas de edad Terciaria.

En la porción oriental de la zona se encuentra otra falla muy importante con orientación norte-sur denominada Falla San Pedro, por esta zona de debilidad pasa el Río San Pedro, en cuyo lecho se encuentran depósitos palustres.

### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

---

El acuífero Boca del Cerro, clave 2708, está ubicado en la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta. El acuífero ocupa parte de las cuencas Río Usumacinta (que a su vez se subdivide en la subcuencas Río San Pedro y Río Chacamax), y la Cuenca Río Grijalva-Villahermosa. Finalmente, una pequeña porción al noreste del acuífero pertenece a la Cuenca Laguna de Términos.

Las corrientes superficiales más importantes son los ríos San Pedro, Usumacinta y Chacamax. El Río San Pedro nace en el departamento guatemalteco El Petén, tiene una longitud de 186 kilómetros en Guatemala, y fluye hacia el oeste hasta cruzar la frontera mexicana para entrar al acuífero, en el Estado de Tabasco, donde continúa con el nombre de Río San Pedro hacia el noroeste donde recorre todo el acuífero, unos 88 kilómetros, para finalmente unirse al Río Usumacinta, cerca de la localidad Canutillo, Municipio de Balancán, fuera de los límites del acuífero. El Río Usumacinta cruza al acuífero en la porción oeste, en dirección hacia el norte, formando meandros, pasando por la población de Tenosique de Pino Suárez, y sale de los límites superficiales del acuífero. Finalmente, el caudal del Río Chacamax, sigue su trayectoria al oeste del acuífero, en dirección sur norte.

---

## HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

---

### EL ACUÍFERO

---

El acuífero Boca del Cerro, clave 2708, es considerado de tipo libre, heterogéneo, constituido por areniscas, conglomerados, depósitos palustres y aluviales acarreados

por el Río Usumacinta. En este tipo de acuíferos libres, aumenta la vulnerabilidad a la contaminación, por lo que las estrategias de prevención de la contaminación deben llevarse a cabo entre los 3 niveles de gobierno.

En las partes altas de la sierra, los afloramientos de las rocas fracturadas funcionan como receptores de la abundante lluvia que en buena parte se infiltra y circula hasta los francos montañosos recargando al acuífero por flujo subterráneo.

Los coeficientes de transmisividad, permeabilidad y de almacenamiento del acuífero no han sido evaluados mediante pruebas de bombeo en los pozos existentes, no obstante, dada la naturaleza de los materiales elásticos de grano fino a medio que lo constituyen y su comportamiento, se estima que su permeabilidad varía de media a alta. Se recomienda realizar estudios específicos que puedan determinar la permeabilidad del acuífero para ser considerado en los proyectos que queden dentro del área de influencia de este.

Las fronteras y barreras al flujo subterráneo, así como su basamento geológico, están representadas por las mismas rocas de la Sierra de Chiapas, cuando a profundidad

desaparece su fracturamiento y por las secuencias de depósitos que conforman las lutitas.

#### NIVELES DEL AGUA SUBTERRÁNEA

---

El nivel de saturación del agua subterránea es aquel a partir del cual el agua satura todos los poros y oquedades del subsuelo.

La escasa red de monitoreo piezométrico en el acuífero, no ha permitido precisar la profundidad al nivel estático de los niveles de agua subterránea; sin embargo, se tiene información de que la profundidad al nivel estático es en general somera, con una distribución en el área del acuífero que varía de mayor a menor profundidad obedeciendo a la topografía del terreno, es decir, las profundidades mayores en las partes más altas y las menores en las partes bajas y en los lechos del Río Usumacinta (DOF, 2019).

La elevación del nivel estático con respecto al nivel del mar varía por efecto de la topografía con variaciones similares, siendo las más altas en las estribaciones de las sierras y las más bajas en el lecho del río y arroyos que la atraviesan, siguiendo el flujo subterráneo las mismas direcciones que los escurrimientos superficiales.

La evolución del nivel estático a través del tiempo, indica que los niveles estáticos se han mantenido estables desde su construcción, hecho que significa que la evolución de los niveles estáticos y el cambio de almacenamiento es despreciable; según la información obtenida de los usuarios de los aprovechamientos de agua subterránea. Este comportamiento del acuífero se debe a las condiciones climatológicas en la región, con altas precipitaciones (DOF, 2019).

La actualización de los componentes y las variables hidrogeológicas deben ser prioridad previo a cualquier desarrollo de proyecto en el área de influencia del acuífero, ello con el fin de evaluar su comportamiento a través del tiempo y tener una gestión integral del mismo.

#### EXTRACCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y SU DISTRIBUCIÓN POR USOS

---

De acuerdo con la información del censo de aprovechamientos efectuado por la Comisión Nacional del Agua, en el año 2014, se registraron 32 aprovechamientos de agua subterránea, la mayoría emplazados en los municipios de Balancán y Tenosique, de

los cuales se extrae un volumen de 1.4 millones de metros cúbicos anuales; siendo para el 2015 un volumen de extracción de 7.5 millones de metros cúbicos (DOF, 2019), que se destinan principalmente al uso público-urbano, agrícola y doméstico.

### CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

---

De acuerdo con los análisis fisicoquímicos del agua subterránea en el acuífero, ésta se considera apta para consumo humano ya que los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000.

El agua subterránea del acuífero presenta una salinidad media-alta y un bajo contenido en sodio, por lo que es apta para riego agrícola.

La concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea varía de 368 hasta 737 miligramos por litro, con

mineralización alta, donde las concentraciones más bajas se ubican en las porciones este y sur del acuífero.

Teniendo en cuenta la dureza total, es decir, el contenido en calcio y magnesio, se puede clasificar el agua subterránea del acuífero como agua de dureza media.

### MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO

---

El acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se encuentra alojado en las areniscas, conglomerados, depósitos palustres y aluviales acarreados por el Río Usumacinta.

La recarga natural en el acuífero ocurre por infiltración del agua de lluvia y de los escurrimientos superficiales. En las partes altas de la sierra existen afloramientos de rocas fracturadas que funcionan como áreas receptoras de las abundantes lluvias, que se infiltran en cierta fracción, circulando hacia los flancos montañosos que se encuentran en el contacto geológico con los materiales clásticos predominantes del acuífero, donde se establece la continuidad hidráulica de los volúmenes infiltrados desde las partes altas de la sierra con los niveles de saturación del acuífero, dando lugar a la recarga natural por infiltración de la lluvia. Otro volumen de agua de lluvia escurre a través de

los ríos y arroyos que nacen en el parteaguas hidrográfico de la cuenca y en su trayecto por el valle de Boca del Cerro, dando lugar a la recarga natural por corrientes superficiales.

La descarga natural en el acuífero ocurre por evapotranspiración en áreas donde el nivel freático se encuentra a profundidades menores a 5 metros. Otra descarga natural del acuífero tiene lugar en las temporadas de estiaje a través de las corrientes superficiales perennes. Este caudal de agua superficial corresponde al Flujo Base del acuífero.

Finalmente, un volumen por descarga artificial del acuífero corresponde al bombeo de las captaciones de agua subterránea de los aprovechamientos existentes, que siendo incipientes, representan un volumen menor.

### BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

De acuerdo al balance de aguas subterráneas y con base en los datos hidrometeorológicos disponibles, se estima que el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, recibe una recarga total media anual de 785.0 millones de metros cúbicos anuales, integrada por un volumen por entradas por flujo subterráneo que provienen de las zonas montañosas, emplazadas al

suroeste; un volumen por recarga natural por efecto de la infiltración del agua de lluvia que se precipita en la superficie del acuífero y principalmente, en el lecho de los escurrimientos de los ríos y arroyos. Por último, un volumen por recarga inducida de retornos de riego agrícolas en cultivos distribuidos en toda la superficie del acuífero.

Las salidas en el acuífero ocurren a través de la descarga por flujo subterráneo; un volumen por evapotranspiración y flujo base hacia los ríos y arroyos principales, de 390 millones de metros cúbicos, debido los niveles freáticos someros; un volumen por extracción de 7.5 millones de metros cúbicos anuales. Adicionalmente, se considera volumen por flujo base, que aporta el acuífero al caudal de los ríos y arroyos.

El acuífero se mantiene en equilibrio hidrodinámico, con un volumen total de descarga igual al volumen de recarga obtenido, con lo cual se concluye que el cambio de almacenamiento en el acuífero es despreciable.

## DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea, en el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea} = \text{Recarga total} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se determinó considerando una recarga total media anual de 785.0 millones de metros cúbicos anuales, una descarga natural comprometida de 390.0 millones de metros cúbicos, y el volumen de agua concesionada e inscrita en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 7.5723 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad de 387.428605 millones de metros cúbicos anuales.

## REGIÓN HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVA FRONTERA SUR

Tabla 21 DMA Acuífero de Tenosique

2015											
Región Hidrológico Administrativa	Entidad Federativa	Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCA S	VEA LA	VAP TYR	VAP RH	Positiva	Negativa (déficit)
Cifras en millones de metros cúbicos anuales											
Xi Frontera Sur	Tabasco	2708	Boca Del Cerro	785.0	390.0	6.004030	1.567365	0.000000	0.000000	387.428605	0.000000

**R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, siempre y cuando se tenga un programa de Gestión Integral del Acuífero Boca del Cerro adecuado.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sostenibles es de 395.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

---

#### SITUACIÓN REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Actualmente el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

1. "DECRETO que establece el Distrito de Riego y Drenaje de Balancán-Tenosique y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 1971, mediante el cual se estableció veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo, el cual comprende la franja este, en las porciones norte, centro y sur, de la superficie del acuífero Boca del Cerro, clave 2708, en el Estado de Tabasco.
2. "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual, en una porción del acuífero Boca del Cerro, clave 2708, en el Estado de Tabasco, que en el mismo se indica, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sostenible de las aguas nacionales del subsuelo.

---

#### PROBLEMÁTICA

---

### RIESGO DE SOBREEXPLOTACIÓN

En el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, la extracción total es de 7.57 millones de metros cúbicos anuales, la descarga natural comprometida es de 390.0 millones de metros cúbicos anuales y la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 785.0 millones de metros cúbicos anuales.

En caso de que en el futuro se establezcan en la superficie del acuífero, grupos con proyectos agrícolas o industriales de gran escala y de otras actividades productivas que requieran gran cantidad de agua así como grandes centros de población, y que demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero, podría generar un desequilibrio en la relación recarga-extracción (DOF,2019).

Asimismo, en el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se estima un incremento en la población de las localidades que comprende el acuífero, por lo que, la región exigirá cada vez mayor demanda de agua subterránea para cubrir las necesidades básicas de los habitantes y seguir impulsando las actividades económicas de la región. Aunado a ello, se resalta la vulnerabilidad que tiene a la contaminación el acuífero por presentar una condición de acuífero libre, en el cual es más fácil que cualquier contaminante pueda

llegar en un periodo corto del tiempo de la superficie al nivel freático.

Dicha circunstancia implica el riesgo de que la extracción supere el volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sostenibles; por lo que se podrían generar los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la inutilización de pozos, el incremento de costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición del caudal base hacia los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

---

### CONCLUSIONES

- a. En el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para

lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.

- b. El acuífero Boca del Cerro, al ser un acuífero libre, presenta mayor vulnerabilidad a la contaminación por presentar un nivel freático muy somero, en el cual facilita que los contaminantes lleguen en corto tiempo de la superficie al nivel estático, por lo que se deberá considerar el uso de suelo en el área de influencia del acuífero con el fin de prevenir la contaminación de este.
- c. El acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Considerando Octavo del Acuerdo de la Disponibilidad del acuífero Boca del Cerro, clave 2708.
- d. Dichos instrumentos han permitido prevenir los efectos de la explotación intensiva; sin embargo, persiste el riesgo de que la demanda supere el volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sostenibles, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso

desaparición del caudal base hacia los ríos y el deterioro de la calidad del agua subterránea.

- e. Es indispensable considerar los instrumentos jurídicos anteriormente enlistados de manera que se conserve el caudal ecológico que permita el equilibrio de los ecosistemas.
- f. El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente en la porción no vedada del acuífero, hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proponga al titular del Ejecutivo Federal; mismo que permitirá realizar la administración y uso sostenible de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Boca del Cerro, clave 2708.
- g. De los resultados expuestos, en el acuífero Boca del Cerro, clave 2708, se presentan las causales de utilidad e interés público, referidas en los artículos 7 y 7 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección y conservación del recurso hídrico, a la atención prioritaria de la problemática hídrica, al

control de la extracción, explotación, aprovechamiento y uso de las aguas del subsuelo, la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento del ordenamiento procedente para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de su extensión territorial, para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

- h. El ordenamiento procedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.
- i. Para todo proyecto se deberá considerar lo enmarcado en el artículo 4º Constitucional que refiere el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento.

---

#### CHIAPAS

---

#### POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN VINCULADOS CON EL RECURSO HÍDRICO

De acuerdo con los resultados de los censos y conteos de población y vivienda por localidad, del Instituto Nacional de

Estadística y Geografía, para el año 2000, la población total en la superficie que comprende el acuífero Palenque, clave 0701, era de 85,365 habitantes; en el año 2005, de 93,995 habitantes y en el año 2010, de 103,985 habitantes; que representa el 2.1 por ciento de la población en el Estado de Chiapas y para el 2015 eran 119,826 habitantes.

La población que habita en la superficie del acuífero está distribuida en 835 localidades, de las cuales 2 corresponden a localidades urbanas, donde habitan 45,920 personas, lo cual representa el 44.2 por ciento de la población total del acuífero, mientras que en las 833 localidades rurales restantes habitan 58,065 personas, que representan el 55.8 por ciento de la población total del acuífero. La tasa de crecimiento poblacional de acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía al año 2010 en el territorio que abarca el acuífero y evaluada del año 2000 al 2010 fue de 3.6 por ciento anual, que es superior a la tasa de crecimiento estatal de 2.4 por ciento anual para el mismo lapso.

Las principales ciudades ubicadas en la superficie del acuífero son Palenque, con 42,947 habitantes, y Catazajá con 2,973 habitantes.

Con base en la población censada en el año 2010, se proyectó la población para el área del acuífero, resultando de 127,901 habitantes para el año 2030; de éstos, 56,482 habitantes, se encontrarán distribuidos en 2 localidades urbanas y 71,419 habitantes en 833 localidades rurales. En el área que corresponde al Municipio de Catazajá habrá 21,082 habitantes, en el Municipio La Libertad 6,118 habitantes, en el Municipio Palenque 94,711 habitantes, y en Salto de Agua 5,990 habitantes (DOF, 2019).

La cobertura de agua potable, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, en las localidades urbanas ubicadas dentro de los límites geográficos del acuífero, era de 84.1 por ciento, la cual se encontraba por debajo de la media nacional que era de 95.4 por ciento para el mismo año; mientras que en las localidades rurales la cobertura de agua potable era de 71.1 por ciento, la cual se encontraba por debajo de la media nacional de 77.2 por ciento. En cuanto a la cobertura del alcantarillado en localidades urbanas es de 97.9 por ciento, la cual se encontraba por arriba de la media nacional 96.3 por ciento; mientras que la cobertura de alcantarillado para localidades rurales fue de

78.1 por ciento, la cual se encontraba por arriba de la media nacional que fue de 68.9 por ciento.

Al 2015 el 11.47% de la población no disponía de drenaje (EAM, 2016).

La población económicamente activa en la superficie del acuífero Palenque, clave 0701, es de 35,574 habitantes; de los cuales, el 25 por ciento se dedica al sector terciario, 7 por ciento al sector secundario y el 68 por ciento al sector primario. El producto interno bruto que genera la población económicamente activa en la superficie del acuífero es de aproximadamente 3,108.71 millones de pesos, que representa el 1.4 por ciento del producto interno bruto estatal (DOF, 2019). La superficie agrícola total en el acuífero es de aproximadamente 114,084 hectáreas, siendo 113,920 de temporal y 165 de riego; se establecen cultivos como maíz de grano, frijol, chile verde, sorgo, y en menor cantidad sandía y café cereza. La actividad pecuaria comprende principalmente la producción de ganado bovino y con menor proporción la cría porcina y ovina. Estas actividades componen al sector primario al que se dedican 24,190 habitantes que generan 585.648 millones de pesos, aproximadamente.

En el sector secundario, representado por la industria, el 7 por ciento de la población económicamente activa de la superficie del acuífero se dedica a esta actividad; dicha población genera 504.13 millones de pesos que representa el 0.2 por ciento del producto interno bruto estatal (DOF, 2019).

En el sector terciario, integrado por los servicios de agua potable y saneamiento, comercios, transportes, educación, hoteles, restaurantes y otros, se ocupa el 25 por ciento de la población económicamente activa de la superficie del acuífero y genera 2,027.54 millones de pesos que representa el 0.7 por ciento del producto interno bruto estatal.

En los últimos años se ha generado una creciente demanda de agua, principalmente para uso agrícola, abastecimiento de la población que requiere agua potable y servicios y uso industrial, indispensable para sostener el desarrollo y continuidad de las actividades socioeconómicas en la superficie del acuífero Palenque, clave 0701, en el Estado de Chiapas (DOF, 2019). Las políticas para mejorar la eficiencia del agua en esta región del país deben estar enfocadas al sector agrícola, de manera que se pueda

asegurar el volumen de agua dulce disponible en calidad y cantidad para las proyecciones de crecimiento al 2030.

Los indicadores sociales más representativos para las comunidades ubicadas dentro del área del acuífero Palenque, clave 0701, son grado de marginación, índice de desarrollo humano y rezago social. El grado de marginación para esta zona es alto; el índice de desarrollo humano para la superficie del acuífero es de 0.610 que se encuentra por debajo del índice de desarrollo humano para el Estado de Chiapas de 0.690, que ocupa el lugar 32 dentro del índice de desarrollo humano nacional que es de 0.789. El índice de rezago social para la zona del acuífero Palenque es de 0.383059 Con Un Grado De Rezago Social Medio-Bajo.

---

#### MARCO FÍSICO

---

##### CLIMATOLOGÍA

Según la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García el clima que se presenta en la superficie que comprende el acuífero Palenque, clave 0701, es el clima cálido húmedo, el cual abarca el 100 por ciento de la superficie total del acuífero.

De acuerdo con la información climatológica registrada en el periodo 1960 al 2010, la superficie del acuífero Palenque, clave 0701, presenta una temperatura media anual de 26.4 grados centígrados y una precipitación media anual de 2,392.8 milímetros. La evaporación real media anual es de 1,478.83 milímetros.

---

### FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El acuífero Palenque, clave 0701, se localiza en la porción norte del Estado de Chiapas al noreste de la Subprovincia Fisiográfica denominada Llanuras y Pantanos Tabasqueños, perteneciendo a su vez, a la Provincia Planicie Costera del Golfo de México, la cual se localiza al norte de la Subprovincia Sierra de Chiapas. Se caracteriza por el predominio de tierras bajas y pantanosas, con algunos lomeríos y cauces temporales, meandros abandonados y laguna de poca profundidad.

La zona de Palenque se presenta superficialmente como una llanura o un valle que se localiza en las partes bajas, cubierta por depósitos aluviales y abundantes cerros testigos de diferentes episodios tectónicos, drenada por el Río Clucamax y otros arroyos como El Cedral, Tacalate, Pojotote, San Mateo, Trapiche, Momoril, Arroyo Grande y

el Río Cluco, afluente del Río Rincón Tigre, dentro de la Cuenca del Río San Gregorio.

En la zona también se encuentran algunos lomeríos y mesetas de pequeñas dimensiones constituidas por rocas calcáreas del Cretácico y por rocas volcánicas del Terciario.

Geomorfológicamente se considera que la llanura de inundación de Palenque se encuentra en su etapa senil o de madurez tardía. Afloran rocas de edad terciaria y reciente, constituidas por arenas de grano grueso a fino interestratificadas con arcillas de origen marino, aluvial y lacustre.

Las principales elevaciones en el acuífero son los cerros Norte, La Gloria, y Casa del Tigre, cuya altitud varía de los 700 a los 1,100 metros sobre nivel del mar. Las menores elevaciones se encuentran en el norte y la parte centro del acuífero a los 0 metros sobre nivel del mar. Otras elevaciones son los cerros El Panadero, La Vaca y El Mirador (DOF, 2019).

---

### GEOLOGÍA

En la porción central del acuífero Palenque, clave 0701, afloran rocas de edad Cuaternaria

representadas principalmente por areniscas y lutitas; al norte de la zona, afloran rocas de origen marino conformadas por depósitos palustres y al noreste por depósitos de limos, arenas, arcillas y depósitos piroclásticos derivados de las actividades de los volcanes Chichonal y Tacaná, así como por materiales aluviales y suelos residuales.

En la porción sur afloran las rocas más antiguas de edad terciaria y calizas-lutitas de edad Cretácico Superior. Estas rocas forman pliegues anticlinales y sinclinales. Las calizas expuestas al sur y sureste de la zona que se encuentran fracturadas y solubles propician la infiltración de las abundantes lluvias recargando al acuífero de Palenque que se encuentra alojado en los depósitos piroclásticos, areniscas y materiales aluviales (DOF, 2019).

Con base en trabajos realizados por geólogos de Petróleos Mexicanos, la zona donde se ubica el acuífero Palenque se encuentra enclavada en lo que se ha denominado Provincia Geológica de Simojovel, que se localiza en la porción central y norte del Estado de Chiapas, que se caracteriza por estructuras resultando de movimientos de fallas, generándose un conjunto de plegamientos de

tipo "echelon" cuya orientación preferencial es norte noreste-sur sureste. Entre las estructuras más importantes se encuentran los sinclinales Chivol y Simojovel.

---

#### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El Acuífero Palenque, Clave 0701, Está Ubicado En La Región Hidrológica número 30 Grijalva-Usumacinta; forma parte de las cuencas hidrológicas Río Usumacinta en su mayor extensión de área y Río Grijalva-Villahermosa; las subcuencas hidrológicas de las que forma parte son la del Río Usumacinta, Río Chacamax, Río Tulijá y Río Chilapa. En menor proporción de superficie también forma parte de las subcuencas del Río Bascá y Río Chacaliáh.

Dentro del acuífero, las corrientes superficiales más importantes son los ríos Chacamax y Usumacinta. El Río Chacamax se extiende a lo largo de 16 kilómetros, su recorrido en su inicio lo hace de oeste a este y después por el poblado Estrella de Belén cambia de rumbo de sur a norte, sirve de límite natural entre los Estados de Tabasco y Chiapas y es uno de los tributarios del Río Usumacinta, considerado uno de los más grandes del Estado de Chiapas y del país. Algunos de los arroyos que desembocan al Río

Chacamax son El Juil, Chuyipa, Chuyipayito, El Tacalate, Jiapa, Arroyo Hondo y El Chinchil.

El Río Usumacinta no se encuentra como tal dentro de la superficie del acuífero Palenque, más bien sirve como límite en parte de la poligonal del acuífero, delimita la colindancia con los acuíferos Boca del Cerro y Los Ríos, del Estado de Tabasco. Otra corriente superficial importante dentro del acuífero Palenque es el Río Michol que hace su recorrido de este a oeste para después unirse al Río Tulijá ya casi en la salida del acuífero.

---

#### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

---

#### EL ACUÍFERO

De acuerdo con la información existente, el acuífero en explotación se encuentra alojado en materiales clásticos no consolidados, con una reducida extensión tanto horizontal como vertical. Este acuífero tiene fronteras laterales e inferiores formadas por rocas graníticas de la Sierra Cristalina de Chiapas.

En las partes más altas de la sierra existen extensos afloramientos de rocas fracturadas que funcionan como áreas receptoras de la lluvia, que pueden presentar

continuidad hidráulica con los flancos montañosos donde predominan los depósitos fluviales y aluviales de grano grueso recargando al acuífero por flujo subterráneo.

Las características litológicas e hidrogeológicas de los materiales clásticos no consolidados que constituyen el acuífero Palenque determina que este acuífero es de tipo libre y espesor variable, dentro del cual se han observado estratos entre 4 y 50 metros de material granular, producto de la erosión e intemperismo de las rocas graníticas, así como de los conglomerados existentes en la zona. Dichos estratos presentan buena permeabilidad, sin embargo, la alteración de estas rocas ha generado el desarrollo de materiales limo-arcillosos de muy baja o nula permeabilidad.

El acuífero Palenque, por su reducida extensión tanto horizontal como vertical, se considera de potencial geohidrológico bajo. Actualmente este acuífero es aprovechado principalmente por norias que abastecen de agua para uso doméstico a las pequeñas comunidades emplazadas en la zona.

Los coeficientes de transmisividad y permeabilidad del acuífero no han sido evaluados cuantitativamente, no

obstante, dada la naturaleza de los materiales que lo constituyen se puede decir que el acuífero es de permeabilidad media. Análogamente, considerando que en la mayor parte de la zona predominan los materiales clásticos de grano medio, y que el acuífero se comporta como libre, se estima que su coeficiente de almacenamiento, equivalente a su rendimiento específico, puede tener un valor promedio de 0.20.

---

#### NIVELES DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La profundidad al nivel estático del agua subterránea del acuífero Palenque se encuentra entre los 5 y 30 metros con respecto a la superficie terrestre.

Las mayores profundidades al nivel estático se localizan en las inmediaciones de la Ciudad de Palenque y las menores profundidades, de 5 metros, se presentan en diferentes sitios, al norte, aguas debajo de la localidad Ignacio Zaragoza; en la porción central, cercana a la localidad José María Morelos; al oriente, en las rancherías de Aldama y el Guaro; y el poniente en la localidad de Bajadas Grandes.

Las profundidades al nivel estático del agua subterránea que predomina es la de 20 metros en la parte meridional del

acuífero, a partir de la cual disminuye la profundidad hacia las partes más bajas del norte y poniente donde la profundidad al nivel estático varía entre 10 y 5 metros.

La elevación del nivel estático con respecto al nivel del mar, en el acuífero Palenque, se encuentra desde los 60 metros sobre el nivel del mar en el límite sur con la Sierra de Chiapas, a la altura de la Ciudad de Palenque, hasta los 10 metros sobre el nivel del mar en todas las porciones occidental y norte del acuífero, indicando con esto que el flujo subterráneo tiene una dirección predominante desde las áreas de recarga localizadas al sureste hacia las áreas de descarga localizadas al norte y noreste del acuífero; en las inmediaciones de las localidades de Bajadas Grandes, Catazajá y Emiliano Zapata, respectivamente. El esquema de flujo subterráneo no muestra ninguna deformación o cono de abatimiento provocado por la extracción del agua subterránea, más bien se observa que sigue sensiblemente las mismas direcciones de los escurrimientos superficiales, tal como se presentan las redes de flujo de un acuífero en condiciones naturales.

Respecto a la evolución de los niveles estáticos, se ha observado que los niveles de agua subterránea no han

mostrado variaciones importantes o abatimiento en las áreas de mayor concentración del bombeo de las captaciones existentes y considerando el gran volumen de precipitación pluvial existente en la zona de Palenque, se puede afirmar que el acuífero se mantiene en equilibrio dinámico.

---

#### EXTRACCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y SU DISTRIBUCIÓN POR USOS

La extracción de aguas subterráneas en el acuífero Palenque, clave 0701 se ha reportado un volumen total de extracción de 7.46 millones de metros cúbicos anuales, destinados al uso doméstico, sin presentar una Descarga Natural Comprometida (DOF, 2019).

---

#### CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

En el agua subterránea del acuífero Palenque, clave 0701, la concentración de sólidos totales disueltos varía en general entre 37 y 398 miligramos por litro, por lo que se clasifica al agua como dulce de mineralización ligera, donde las concentraciones más bajas se ubican en el suroeste del acuífero y las concentraciones de sólidos se incrementan tanto de suroeste al noroeste como de norte al noroeste del acuífero, lo que indica un flujo subterráneo en las mismas direcciones.

La salinidad del agua subterránea es baja al igual que el contenido de sodio, por lo que se considera en general buena y apropiada para su utilización como agua de riego agrícola; lo mismo ocurre para el consumo humano, pues los parámetros para determinar si es apta o no, se encuentran dentro de los límites permisibles determinados en la "Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 2000; teniendo en cuenta la dureza total, es decir, el contenido en calcio y magnesio se clasifica como un agua dura.

---

#### MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO

El acuífero Palenque, clave 0701, está constituido de materiales clásticos no consolidados de permeabilidad media a baja de espesor reducido de unos 60 metros como máximo; su basamento impermeable y las fronteras laterales al flujo subterráneo están representados por rocas graníticas de la Sierra Cristalina de Chiapas.

Las fuentes de recarga natural del acuífero son la infiltración de la lluvia y de los escurrimientos superficiales. En las partes altas de la sierra existen afloramientos de rocas fracturadas que funcionan como áreas receptoras de las abundantes lluvias, que se infiltran en cierta fracción, circulando hacia los flancos montañosos o depósitos de talud donde predominan depósitos fluviales y aluviales que se encuentran en el contacto geológico con los materiales clásticos predominantes del acuífero, donde se establece la continuidad hidráulica de los volúmenes infiltrados desde las partes altas de sierra con los niveles de saturación del acuífero, dando lugar a la recarga natural por infiltración de la lluvia.

Otra fracción importante de la lluvia sobre la zona del acuífero escurre naturalmente por los ríos y arroyos que nacen en el parteaguas hidrográfico de la cuenca y en su trayecto por el valle de Palenque, se infiltra a lo largo de sus cauces parte importante de sus escurrimientos, dando lugar a la recarga natural por corrientes superficiales.

La descarga natural del acuífero Palenque tiene lugar en varias formas, por evapotranspiración en áreas donde el nivel freático se encuentra a profundidades de 5 metros y

menores, a través de los manantiales que se localizan al pie de las sierras y en contactos geológicos donde las rocas en contacto cambian notablemente su permeabilidad. Otra forma de descarga natural del acuífero muy importante tiene lugar a través de las corrientes superficiales perennes, como flujo base proveniente del acuífero, así como salida subterránea.

Finalmente, se tiene una forma de descarga artificial del acuífero, que corresponde al bombeo de las captaciones de agua subterránea existentes en la zona de Palenque, que a propósito, es la de menor importancia por ser apenas incipiente y mucho muy pequeña, comparada con las descargas naturales.

---

#### BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

De acuerdo con el balance hidrometeorológico, la recarga total media anual que recibe el acuífero Palenque, clave 0701, es de 193.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde a la suma de todas las entradas al acuífero. Las descargas naturales del acuífero, como caudal base hacia los ríos, evapotranspiración, manantiales y salidas subterráneas están cuantificadas en 185.54 millones de metros cúbicos anuales. El volumen de extracción en el

acuífero Palenque es de 7.46 millones de metros cúbicos anuales.

Como los niveles del agua subterránea no han mostrado variaciones significativas, se determina que el volumen de descarga natural es igual al volumen de recarga total, manteniendo al acuífero en equilibrio hidrodinámico, por lo que el cambio de almacenamiento es nulo.

#### DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La disponibilidad media anual de agua subterránea del acuífero Palenque, clave 0701, fue determinada conforme al método establecido en la "NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2002, aplicando la expresión:

$$\text{Disponibilidad media anual de agua subterránea} = \text{Recarga total} - \text{Descarga natural comprometida} - \text{Volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Palenque, clave 0701, se determinó considerando una recarga total media anual de 193.0 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida nula y el volumen de agua concesionada e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua de 7.46 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad de 185.54 millones de metros cúbicos anuales.

Tabla 22 Región hidrológico-administrativa frontera sur

2015										
RHA	clave	acuifero	R	DN C	VEAS				DMA	
					VCAS	VEAL A	VAPT YR	VAP RH	(+)	(-)
cifras en millones de metros cúbicos anuales										
XI frontera sur	701	Palenque	193.0	0.0	5.48	1.985	0.10183	0.0	185.42	0.0

**RHA:** Región Hidrológica-Administrativa **R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPT YR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de

agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. (+) Positiva y (-) Negativa o déficit. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que existe volumen disponible para otorgar concesiones o asignaciones en el acuífero Palenque, clave 0701, siempre y cuando se implemente un programa de Gestión Integral del Acuífero de Palenque.

El máximo volumen que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sostenibles es de 193.0 millones de metros cúbicos anuales, que corresponde al volumen de recarga media anual que recibe el acuífero, menos la descarga natural comprometida.

---

#### SITUACIÓN REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN PALENQUE

Actualmente el acuífero Palenque se encuentra sujeto a las disposiciones de los siguientes instrumentos jurídicos:

- a. "ACUERDO que establece el Distrito de Riego, Drenaje y Control de Inundaciones del Bajo Río Grijalva, en el Estado de Tabasco", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 1957, mediante el cual se estableció veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la porción oeste del acuífero Palenque, clave 0701, en el Estado de Chiapas.
- b. "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, a través del cual, en la porción no vedada del acuífero Palenque, clave 0701, en el Estado de Chiapas, que en el mismo se indica, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o

autorización de la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sostenible de las aguas nacionales del subsuelo.

---

## PROBLEMÁTICA

### RIESGO DE SOBREEXPLOTACIÓN

En caso de que en el futuro se establezcan en la superficie del acuífero grupos con ambiciosos proyectos agrícolas o industriales y de otras actividades productivas, o centros de población urbana que requieran gran cantidad de agua, como ha ocurrido en otras regiones, que demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Palenque, clave 0701, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación del recurso.

Actualmente, aun con la existencia de los instrumentos jurídicos referidos en el Octavo Considerando, en el acuífero Palenque, clave 0701, debido a que en su superficie, la población tenderá a incrementarse, la región exigirá cada vez mayor demanda de agua subterránea para cubrir las necesidades básicas de los habitantes y seguir impulsando

las actividades económicas de la región, por lo que existe el riesgo de que la extracción supere el volumen máximo que puede extraerse del acuífero, para mantenerlo en condiciones sostenibles; por tanto persiste el riesgo de que se generen los efectos perjudiciales causados por la explotación intensiva, tales como la inutilización de pozos, el incremento de costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición del caudal base hacia los ríos, así como el deterioro de la calidad del agua subterránea, por lo que es necesario prevenir la sobreexplotación, proteger al acuífero de un desequilibrio hídrico y deterioro ambiental que pudiera llegar a afectar las actividades socioeconómicas que dependen del agua subterránea en esta región.

---

## CONCLUSIONES

1. En el acuífero Palenque, clave 0701, existe disponibilidad media anual de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.

2. Se requiere establecer un Programa de Gestión Integral del Acuífero de Palenque que permita establecer las acciones en el corto, mediano y largo plazo no comprometan el volumen y la calidad de agua dulce disponible para la población y los ecosistemas de la región.
3. El acuífero Palenque, clave 0701, se encuentra sujeto a las disposiciones de los instrumentos jurídicos referidos en el Considerando Octavo del del Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos. (DOF, 2019). Si bien dichos instrumentos han permitido prevenir los efectos de la explotación intensiva, persiste el riesgo de que la demanda supere el volumen máximo que puede extraerse del acuífero para mantenerlo en condiciones sostenibles, con el consecuente abatimiento del nivel de saturación, el incremento de los costos de bombeo, la disminución e incluso desaparición del caudal base hacia los ríos y el deterioro de la calidad del agua subterránea, en detrimento del ambiente y de los usuarios de la misma.
4. El Acuerdo General de suspensión de libre alumbramiento, establece que estará vigente, hasta en tanto se expida el instrumento jurídico que la Comisión Nacional del Agua, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, proponga al titular del Ejecutivo Federal; mismo que permitirá realizar la administración y uso sostenible de las aguas nacionales del subsuelo en el acuífero Palenque, clave 0701.
5. De los resultados expuestos, en el acuífero Palenque, clave 0701, se presentan las causales de utilidad e interés público, referidas en los artículos 7 y 7 BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección y conservación del recurso hídrico, a la atención prioritaria de la problemática hídrica, al control de la extracción, explotación, aprovechamiento o uso de las aguas del subsuelo, la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación del acuífero; causales que justifican el establecimiento de un ordenamiento legal para el control de la extracción, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas del subsuelo, que abarque la totalidad de su extensión territorial,

para alcanzar la gestión integrada de los recursos hídricos.

6. El ordenamiento precedente aportará las bases para obtener un registro confiable y conforme a derecho, de usuarios y extracciones; y con ello se organizará a todos los asignatarios y concesionarios del acuífero.

---

#### RECOMENDACIONES

- Suprimir en la extensión del acuífero Palenque, clave 0701, en el Estado de Chiapas, la veda establecida mediante el "ACUERDO que establece el Distrito de Riego, Drenaje y Control de Inundaciones del Bajo Río Grijalva, en el Estado de Tabasco", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 1957.
- Decretar el ordenamiento precedente para el control de la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas subterráneas en toda la extensión del acuífero Palenque, clave 0701, y que, en dicho acuífero, quede sin efectos el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a

reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.

- Una vez establecido el ordenamiento correspondiente, integrar el padrón de usuarios de aguas subterráneas, conforme a los mecanismos y procedimientos que establezca la Comisión Nacional del Agua.

---

#### REGIÓN HIDROLÓGICO ADMINISTRATIVA XII PENÍNSULA DE YUCATÁN:

---

#### CONTEXTO: YUCATÁN

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, la población total en el Estado de Yucatán en el año 2010 era de 1,955,577 habitantes y en el 2017 era de 2.7 millones de habitantes, la tasa de crecimiento poblacional en el período 2005 al 2010 era de 1.5 por ciento. La población económicamente activa en el año 2010 era del 60.7 por ciento, del cual el 61.2 por ciento se ocupaba en el sector terciario, 27.8 por ciento en el sector secundario, y sólo 10.8 por ciento en el sector primario (EAM, 2018).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía define la Zona Metropolitana de Mérida con clave 55, conformada por los municipios de Mérida, Kanasín y Umán; y por criterios de planeación y HIDROGEOLOGÍA urbana considera también los municipios de Ucú y Conkal. En el año 2010 habitaban en el Municipio de Mérida 830,732 habitantes, en el Municipio de Umán 50,993 habitantes y en el Municipio de Kanasín 78,809 habitantes; los municipios de Conkal y Ucú tienen 9,143 y 3,469 habitantes, respectivamente, por lo que los municipios que conforman la Zona Metropolitana de Mérida en el año 2010, tenían una población de 973,146 habitantes.

De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se espera que en el Municipio de Mérida la población ascienda a 1,016,739 habitantes, en el Municipio de Umán a 65,906 habitantes y en el Municipio de Kanasín a 124,390 habitantes, en el de Conkal a 11,817 habitantes y en el de Ucú a 3,386 habitantes. Si se considera la misma tasa de crecimiento, el

Organismo de Cuenca Península de Yucatán estima que en el año 2050 la población en el Municipio de Mérida será de 1,202,746 habitantes, en el Municipio de Umán de 80,819 habitantes y en el Municipio de Kanasín de 169,971 habitantes.

Conforme a la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el año 2009, el Producto Interno Bruto del Estado de Yucatán era de 117,647.112 millones de pesos, de los cuales el 17.5 por ciento correspondía al comercio, 14.4 por ciento al sector de industrias manufactureras, mientras que el 4.4 por ciento a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.

El turismo es de suma importancia para el desarrollo económico del Estado de Yucatán; los atractivos turísticos de la Entidad son sitios arqueológicos, construcciones coloniales, ex haciendas, playas, monumentos, museos, cenotes y grutas. Los principales destinos turísticos del

Estado de Yucatán son Mérida, Chichen-Itzá, Uxmal y Valladolid.

En Yucatán, para el año 2009, los principales cultivos cíclicos eran el maíz grano, pepino, calabacita, sandía, chile verde, soya, jitomate, berenjena, hortalizas, y como cultivos perennes pastos, limón, naranja, papaya, aguacate, coco y henequén. La superficie sembrada en el año 2009 en el Estado de Yucatán fue de 784,478 hectáreas, de las cuales el 92.1 por ciento corresponde a superficie agrícola de temporal.

La mayor producción pecuaria en el periodo 2009-2010 en el Estado de Yucatán, era de aves, ganado porcino, bovino y la producción de huevo. De la actividad pesquera se obtienen volúmenes de captura de diversas especies, como pulpo, mero, xlavita, rubia, camarón de cultivo, tiburón, sardina vivita, armado, huachinango, mismas que se distribuyen y comercializan en el mercado local y nacional. (DOF, 2019).

En el 2013 se decretó el Área Natural Protegida de competencia estatal, Reserva Geohidrológica Anillo de Cenotes con el fin de preservar la cantidad y calidad de agua de la zona conurbada de Mérida (PE, 2013).

---

#### CONTEXTO - CAMPECHE

El estado de Campeche se localiza sobre la plataforma carbonata cálcica de la Península de Yucatán.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, la población total en el Estado de Campeche en el año 2010 era de 822,441 habitantes y para el año 2017 era de 940,000 habitantes, la tasa de crecimiento poblacional en el periodo 2005 al 2010 fue de 1.7 por ciento. La población económicamente activa en el año 2010 era del 59.9 por ciento, del cual el 58.8 por ciento se ocupaba en el sector terciario, 20.7 por ciento en el sector secundario y 20.0 por ciento en el sector primario (EAM, 2018).

En el año 2010, en el Municipio de Campeche vivían 259,005 habitantes y en el Municipio de Carmen 221,094 habitantes. De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se espera que en el Municipio de Campeche la población sea de 296,186

habitantes y en el Municipio de Carmen sea de 329,729 habitantes. El Organismo de Cuenca Península de Yucatán estima que si la tasa de crecimiento poblacional continúa siendo la misma, la población que demandará agua potable en el año 2050, en el Municipio de Campeche será de 333,367 habitantes y en el Municipio de Carmen será de 438,364 habitantes.

En el año 2009, el Producto Interno Bruto del Estado de Campeche era de 582,361.6 millones de pesos, siendo ésta, la entidad que ocupa el quinto lugar a nivel nacional en participación del Producto Interno Bruto. El 83.2 por ciento corresponde al sector minería, provenientes de la extracción de petróleo, el 4.9 por ciento al sector construcción y sólo el 0.6 por ciento a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.

La principal actividad económica del Estado de Campeche es la producción de hidrocarburos, por lo que ocupa el primer lugar a nivel nacional. En el año 2010 se produjeron 615,263 millones de barriles de petróleo crudo y 855,698 millones de pies cúbicos de gas natural.

En Campeche para el año 2009 los principales cultivos cíclicos eran el maíz grano, arroz palay, sandía, sorgo grano,

soya, chile verde, jitomate, calabaza, frijol y como cultivos perennes caña de azúcar, mango, naranja, papaya, toronja, zapote y limón. La superficie sembrada en el año 2009 en el Estado de Campeche fue de 234,165 hectáreas, del cual el 92.8 por ciento correspondió a superficie agrícola de temporal. La pesca es una de las actividades más importantes de la Entidad, para su práctica cuenta con 523 kilómetros de litoral, así como ríos, lagunas y aguas continentales. De la actividad pesquera se obtienen volúmenes de captura de diversas especies, como jurel, camarón, pulpo, robalo, sierra, jaiba, bandera, raya, corvina y rubio, mismas que se distribuyen y comercializan en el mercado local y nacional. La mayor producción pecuaria en el periodo 2009-2010 en el Estado era de ganado bovino, aves, porcino y ovino, así como producción de leche, miel y huevo. La producción forestal del Estado de Campeche es importante en la producción de maderas tropicales comunes y preciosas, como caoba, cedro y guayacán, por lo que la Entidad ocupa el tercer lugar a nivel nacional.

La industria estatal se encuentra conformada en cuatro ramas, la manufacturera, la del petróleo y gas, la de construcción y otra que agrupa a la pesca y las

agroindustrias. Por su importancia económica, los municipios de Campeche, Carmen y Champotón concentran la mayoría de la industria, que se encuentra conformada principalmente por empaque y conservación de especies marinas, elaboración de bebidas, galletas, harinas, azúcar, envasado y filtrado de miel, aserraderos, carpinterías, colorantes vegetales, trituradoras, fábrica de block y cal, entre otras (DOF, 2019). El Estado de Campeche se localiza sobre la plataforma cálcica de la Península de Yucatán.

---

#### CONTEXTO: QUINTANA ROO

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda del año 2010, la población total en el Estado de Quintana Roo en ese año era de 1,325,578 habitantes y para el año 2017 era de 1.66 millones de habitantes, la tasa de crecimiento poblacional en el periodo 2005 al 2010 era de 3.1 por ciento, por lo que la Entidad ocupa el tercer lugar a nivel nacional. La población económicamente activa en el año 2010 correspondía al 67.2 por ciento, de la cual el 79.3 por ciento se ocupaba en el sector terciario, 13.8 en el sector secundario, y sólo 6.4 en el sector primario (EAM, 2018).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía, define la Zona Metropolitana de Cancún, conformada por los municipios Benito Juárez e Isla Mujeres. En el año 2015, en el Municipio de Benito Juárez vivían 706,527 habitantes, y en el Municipio de Isla Mujeres en el año 2010 eran 16,203 habitantes. De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se espera que en el Municipio de Benito Juárez la población sea de 1,291,160 habitantes y en el Municipio de Isla Mujeres de 23,695 habitantes. El Organismo de Cuenca Península de Yucatán estima que, si el crecimiento poblacional continúa con la misma tasa, la población que demandará agua potable en el año 2050 en el Municipio de Benito Juárez será de 1,921,144 habitantes y en el Municipio de Isla Mujeres de 31,187 habitantes.

Adicionalmente en la zona de Playa del Carmen, en el año 2010 en el Municipio de Solidaridad, vivían 159,310 habitantes y en el 2015 ya eran 209,634 habitantes y en el Municipio de Tulum para el año 2010 eran 28,263 habitantes

y para el año 2015 eran 32,714 habitantes. De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se espera que en la zona haya 712,057, habitantes. El Organismo de Cuenca Península de Yucatán estima que si continúa la misma tasa de crecimiento poblacional, la población que demandará agua potable en el año 2050 será de 1,236,541 habitantes.

En el año 2010, en el Municipio de Othón P. Blanco vivían 244,553 habitantes, de acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se espera que en este municipio la población sea de 195,621 habitantes. El Organismo de Cuenca Península de Yucatán estima que si continúa la misma tasa de reducción de la población, la que demandará agua potable en el año 2050 será de 146,689 habitantes.

Conforme a la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el año 2009, el Producto Interno Bruto del Estado de Quintana Roo era de 119,889.724 millones de pesos, de los cuales el 17.9 por ciento

correspondían al Comercio, 16.5 por ciento al sector servicios de alojamiento temporal, de preparación de alimentos y bebidas y sólo el 0.8 por ciento a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.

El turismo es la actividad económica más importante del Estado de Quintana Roo, los principales destinos turísticos son Cancún, Cozumel, Isla Mujeres, Playa del Carmen y Riviera Maya, mismos que tienen reconocimiento a nivel mundial. La importancia turística del Estado se sustenta en el atractivo de los recursos naturales que lo distinguen a nivel nacional e internacional. El litoral se caracteriza por sus playas con una textura y color de la arena excepcional, un mar cristalino y colorido, de temperatura agradable todo el año y con pocos peligros de fauna marina; el clima es cálido durante casi todo el año, con invierno poco severo y brisa marina; se cuenta con una barrera arrecifal de coral con extraordinarios paisajes submarinos en gran parte de su litoral y existen vestigios importantes de la civilización maya y de la época colonial.

El auge turístico está atrayendo a la población al Estado de Quintana Roo, como lo demuestra la proporción de la población residente, de 13.2 por ciento, que hace cinco años no vivía en la Entidad, por lo que ocupa el segundo lugar a nivel nacional. La tasa neta migratoria del 2005 al 2010 fue de 8.7 por ciento, que representa el segundo lugar a nivel nacional.

La superficie sembrada en el año 2009 en el Estado de Quintana Roo fue de 234,165 hectáreas, de la cual el 98.8 por ciento correspondió a la superficie agrícola de temporal. En el Estado de Quintana Roo para el año 2009 los principales cultivos perennes eran la caña de azúcar, naranja, papaya, plátano, coco, limón, achiote; los principales cultivos cíclicos eran el elote, maíz grano, chile verde, sandía, pepino, frijol, sorgo grano, jitomate, arroz palay y calabacita. Las principales áreas agrícolas se localizan al sur del Estado. El cultivo de maíz y frijol está generalizado en toda la superficie estatal, pero en su mayor parte los rendimientos son muy bajos debido a que el tipo de

suelo y la falta de infraestructura de riego, limitan la producción a nivel de autoconsumo, en su mayor parte.

La mayor producción pecuaria en el periodo 2009-2010 en el Estado era de aves, ganado porcino, bovino y la producción de leche, miel y huevo. De la actividad pesquera se obtienen volúmenes de captura de diversas especies, como mero, pulpo, tiburón, camarón, peto, rubio, robalo, langosta, pargo y esmedregal.

El Estado de Quintana Roo ocupa el primer lugar a nivel nacional en producción de maderas tropicales comunes. Sin embargo, durante muchos años la explotación sin control provocó serios problemas de deforestación. La principal producción forestal se realiza en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Lázaro Cárdenas y José María Morelos.

La industria manufacturera se relaciona con productos alimenticios, madera y confección de prendas de vestir. La mayor parte de la industria se localiza en el Municipio de Benito Juárez, especialmente relacionada con la hotelería y

la construcción, y en el Municipio Othón P. Blanco se localiza el ingenio azucarero que constituye la industria más importante del Estado. (DOF, 2019).



*Ilustración 163 Hidrología De La Región XII Península De Yucatán © Conagua*

#### POBLACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN VINCULADOS CON EL RECURSO HÍDRICO

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el área que comprende el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, la población en

el año 2000 era de 3,169,695 habitantes y para el año 2010 era de 4,040,535 habitantes, considerando la población de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, excepto la correspondiente a los municipios de Calakmul, Estado de Campeche y José María Morelos del Estado de Quintana Roo. De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030 se espera que en el área que comprende el acuífero Península de Yucatán la población ascienda a 5,751,189 habitantes.

Las principales ciudades dentro de la zona que abarca el acuífero Península de Yucatán son Mérida, Cancún, Campeche, Ciudad del Carmen, Chetumal, Playa del Carmen y Cozumel. La única fuente de abastecimiento de agua en la Península de Yucatán, para todos los usos, es el agua subterránea, por lo que todos los habitantes y las actividades económicas de la región dependen absolutamente del agua subterránea; por tanto, es indispensable cuidar y preservar, tanto su cantidad como su calidad, para garantizar el abastecimiento de agua a la

población, para las actividades productivas y para los ecosistemas dependientes del agua subterránea.

Es urgente establecer regulaciones específicas para acuíferos kársticos costeros como el que presenta la Península de Yucatán, debido a que su vulnerabilidad a la contaminación es alta.

---

#### MARCO FÍSICO

---

#### CLIMATOLOGÍA Y VEGETACIÓN

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se ubica en la franja tropical, por lo que domina el clima cálido subhúmedo, ya que se presenta en más del 90 por ciento de su superficie. El clima está determinado por su ubicación geográfica; la influencia de las corrientes del Golfo de México, la cercanía de la alta presión del Atlántico Norte, los Vientos Alisios, la sequía intraestival, las ondas del Este y la presencia de tormentas tropicales, huracanes y vientos del norte, confieren a la región, características climáticas particulares. Se distinguen claramente dos épocas muy marcadas, la de lluvia que incluye los fenómenos extremos como huracanes y tormentas tropicales, que comprende de

mayo a octubre, y la temporada de Nortes que abarca de noviembre a abril.

El 84.5 por ciento de la superficie del Estado de Yucatán presenta clima cálido subhúmedo con lluvias en verano; el 13.8 por ciento presenta clima semiseco muy cálido en la porción norte del Estado, y el 1.7 por ciento clima seco muy cálido y cálido. La temperatura media anual estatal es de 26 grados centígrados, la temperatura mínima promedio es de 16 grados centígrados y se presenta en enero. La precipitación media estatal es de 1,100 milímetros anuales, que se presentan en verano en los meses de junio a octubre.

En el Estado de Campeche predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, que se presenta en el 90.8 por ciento de su territorio, el 9.2 por ciento presenta clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, localizado en la parte oeste del Estado, en colindancia con el Estado de Tabasco, y en la parte norte el 0.1 por ciento presenta clima semiseco muy cálido y cálido. La temperatura media anual es de 26 a 27 grados centígrados. La temperatura más alta es mayor a 30 grados centígrados y la mínima de 18 grados centígrados. Las lluvias son de abundantes a muy abundantes durante el verano.

La precipitación total anual varía entre 1,200 y 2,000 milímetros, y en la región norte donde el clima es semiseco, es de aproximadamente 800 milímetros anuales. En general la vegetación del Estado de Campeche corresponde a comunidades tropicales, y la selva cubre más del 80 por ciento del territorio.

El 98.8 por ciento de la superficie del Estado de Quintana Roo presenta clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y el 1.2 por ciento clima cálido húmedo, con abundantes lluvias en verano, localizado en la isla de Cozumel. La temperatura media anual del Estado es de 26 grados centígrados, la temperatura máxima promedio es de 33 grados centígrados y se presenta en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17 grados centígrados durante el mes de enero. La precipitación media estatal es de aproximadamente 1,300 milímetros anuales, las lluvias se presentan durante todo el año, pero son más abundantes en los meses de junio a octubre (DOF, 2019).

Los valores medios anuales de evapotranspiración, según datos del Centro Regional de Pronóstico Meteorológico, calculados para toda la región son de 1,236.46 milímetros.

Por su ubicación geográfica, la Península de Yucatán se ve amenazada por ciclones tropicales durante la temporada comprendida de mayo a noviembre, originados generalmente al este del Mar Caribe en el Océano Atlántico, y que viajan hacia el oeste rumbo al Golfo de México, la Florida, la costa del este de los Estados Unidos de Norteamérica o se disipan al llegar a las frías aguas del Atlántico Norte. La mayor parte de estos fenómenos generados en esta zona, adquieren grandes magnitudes debido a que se desplazan grandes distancias sobre las cálidas aguas del Atlántico Tropical, que entre otros factores, alimentan de energía a dichos fenómenos y sus efectos suelen ser devastadores para las zonas que son alcanzadas.

En la Península de Yucatán se encuentran diversos tipos de vegetación, todos relacionados con sistemas tropicales de baja altitud y con escasos elementos de bosque boreal. La mayor parte de la península está cubierta por vegetación tropical estacional como la selva baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia. Los bosques húmedos como las selvas altas subperennifolia y altas perennifolias sólo ocupan áreas reducidas al sur de la península y en algunas zonas al centro de Quintana Roo en

Felipe Carrillo Puerto y al norte de Quintana Roo en Solferino y Chiquilá.

---

### FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El acuífero queda comprendido dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, que conforma la Plataforma Calcárea de Yucatán, misma que se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la porción norte de la Península y lomeríos prolongados. La altitud de la Península es en promedio debajo de los 60 metros sobre el nivel del mar, y la zona más elevada es 290 msnm en la sierrita de Ticul.

La topografía de la región es muy suave, el suelo es altamente permeable y la existencia de fallas y fracturas en su conjunto, favorecen la infiltración del agua al subsuelo, que aunada a la naturaleza calcárea de las rocas producen el medio kárstico, característico de la región y originan la recarga del acuífero, que es la única fuente de abastecimiento de agua.

Las formas kársticas se producen por disolución del carbonato cálcico de las rocas calizas debido a la acción del agua al infiltrarse y desplazarse a través del subsuelo, que

van disolviendo la roca y creando oquedades e incluso cuevas o cavernas, en las que si el techo sufre hundimiento parcial se forman dolinas y si el hundimiento o derrumbe del techo de las cavernas es total, se forman cenotes. Estas geoformas kársticas tienen formas circulares, alargadas e irregulares, y están asociadas al fracturamiento que incrementa la permeabilidad y la capacidad de infiltración, por tanto, el grado de karsticidad.

Los cenotes, característicos de la zona, son utilizados como fuentes de abastecimiento y sitios de recreación; debido a su aprovechamiento se encuentran amenazados por la contaminación del agua y deterioro del ecosistema asociado.

Otras geoformas kársticas características de la región son las lagunas y llanuras de inundación. En la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente expuesta, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas, que fisiográficamente ha sido dividida en dos:

Plataforma sumergida. Está limitada por escarpes, y se caracteriza por ser una somera y amplia plataforma submarina que forma el banco de Yucatán-Campeche y corresponde a la porción de la plataforma masiva carbonatada de la Península. La Península de Yucatán está inclinada de sur a norte y limitada sobre sus tres lados, por pendientes continentales y escalonadas que caen bruscamente en las profundidades abisales del Golfo de México. Su característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa.

Plataforma emergida. Está limitada por las costas y está dividida por una Planicie interior al norte y al este. Un área de elevaciones, cerros y lomas que se extiende hacia el sur. La plataforma emergida de la península de Yucatán ha sido descrita como una plataforma masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida en dos regiones fisiográficas: una planicie al norte y una región de colinas al sur que se extiende hasta el norte de Guatemala. No existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas

y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso. El suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas; sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

---

### GEOLÓGÍA

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos y rocas sedimentarias calcáreas de origen marino del periodo Terciario y Cuaternario Reciente. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno-Eoceno, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y evaporitas constituidas por yeso, anhidrita -sulfatos de calcio- y halita -cloruro de sodio, que afloran en la porción sur del Estado de Yucatán y en la zona sur de Quintana Roo y en Calakmul, Campeche y tienen espesor de varios cientos de metros. Las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas y corresponden a coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido.

Las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal, excepto en las inmediaciones del Río Hondo, donde se encuentran plegadas y en la porción meridional la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno una configuración escalonada. Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 metros, en algunas de ellas han originado fosas gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar.

Los principales ejes estructurales presentan una orientación oeste noroeste-este sureste y norte noreste-sur suroeste, que se asocian con la Sierrita de Ticul, en el Estado de Yucatán y el Sistema Bacalar-Río Hondo, en el Estado de Quintana Roo, respectivamente. Las calizas que ocupan una gran área, y de mejores características acuíferas, son las del Eoceno y Mio-Plioceno, las cuales están relacionadas con el Miembro Pisté de la Formación Chichén Itzá y la Formación Carrillo Puerto, respectivamente (DOF, 2019).

Los cenotes como localmente se les conoce (técnicamente dolinas) son manifestaciones kársticas, típicas de esta parte del país, varían en diámetro desde unos cuantos metros

hasta más de 100 metros, fueron formados principalmente por la acción vertical de la disolución y paso del agua hacia niveles profundos del nivel estático durante los períodos glaciales y revelan que las calizas han estado sujetas a significativa disolución vertical; las cavernas o grutas son la manifestación más espectacular y se encuentran de diversos tamaños y extensión, en función de la edad de la roca e incidencia de los aspectos geológicos estructurales. Tan sólo en el estado de Quintana Roo se han identificado más de 354 km de cuevas secas y más de 1,522 km de cuevas inundadas.

En la costa occidental de Celestún, Estado de Yucatán a Isla del Carmen, Estado de Campeche, existen calizas que afloran o se encuentran a poca profundidad, excepto en sitios como Ciudad del Carmen, Estado de Campeche, donde el espesor de suelos arenosos calcáreos es importante. En términos generales, puede considerarse que se trata de una zona extensa, casi totalmente inundada, cubierta parcialmente por manglares, donde existen suelos arenosos y limosos sueltos, con áreas pantanosas de reducido espesor que yacen sobre la plataforma caliza.

En la ciudad de Campeche, a diferencia de otras ciudades y sitios de la Península, se distinguen cuatro zonas principales caracterizadas por diferentes tipos de rocas y de suelos, denominadas como zonas rocosas, rellenos, calizas arcilloarenosas conocidas localmente como sascab y acalché. Debajo de la zona de rellenos se encuentra una delgada capa de roca caliza y enseguida sascab de compacidad variable e incluso en estado suelto. El acalché se identifica como una arcilla de alta plasticidad, que es susceptible a experimentar cambios volumétricos al variar el contenido de agua de esta.

En la costa norte de la Península, desde su extremo poniente en Celestún, Estado de Yucatán, hasta Cabo Catoche, Estado de Quintana Roo, existe un cordón litoral angosto, producto de acarreo marino, separado de tierra firme por ciénagas, marismas y lagunas pantanosas de aguas salobres e hipersalinas en época de estiaje, que forman una franja en general también angosta. Estas áreas de agua están sujetas a los efectos de las mareas, lo que se observa en algunas partes de la costa oriental, tal como en zonas localizadas entre Cabo Catoche y Cancún, así como

también entre Tulum y Chetumal, localidades todas del Estado de Quintana Roo.

La Isla de Cancún es una barra costera de reciente formación, la configuración típica de esta zona nororiental de la Península está representada por sucesivas dunas de arena endurecida que descansan sobre rocas calizas de la plataforma continental, existiendo entre ellas lagunas y pantanos en los que tiene lugar un proceso de precipitación de sedimentos de origen animal y vegetal. Sobre estas dunas de arena cementada, el viento ha acumulado una faja de arena de 11 kilómetros de longitud, 400 metros de ancho y 12 metros de espesor, conocida como Isla Cancún, pero que en realidad constituye un cordón litoral. Frente a la playa la plataforma caliza se prolonga hasta 1.5 kilómetros con una profundidad de 10 metros, descendiendo después bruscamente al profundo Mar Caribe.

Los cordones litorales mencionados están constituidos por una subestructura de antiguas dunas de arena cementada, contra las que se acumula actualmente la arena. Bajo estas formaciones arenosas se encuentra un horizonte de roca caliza que corresponde a la prolongación de la plataforma

hacia el fondo marino. Esta condición se observa a lo largo de toda la costa de la Península.

---

### HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se ubica en la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán y abarca las regiones hidrológicas número 31 Yucatán Oeste, 32 Yucatán Norte, 33 Yucatán Este y la porción noreste de la región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta.

La Península de Yucatán se caracteriza por la ausencia de ríos superficiales, ya que la elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno por su naturaleza kárstica y la reducida pendiente topográfica, favorece la recarga del agua subterránea en toda su superficie y entonces propicia que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido. Al filtrarse el agua de lluvia provoca que las rocas calizas del subsuelo se disuelvan, provocando hundimientos que dejan al descubierto depósitos subterráneos de agua conocidos como cenotes o dolinas.

En la Región Hidrológica número 32 Yucatán Norte no existen escurrimientos superficiales y la mayor cantidad de ríos pertenecen a la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, donde se encuentran los ríos más caudalosos de la Península de Yucatán: Candelaria, Chumpán y Mamantel, en el Estado de Campeche. El Río Candelaria es el principal escurrimiento de tipo perenne de la Península y desemboca en la Laguna de Términos, del Golfo de México con un patrón de drenaje dendrítico. Dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán Este, se localiza el Río Hondo, que es el único cuerpo de agua superficial importante de esa región, es navegable en toda su longitud de 125 kilómetros y sirve de frontera entre México y Belice. Tiene una profundidad promedio de 10 metros y 50 metros de ancho, sus afluentes más importantes son el Río Azul, los Arroyos San Román y Ucúm, y desemboca en la Bahía de Chetumal.

Hacia el suroeste del Estado de Campeche existe el sistema lagunar más importante del litoral del Golfo de México, constituido por la Laguna de Términos y otras que la circundan como son: Pom-Atasta, Puerto Rico, Del Corte, El Vapor, San Francisco, Del Este, Balchacah y Panlao. Todas

estas lagunas reciben agua dulce de los principales ríos del Estado de Campeche, se comunican con la Laguna de Términos y ésta a su vez lo hace con el mar y con el estero de Sabancuy; por lo tanto, en mayor o menor grado todo el sistema lagunar tiene agua salada. Los ríos que alimentan el anterior sistema lagunar son: el San Pedro y San Pablo, que en parte sirven como límite con el Estado de Tabasco, el Palizada que se desplaza más hacia el Este y es un efluente del Río Usumacinta, el Chumpán, el Candelaria que procede de la República de Guatemala y el Mamantel.

El Estado de Quintana Roo, cuenta con 51 lagunas, de las cuales la más importante es la Laguna de Bacalar con 50 kilómetros de longitud, Chichancanab y el Sistema Lagunar Nichupté con 12 kilómetros.

---

#### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA: KARST

---

#### ACUÍFEROS KÁRSTICOS COSTEROS

El karst/carst, es un término referido a la topografía que se da en zonas con rocas carbonatadas cálcicas y que, con el paso del tiempo y la interacción de las condiciones meteorológicas como el contacto con el agua, el aire, el

hielo, así como la dinámica de la tectónica de placas ha dado lugar a ciertas características como la formación de cenotes, fallas, fracturas, conductos de disolución, cavernas o cuevas.

En el mundo existen una variedad de características subterráneas y superficiales asociadas a terrenos cársticos. Estas características pueden formarse en un rango de escalas variadas acorde a los procesos del pasado y del presente. Por lo tanto, no todas las características pueden ser encontradas en todos los sitios. Las características que se exponen a nivel superficial en sistemas cársticos pueden incluir las dolinas; localmente conocidas como cenotes, áreas de subsidencia, corrientes de hundimiento, manantiales y colapsos de entrada a cuevas o cavernas.

Estas características expuestas superficialmente son áreas de disolución de la roca carbonatada cálcica, y pueden incluir la porosidad terciaria (producto del alargamiento del sistema de fracturas), conductos abiertos con agua fluyendo

y grandes cavernas, así como cenotes muchas veces rellenados, ya sea de manera natural o antropogénica.

En la Península de Yucatán se cuenta con un gran sistema cárstico de aproximadamente 1000m de profundidad, gracias al cual tenemos la única fuente de agua dulce disponible para la región, mejor conocida como el acuífero. Esta roca de carbonato de calcio almacena el agua subterránea que permite el desarrollo de las actividades en la región y que a su vez otorga el caudal ecológico necesario para los ecosistemas dependientes del agua subterránea.

El acuífero de la Península de Yucatán es uno de los más extensos y espectaculares sistemas kársticos en el planeta. El acuífero kárstico costero se extiende sobre un área de aproximadamente 165,000 km<sup>2</sup> en México, Guatemala y Belice (Bauer et al., 2011). La costa noreste de la Península de Yucatán, adyacente al mar Caribe, es una región de topografía kárstica con numerosos cenotes, grutas y cavernas así como de algunos de los sistemas de cuevas

inundadas más largas del mundo (Coke et al., 1991; Stoessel et al., 2002).

La única fuente de abastecimiento de agua dulce para la población y los ecosistemas dependientes del agua subterránea en la Península de Yucatán es el acuífero. La Península es plana debido a sus características geológicas, en donde las corrientes de agua superficiales son prácticamente inexistentes, exceptuando en el sur de la Península (Bauer et al. 2011).

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero Península de Yucatán, clave 3105. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

El almacenamiento y flujo del agua subterránea ocurre en un acuífero kárstico regional, con una mayor presencia del sistema de cuevas, en donde el flujo del agua subterránea es dominado por un flujo de conductos turbulento (Bauer et al., 2011). El acuífero kárstico-costero del este de la Península de Yucatán descarga el agua subterránea en el Mar Caribe. El acuífero está estratificado por densidad, con un lente de agua dulce más frío que descansa sobre una zona de agua salina más caliente (Beddows et al., 2007).

La dirección del flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán de manera general se conceptualiza como radial, del centro de la península hacia las costas donde descarga el acuífero. De acuerdo con Charvet (2009) esta dirección de flujo se ve influenciada por la presencia de diversos rasgos geológico-estructurales como se aprecia en la siguiente ilustración:

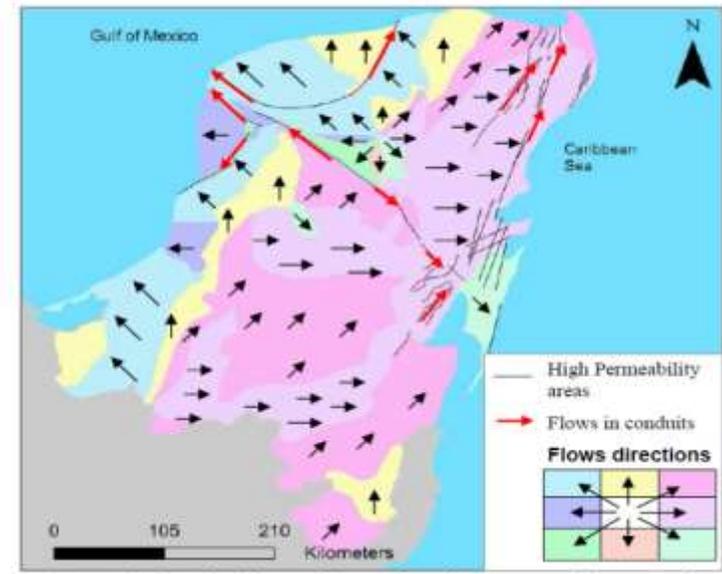


Figure 47: Simulated groundwater flow directions in the peninsula

Ilustración 164 Dirección de flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán (tomado de Charvet, 2009)

De manera general, la dirección de flujo del agua subterránea de la región se da de la zona continental, tierra adentro, hacia la costa, donde descarga. Conectando las selvas con el arrecife a través de la descarga del agua subterránea en las zonas costeras, y para el caso de Quintana Roo, en el Mar Caribe.

La descarga natural del acuífero está integrada por la transpiración de la vegetación, por la evaporación de agua freática que aflora en los cenotes y por el flujo subterráneo que escapa al mar a lo largo de la costa. Tales condiciones de descarga han persistido casi inalteradas hasta la fecha, debido a que la explotación del acuífero no ha modificado significativamente la posición natural de los niveles del agua subterránea, a pesar de que el acuífero se explota a través de varios miles de alumbramientos. Por ello, en general los ecosistemas vinculados con el agua subterránea no han sido afectados ni modificados.

---

#### EL ACUÍFERO

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es

reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro.

Las rocas calizas constituidas por conchas y esqueletos de organismos se caracterizan por poseer altos valores de porosidad y permeabilidad primarias, es decir, la que se originó con la sedimentación o formación de la roca, mientras que los estratos de caliza masiva presentan baja porosidad y permeabilidad primarias. A través del tiempo, estas características originales han sido notablemente modificadas por fracturamiento, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundaria elevadas y cuya distribución es muy irregular, tanto en sentido horizontal, como vertical a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos.

El acuífero presenta un notable desarrollo kárstico, al que se debe su gran permeabilidad terciaria (Beddows, 2007), con espectaculares manifestaciones en la superficie como cenotes (dolinas) de gran tamaño, cuya alineación está asociada a debilidades estructurales. En el área de

lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada.



*Ilustración 165 Cenotes de la Península de Yucatán (Elaborado por Centinelas del Agua A.C. con el apoyo de SEMA, SEDUMA, Razonatura, Ayuntamiento de Solidaridad, INEGI).*

Los diámetros de los cenotes o la subsidencia que se puedan presentar, varía mucho acorde a las condiciones geológicas e hidrodinámicas de las regiones cársticas, más aún en zonas cársticas costeras donde la dinámica del agua de mar con el agua dulce influye o acelera el proceso de disolución en la roca carbonatada cálcica.

La ocurrencia de estos eventos de subsidencia o colapsos es impredecible, es un fenómeno natural que depende de muchas características geológicas, como de mecánica de rocas, petrología, porosidad, etc. Así como de la hidrodinámica de la zona.

---

#### SISTEMA DE CUEVAS EN QUINTANA ROO

Smart et al. (2006) concluyen que muchas de las cuevas en Quintana Roo son asociadas con la presente zona de mezcla, y están activamente alargándose como resultado de la mezcla del agua dulce y el agua salada. De acuerdo a Bauer-Gottwein et al., (2011) las vías del flujo preferencial en el acuífero kárstico ocurren en un rango de diversas escalas. Estas pueden clasificarse en las zonas de fractura que son una escala regional (~10-100s de kilómetros), largos conductos de disolución (~1-10s de kilómetros) y de fracturas a pequeña escala o cavidades de disolución (~10s de metros). El flujo del agua subterránea en el sistema de conductos es turbulento.

La orientación de las cavernas en el Noreste de Quintana Roo es NNW-SSE, casi perpendicular a la costa. La formación de estas cavernas fue multifacética cuando el nivel del mar se encontraba más abajo del actual. Este tipo de disolución se conoce como “bedding plane passages” (Marín et al., 2004).

De acuerdo con el *Quintana Roo Speleological Survey* (QRSS), en Quintana Roo existe información topográfica de más de 386 cuevas inundadas y sistemas de cuevas secas. Se han reportado hasta el 2019 1522.4 kilómetros de cuevas inundadas y 354.9 kilómetros de cuevas secas y conexiones de sifones. (QRSS, 2019).

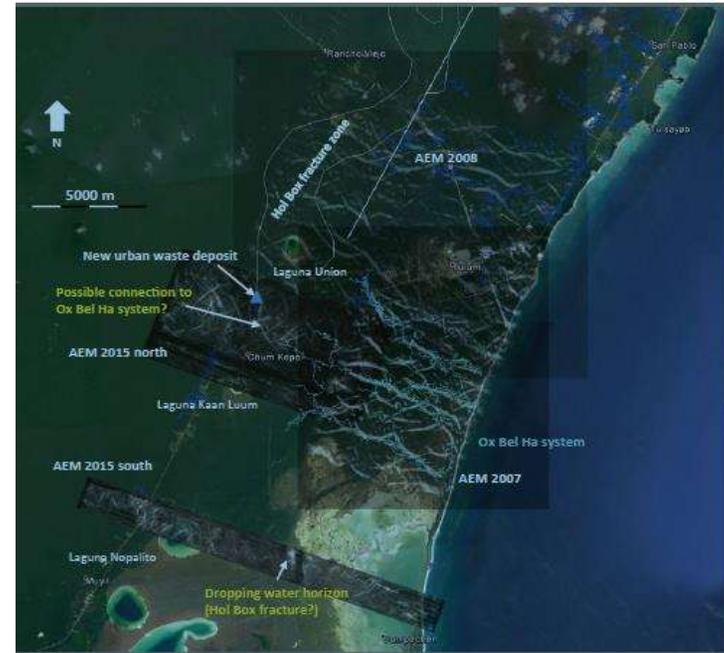


Ilustración 166 Conductos de disolución (cuevas) en Tulum (Tomado de Schiller et al., 2017).

#### NIVEL DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La profundidad del nivel de agua subterránea, medida desde la superficie del terreno, está controlada por la topografía y aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde algunos centímetros en las proximidades de la costa, hasta más de 120 metros en el área alta de lomeríos. La

profundidad al nivel de saturación del agua subterránea es menor a 5 metros dentro de una faja costera de 15 a 40 kilómetros de ancho a partir del litoral, de 5 a 30 metros en el resto de la llanura y de más de 30 en el área de lomeríos.

A pesar del gran número de captaciones existentes, no se aprecian conos de abatimiento ni variaciones significativas de la elevación de los niveles del agua; esto se debe por una parte a que el volumen de agua extraído del subsuelo es relativamente pequeño en comparación con la recarga y por otra a que los efectos del bombeo se dispersan rápidamente gracias a la gran conductividad hidráulica del acuífero. El movimiento del agua subterránea en el subsuelo está controlado por las estructuras geológicas y, en general, ocurre en dirección hacia la costa, y descarga hacia el mar a todo lo largo del litoral.

Existen fluctuaciones estacionales en el nivel del agua subterránea; sin embargo, no se descarta la posibilidad de que en las zonas de mayor concentración de pozos, se estén originando abatimientos progresivos, como podría ser el

caso del área donde se encuentra la batería de pozos que abastece a la ciudad de Mérida.

---

#### EXTRACCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y SU DISTRIBUCIÓN POR USOS

En el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, existen varios miles de captaciones de agua subterránea, ya que ésta es la única fuente de abastecimiento para todos los usos en la región. El volumen de extracción total asciende a 4,428. 47 millones de metros cúbicos anuales.

Del total de la extracción, casi el 62 por ciento se destinan al uso agrícola, el 34 por ciento para abastecimiento público urbano y el 2 por ciento para uso industrial y sólo el 2 por ciento para uso doméstico y de abrevadero.

---

#### CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La salinidad total del agua subterránea se incrementa a lo largo del patrón de flujo desde tierra adentro y hacia la costa. La calidad del agua subterránea es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera, ya que el riesgo de provocar el ascenso del agua

salada subyacente impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y por tanto a sus caudales de extracción.

Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

La operación de las captaciones provoca el ascenso de agua salobre contenida en esa zona de mezcla, pudiendo aumentar con ello la salinidad del agua subterránea hasta altas concentraciones, que rebasen el límite máximo permisible para consumo humano. En la porción costera del acuífero, este fenómeno inutiliza, temporal o permanentemente, a los pozos que no son adecuadamente diseñados y operados, considerando el reducido espesor de agua dulce. De acuerdo con los perfiles de salinidad y la

información geofísica obtenidos, se estableció que la zona de captación de agua dulce tiene un espesor promedio de 30 metros.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno kárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero (Metcalf et al., 2011; Leal-Bautista et al. 2013, López-Tamayo et al., 2015).

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, es sumamente vulnerable a la contaminación, es decir, por sus características, es muy susceptible a ser adversamente afectado por contaminantes que causen cambios químicos, físicos o biológicos y que consecuentemente las concentraciones de distintos parámetros rebasen los límites máximos permisibles para consumo humano establecidos

en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre del 2000.

La vulnerabilidad a la contaminación está dada por la facilidad de acceso de los contaminantes por tratarse de un acuífero libre y kárstico de muy alta conductividad hidráulica, tanto en la zona no saturada, como en la zona saturada, así como por la poca profundidad del nivel de agua subterránea, por lo que se determina que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es en general extremadamente alta, como es el caso determinado en las zonas específicas de los municipios de Benito Juárez, Playa del Carmen, Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo y en la Zona Metropolitana de Mérida, en el Estado de Yucatán.

El desarrollo intensivo y el cambio de uso de suelo como resultado del rápido crecimiento de la industria turística en la Riviera Maya en la Península de Yucatán y con el aumento de zonas agrícolas y de la industria porcícola en Yucatán y Campeche, ha resultado en la contaminación del agua subterránea (Pacheco et al., 2015) que eventualmente descarga en los ecosistemas costeros del Mar Caribe (Metcalf et al., 2011) .

Hernández-Terrones et al., (2011) estimaron que el flujo de Nitrógeno que se descarga en la laguna arrecifal de Puerto Morelos a través de las descargas de agua subterránea es de 2.4 toneladas de N/Km-año y de Fósforo se estima de 75 a 217 kg P/km\*año y para el área de Akumal se ha estimado en  $329 \times 10^3$  mol/día de Nitratos,  $266 \times 10^3$  mol/día de Nitrógeno amoniacal y  $12.3 \times 10^3$  mol/día de Fosfatos (Hernández-Terrones et al., 2015) todo ello producto de las actividades antropogénicas como descarga de aguas negras directas al acuífero, fosas sépticas en mal estado o deficientes sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Se ha comprobado que los contaminantes y nutrientes que llegan a las zonas costeras a lo largo del estado de Quintana Roo y Yucatán; producto de la falta o el inadecuado tratamiento de las aguas residuales, han tenido severas afectaciones en la calidad de agua del acuífero y en la salud de los arrecifes de coral, incrementándose estas afectaciones en las temporadas de mayor afluencia turística. (Metcalf et al., 2010, Hernández-Terrones et al., 2011; Baker et al., 2013; 2015, Leal-Bautista et al., 2013; Hernández-Terrones et al. 2015, León-Borges J.A. y Lizardi-Jiménez M.A. 2017).

En el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se afronta el problema de la eliminación de las aguas negras, ya que la dureza y la pequeña pendiente topográfica de la roca calcárea, hacen prácticamente imposible o elevadamente costosa la instalación de redes de alcantarillado en muchos núcleos de población. Por lo que las aguas residuales domésticas son descargadas directamente al terreno, o a fosas sépticas de deficiente construcción, o se infiltran

crudas al subsuelo, a través de pozos de absorción, provocando la contaminación de la única fuente de abastecimiento de agua para consumo humano, principalmente por agentes patógenos.

Por lo tanto, el principal foco de contaminación al agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, es la falta de sistemas de alcantarillado sanitario, así como las bajas eficiencias de las actuales plantas de tratamiento. En la superficie del acuífero existen otras fuentes potenciales de contaminación puntual como granjas, en las que se vierte al subsuelo el estiércol de los animales, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras y gaseras; así como fuentes de contaminación difusa que abarcan áreas más extensas, como zonas con carencia de drenaje y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego.

De acuerdo con la Secretaría de Salud, el Estado de Yucatán presenta la incidencia más alta de enfermedades

gastrointestinales a escala nacional, mientras que los estados de Campeche y Quintana Roo reportan tasas de incidencia superiores al promedio nacional; las enfermedades parasitarias son el principal problema de salud pública de origen hídrico, a causa de altos niveles de contaminación bacteriana. Por lo que es indispensable establecer una política preventiva que considere acciones para controlar la contaminación puntual y difusa del agua subterránea y preservar su calidad, lo que se reflejará de manera directa en la salud pública de la población (PNH 2013, Hernández-Terrones et al., 2015; Metcalfe et al., 2011).

Con el objeto de controlar, regular o, en su caso, limitar el desarrollo de actividades potencialmente contaminantes que pongan en riesgo la calidad del agua subterránea, es necesario establecer áreas de protección a la contaminación y zonas de reserva para el abastecimiento de agua potable para los principales centros urbanos de la Península de Yucatán.

---

#### BALANCE DE AGUA SUBTERRÁNEA

La recarga del acuífero se estimó al aplicar la ecuación del Balance de Aguas Subterráneas, cuya expresión es:

*Ecuación 4 Balance de Aguas Subterráneas*

$$\text{Entradas o Recarga total} - \text{Salidas o Descarga total} = \text{Cambio de almacenamiento}$$

La recarga total del acuífero es de 21,813.4 millones de metros cúbicos anuales, integrada por entradas por flujo subterráneo proveniente de los estados de Chiapas y Tabasco y por recarga vertical proveniente del agua de lluvia. La salida subterránea hacia el mar se estimó en 19,121.2 millones de metros cúbicos anuales, la descarga hacia el Río Hondo se estima en 1,395.9 millones de metros cúbicos anuales y la extracción de agua subterránea es de 4,428,47 millones de metros cúbicos anuales. El cambio de almacenamiento del acuífero es nulo.

## DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La Disponibilidad Media Anual fue determinada conforme al método establecido en la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua- que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril del 2002, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas. Para la determinación de la disponibilidad media anual de agua subterránea la Norma referida establece que deberá aplicarse la expresión:

### Ecuación 5 Disponibilidad Media Anual

$$\text{Disponibilidad media anual} = \text{Recarga total} - \text{Descarga natural comprometida de agua subterránea} - \text{Volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se calculó considerando una recarga

media anual de 21,813.4 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 14,542.2 millones de metros cúbicos anuales y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 2015 es de 4,428.47 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2,842.21 millones de metros cúbicos anuales:

Tabla 23 VEAS RHA II Península de Yucatán

2015											
Región hidrológica administrativa	Entidad federativa	Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	Positiva	Negativa (DÉFICIT)
						CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
XII Península De Yucatán	Quintana Roo Yucatán	3105	Península de Yucatán	21,813.4	14,542.2	4,040.818834	26.785526	360.880164	0.000000	2,842.715476	0.000000

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas; VCAS: volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; VEALA: volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; VAPTYR: volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; VAPRH: volumen de agua correspondiente a

*reservas, reglamentos y programación hídrica; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.*

Esta cifra indica que existe volumen en los últimos 10 años ha disminuido considerablemente el agua disponible para otorgar nuevas concesiones para la extracción del agua subterránea del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

El máximo volumen de agua subterránea que puede extraerse del acuífero es de 7,271.2 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a la recarga media anual que recibe el acuífero menos la descarga natural comprometida. Esto significa que únicamente se cuenta con 2,842.21 millones de metros cúbicos disponibles para los próximos 10 años, en los que cualquier proyecto o aumento exponencial de la población puede poner en riesgo la disponibilidad para satisfacer las necesidades básicas de la población y los ecosistemas dependientes del agua subterránea en cuanto calidad y cantidad de agua.

---

#### SITUACIÓN REGULATORIA, PLANES Y PROGRAMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Actualmente, la mayor parte del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se encuentra sujeto a las disposiciones de cuatro instrumentos jurídicos, publicados en el Diario Oficial de la Federación, en los que se establecieron vedas para el alumbramiento de las aguas del subsuelo y que son los siguientes:

1. "DECRETO por medio del cual se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende la Delegación de Payo Obispo. Q. Roo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1964, que comprende la porción sureste del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.
2. "DECRETO que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en una zona comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de Campeche, para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de diciembre de 1975, que comprende el

Estado de Campeche, que corresponde a la porción oeste del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

3. "DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del área que circunda los límites geopolíticos de los Municipios de Benito Juárez y Cozumel, Quintana Roo y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981 y que comprende los actuales municipios de Benito Juárez, Cozumel y Solidaridad, del Estado de Quintana Roo, que corresponde a la porción noreste del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

4. "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la parte que corresponde a los límites geopolíticos del Estado de Yucatán", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de septiembre de 1984, comprende la totalidad del Estado de Yucatán, que corresponde a la porción norte del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

De igual manera, en la superficie del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, correspondiente a los municipios de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos del Estado de Quintana Roo, que no se encuentra sujeta a las disposiciones de las vedas señaladas, está vigente el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril del 2013.

Además, dada la importancia ecológica de la Península de Yucatán, se han emitido diversos decretos de áreas naturales protegidas, destacando aquellos que contienen disposiciones referentes al uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales, para evitar la contaminación de los acuíferos y para establecer prohibiciones para la modificación de las condiciones naturales del acuífero y, en algunos casos, para la promoción de medidas por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el establecimiento de vedas en materia de agua. Los

principales Decretos en la materia son los que a continuación se indican:

- "DECRETO por el que declara como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales la superficie denominada Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, ubicada en los Municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto, Q. Roo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de enero de 1986.
- "DECRETO por el que se declara la Reserva de la biosfera Calakmul, ubicada en los Municipios de Champotón y Hopelchem, Camp.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de mayo de 1989.
- "DECRETO por el que se declara como área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 1994.
- "DECRETO por el que se declara como área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Uaymil, con una superficie de 89,118-15-35.5 hectáreas, ubicada en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Othón Pompeyo Blanco, Q. Roo.", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de noviembre de 1994.
- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Ría Lagartos, ubicada en los municipios de San Felipe, Río Lagartos y Tizimín en el Estado de Yucatán, con una superficie total de 60,347-82-71 hectáreas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de mayo de 1999.
- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región del Estado de Campeche conocida como Los Petenes, con una superficie total de 282,857-62-70.6 hectáreas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de mayo de 1999.

- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región conocida como Arrecifes de Xcalak, que se encuentra localizada en la Costa Caribe del Municipio de Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 17,949-45-62.025 hectáreas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2000.
- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Ría Celestún, ubicada en los municipios de Celestún y Maxcanú, en el Estado de Yucatán y Calkiní, en el Estado de Campeche, con una superficie total de 81,482-33-44.545 hectáreas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2000.
- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con la categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Otoch Ma'ax Yetel Kooh, ubicada en los municipios de Valladolid, en el Estado de Yucatán, y Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5,367-42-35 hectáreas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2002.
- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con la categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Bala'an K'aax, ubicada en los municipios de Othón P. Blanco y José María Morelos, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 128,390-15-54.9 hectáreas" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de mayo de 2005.
- "DECRETO por el que se declara área natural protegida, con categoría de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Manglares de Nichupté, localizada en el Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero de 2008.
- Dentro de la porción no vedada del acuífero, donde no existe control de la extracción de agua subterránea por parte de la Autoridad del Agua, se ubican algunas de las Áreas Naturales Protegidas de mayor extensión, como la de Yum Balam, la de Sian

Ka'an y la de Balam K'aax, ubicadas en el Estado de Quintana Roo, por lo que es necesario establecer la zona reglamentada, que permita a la Autoridad del Agua actuar en congruencia con lo establecido en los Decretos de áreas naturales protegidas referidos. Dictamen sobre el punto de acuerdo por el que se exhorta a diversas autoridades en materia de protección de cenotes en la península de Yucatán publicado el 09 de julio de 2019 por la Comisión Permanente de la Cámara de Senadores.

---

#### PROBLEMÁTICA DEL ACUÍFERO

---

#### RIESGO DE CONTAMINACIÓN Y DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA

En el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, la calidad del agua subterránea es el factor que limita la extracción de la misma, especialmente en la zona costera, ya que el espesor de agua dulce es muy reducido, por lo que existe el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente, que salinice el agua subterránea, hasta imposibilitar su utilización sin previa desalación, lo que implica elevados costos, que hasta la fecha sólo el turismo de la zona puede pagar. Actualmente en la costa de Quintana Roo algunos

hoteles explotan aguas salobres del subsuelo y han instalado desalinizadoras. Ello incrementa el riesgo de inducir el ascenso de agua salada hacia el acuífero.

Adicionalmente el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, es extremadamente vulnerable a la contaminación generada por actividades humanas, es decir, que, por sus características hidrogeológicas, es muy susceptible a ser adversamente afectado por contaminantes y que la calidad del agua subterránea sea deteriorada hasta rebasar los límites máximos permisibles para consumo humano.

En la superficie del acuífero existen fuentes potenciales de contaminación, por lo que el riesgo de deterioro de la calidad del agua subterránea es muy elevado, con los consecuentes problemas de salud pública en la población, cuya única fuente de abastecimiento es el agua subterránea.

En las zonas de los grandes centros de población el agua subterránea ya no es apta para uso y consumo humano por los elementos contaminantes que presentan, tales como en la ciudad de Mérida, Cancún y Playa del Carmen, por lo que las zonas de extracción de pozos se han tenido que trasladar en zonas alejadas

de los centros de población, lo que ha limitado el volumen de agua dulce disponible para la población.

---

#### UNIDAD HIDROGEOLÓGICA XPUJIL CAMPECHE

---

##### MARCO FÍSICO

La región de Xpujil se localiza al sureste del estado de Campeche a una distancia aproximada de 300 km de la capital del estado y en la parte sur-central de la Península de Yucatán, geográficamente limita al norte con el paralelo 19° 00' 00", al sur con la República de Guatemala y al oeste con el meridiano 89° 38' 00".

---

##### CLIMATOLOGÍA

Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28° C. Precipitación total anual 1000-1500 mm.

---

##### FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En la zona se observan tres principales patrones de drenaje que obedecen al alto grado de disolución, carsticidad y fracturamiento de las rocas. Se caracteriza por tener un drenaje radial y rectangular que ha sido originado a partir de diapirismo y el segundo está gobernado por el

fracturamiento. La mayoría del drenaje se genera en la parte topográfica más alta y forma una especie de parteaguas de donde parte de forma radial recorriendo cortas distancias y desapareciendo en la zona de contacto y variación litológica, principalmente entre la zona de yesos y calizas.

La topografía de la zona tiene una tendencia a formar franjas alineadas sensiblemente orientadas al noroeste-sureste las que caracterizan la zona poniente del área y franjas alineadas en dirección noreste-suroeste que se presentan en la porción oriental. La composición geomorfológica de la Unidad Hidrogeológica Xpujil es cerril de altura promedio de 150 msnm, alineada sensiblemente NW-SE y en donde se han desarrollada cavernas de grandes dimensiones, que se ha relacionado su origen al levantamiento diferencial.

---

##### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

###### NIVELES DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Se observa que la roca superficial de la zona ha sido fuertemente atacada por el intemperismo y la disolución, originando que el agua de lluvia que escurre superficialmente se infiltre incorporándose al acuífero, cuyas

profundidades varían desde 30 hasta 150 m, a través de los pozos naturales de recarga (*xuch* en lengua maya), por lo que se infiere que se trata de una buena zona almacenadora, sin embargo se ha constatado que su composición química la restringe para consumo humano, ya que al disolverse la matriz rocosa, provoca altas concentraciones de sulfatos, por lo que se ha generalizado la captación de agua de lluvia por medio de aljibes y el aprovechamiento de aguadas y lagunas a pesar de que éstas presentan ciertos problemas de contaminación orgánica generada principalmente por el fecalismo al aire libre.

#### EXTRACCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y SU DISTRIBUCIÓN POR USOS

---

A últimas fechas se han intensificado las perforaciones en la zona sur, específicamente en la zona del Clavito, Nuevo Veracruz, Santa Rosa y Dos Naciones; en las cuales la calidad del agua es buena, ya que al parecer se ubican fuera de la zona de yesos; sin embargo, se requiere efectuar una serie de trabajos de campo que permitan conocer mejor las posibilidades y potencial de esta zona.

El volumen de extracción según el Registro Público de Derechos de Agua concesionado al 2015 en esta zona suma un total de 3.61 millones de m<sup>3</sup> /año.

#### BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

---

El volumen estimado de precipitación es de 14,044.02 Mm<sup>3</sup>/año y la temperatura promedio es de 26°C, por lo que mediante la aplicación del método de Turk se tiene una evapotranspiración de 11,944.58 Mm<sup>3</sup>/año y un Volumen de Infiltración de 2,099.43 Mm<sup>3</sup>/año.

---

#### DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

#### BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ENTRADAS

---

La recarga del acuífero se estimó al aplicar la ecuación del Balance de Aguas Subterráneas, cuya expresión es:

Entradas o Recarga total - Salidas o Descarga total =  
Cambio de almacenamiento

La recarga total del acuífero es de 2,099.4 millones de metros cúbicos anuales. La Descarga natural comprometida es de 1784.1 millones de m<sup>3</sup> al año. La extracción de agua subterránea es de 3.61 millones de metros cúbicos anuales.

## DISPONIBILIDAD

Para el cálculo de la disponibilidad de las aguas subterráneas, se aplica el procedimiento establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales, que en la fracción relativa a las aguas subterráneas establece que se determina por medio de la expresión siguiente: Disponibilidad media de Agua Subterránea en una unidad hidrogeológica = Recarga Total Media Anual - Descarga Natural Comprometida - Volumen Concesionado de Aguas Subterráneas e inscrito en el REPDA

### DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA SUBTERRÁNEA

La Disponibilidad Media Anual fue determinada conforme al método establecido en la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril

del 2002, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas. Para la determinación de la disponibilidad media anual de agua subterránea la Norma referida establece que deberá aplicarse la expresión:

$$\begin{array}{l} \text{Disponibilidad} \\ \text{media anual de} \\ \text{agua} \\ \text{subterránea} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Recarga} \\ \text{total} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Descarga} \\ \text{natural} \\ \text{comprometida} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Volumen} \\ \text{concesionado e} \\ \text{inscrito en el} \\ \text{Registro} \\ \text{Público de} \\ \text{Derechos de} \\ \text{Agua} \end{array}$$

La disponibilidad media anual en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se calculó considerando una recarga media anual de 2,099.4 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 1,784.1 millones de metros cúbicos anuales y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 2015 es de 3.61 millones de metros cúbicos anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 311.68 millones de metros cúbicos anuales:

Tabla 24 DMAS Acuífero Xpujil

2015											
Región Hidrológica Administrativa	Entidad federativa	Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
						VCA S	VEAL A	VAPT YR	VAP RH	Positiva	Negativa (déficit)
Cifras en millones de metros cúbicos anuales											
XII Península De Yucatán	Campeche	405	Xpujil	2,099.4	1784.1	3,614,056	0,000,000	0,000,803	0,000,000	311.685141	0,000,000

López Tamayo, 2019.

**R:** recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPT YR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Esta cifra indica que la disponibilidad media anual del agua subterránea es de 311.68 Mm<sup>3</sup> anuales, por lo que debe mantenerse una gestión integral adecuada para el acuífero de Xpujil.

SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN LOS MUNICIPIOS DE LAS ESTACIONES DONDE SE PROYECTA EL TREN MAYA.

El sureste mexicano ha presentado un incremento poblacional a nivel exponencial, sobre todo en el estado de Quintana Roo, lo que ha traído consigo un aumento en la contaminación del agua subterránea.

En la siguiente tabla se puede apreciar cómo ha sido el incremento poblacional en los últimos 15 años, lo que lleva a pensar en que todo proyecto debe considerar el incremento inusual de la población comparado con el resto del país, donde se requiere dotar de infraestructura básica como disposición de residuos, tratamiento de aguas residuales y drenaje a la misma escala del crecimiento poblacional. A esto se debe sumar la población flotante (turistas) que son una fuente importante de generación de aguas residuales y residuos, muchos de los cuales no se consideran en la planeación del territorio.

Con el fin de considerar y planificar cualquier proyecto a futuro en la zona, será necesario evaluar las condiciones actuales de servicios básicos de infraestructura como agua potable, drenaje y tratamiento de las aguas residuales y

poder establecer un 100% de cobertura en este ámbito con el fin de proteger y preservar la única fuente de agua dulce disponible para la población, que como ya se vio en el capítulo anterior se encuentra limitada en volumen por la Descarga Natural Comprometida y por el aumento de concesiones.

En este análisis se puede apreciar que municipios como Calakmul, Valladolid, Tinum e Izamal no cuentan con Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales por lo que su disposición del agua residual se da mediante fosas sépticas o bien directo al acuífero de la Península de Yucatán y del Acuífero de Xpujil, contaminando así las fuentes de agua subterránea.

Existen otros municipios donde únicamente se cuenta con 1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales como en Escárcega, Bacalar, Felipe Carrillo Puerto y Palenque, (la cual sólo da servicio a la zona arqueológica) los cuales no tratan el 100% del agua residual generada en el municipio. Como ejemplo, la PTAR de Felipe Carrillo Puerto únicamente trata el agua de un fraccionamiento de INFONAVIT, equivalente al 0.9 litros por segundo.

La capacidad actual instalada de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales no es la necesaria para cubrir el 100% del agua residual generada en la zona, siendo otra problemática que muchas de estas PTAR no cumplen con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles para descarga de contaminantes en aguas residuales tratadas.

*Tabla 25 Tipos de plantas de tratamiento disponibles*

<i>Localidad</i>	<i>Proceso</i>	<i>Capacidad Instalada (l/s)</i>	<i>Caudal tratado (l/s)</i>	<i>Cuerpo receptor</i>
<i>Benito Juárez</i>	(8 Lodos Activados, 1 Anaerobio, 1 Dual, 1 Filtros biológicos)	1612	1193,1	Acuífero
<i>Puerto Morelos</i>	N.D.	N.D	N.D	N.D
<i>Solidaridad</i>	Lodos Activados y Dual	432	310,6	Acuífero
<i>Tulum</i>	Lodos Activados, Dual, Anaerobio y Lagunas de estabilización	172,5	25,7	Acuífero

<i>Felipe Carrillo Puerto</i>	Lodos Activados	5	0,9	Acuífero
<i>Bacalar</i>	Lodos Activados	30	0,4	Acuífero
<i>Calakmul</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Palenque</i>	Aerobio	0,5	0,5	Terrenos de Palenque
<i>Tenosique</i>	Tanque Imhoff, Anaerobio, Lagunas de estabilización y Reactor enzimático	143	88	Arroyo, Pozo de absorción, Río
<i>Escárcega</i>	Lodos Activados	1,5	1,5	Acuífero
<i>Campeche</i>	Lodos Activados, Rector Enzimático, Primario Avanzado	133	124	Acuífero
<i>Mérida</i>	Lodos activados, anaerobio, dual y biofísicos	391	170,4	Acuífero
<i>Izamal</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Chichen Itzá (Tinum)</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<i>Valladolid</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N. D

*López Tamayo 2019*

Acorde a los diversos Planes Nacionales Hídricos de las últimas 3 administraciones federales, la prioridad ha sido dotar de infraestructura de agua potable a la población, por lo que en este ámbito se tiene cubierto más del 95% de la población en zonas urbanas, teniendo en promedio únicamente un 78% en zonas rurales. A la par, como prioridad se debe asignar el presupuesto adecuado para los proyectos de infraestructura de drenaje y tratamiento de aguas residuales, sobre todo en el sureste del país.

Tabla 26 Número de viviendas particulares por tipo de drenaje

Municipio	Red pública	Fosa séptica o tanque	Barranco o grieta	Rio, lag o o ma r	No dispone	% sin drenaje
B Juárez- Cancún	582,704	145,416	8512	161	6,596	0.88
Solidaridad	197,823	89,41	86	18	2,411	1.15
Tulum (y Cobá)	13,481	17,506	115	6	15,660	4.79
Felipe Carrillo Puerto	714	61,275	518	0	19,178	23.47
Bacalar	854	35,920	73	0	2,211	5.66
Calakmul Xpujil	118	20,955	27	0	7,324	25.76
Palenque	57,109	60,579	1696	383	15,524	11.47
Tenosique	39,069	19,542	556	521	2,244	3.62
Escárcega	468	51,980	127	0	5,945	10.15
Campeche	29,749	246,559	196	743	5,778	2.04
Mérida	89,864	773,701	1213	4	26,861	3.01
Izamal	81	22,457	99	6	4,158	15.51
Chichén (Tinum)	21	9,472	54	0	2,392	20.03
Valladolid	517	62,376	73	0	17,330	21.58

López Tamayo (2019)

Aunado a la falta de red pública de drenaje que permita canalizar el agua residual a una planta de tratamiento, existe un gran porcentaje de la población que no dispone de fosa séptica y red pública por lo que dispone el agua residual directamente a los cuerpos de agua subterránea.

De los municipios analizados, Calakmul, Felipe Carrillo Puerto, Valladolid y Tinum cuentan con un 25%, 23%, 21% y 20% de la población respectivamente dispone su agua residual de manera directa al acuífero.

Esta situación es alarmante, debido a que el acuífero es la única fuente de agua dulce disponible para la población y los ecosistemas asociadas. Es urgente establecer medidas que permitan el drenaje y el tratamiento de las aguas residuales en estos municipios principalmente.

El turismo es una de las actividades económicas más importantes del sureste de México, sobre todo en el Estado de Quintana Roo, donde los principales destinos turísticos son Cancún, Cozumel, Isla Mujeres, Playa del Carmen y Riviera Maya, mismos que tienen reconocimiento a nivel mundial. La importancia turística del Estado se sustenta en el atractivo de los recursos naturales que lo distinguen a nivel nacional e internacional.

Derivado de ello, el gran atractivo turístico que tiene el sureste mexicano implica un crecimiento en el número de centros de hospedaje que demandan la extracción de un volumen mayor de agua y a su vez una generación alta de aguas residuales y residuos sólidos, considerando el número de turistas como población flotante, donde tan sólo para el estado de Quintana Roo en el año 2018 recibió alrededor de 14 millones de turistas.

*Tabla 27 Capacidad y ocupación turística en las localidades*

Localidad	número de cuartos hotel	densidad promedio por habitación	Estancia promedio	ocupación promedio %	Opciones plataformas de renta vacacional	Número de Centros de Consumo
Cancún	35,142	2.66	2.97	74.62	2644	182
Puerto Morelos	5,563	2.40	7.00	88.00	842	85
Playa del Carmen	40,201	2.06	5.85	73.10	9,539	180
Tulum	7,129	2.06	5.85	80.61	1,035	124
F. Carrillo Puerto	186	2.00	1.00	48.74	12	46
Bacalar	1,050	2.80	5.60	59.61	378	39
Palenque	2,120	2.03	1.08	33.61	67	43
Tenosique	135	2.00	1.00	13.00	1	32

Calakmul-Xpujil	307	4.00	1.00	55.82	38	27
Escárcega	480	2.00	1.00	49.44	0	33
Campeche	1,419	1.73	1.48	47.13	267	88
Mérida	6,897	1.76	1.74	60.57	1018	380
Izamal	220	1.68	1.16	23.56	44	13
Chichen Itzá	297	2.09	1.04	23.32	2	38
Valladolid	845	2.00	1.21	35.01	168	180
Cobá	40	2.00	0.00	55.00		4

Número de cuartos hotel, densidad, estancia y ocupación obtenido de Datatur.

(<http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx>)

\*Número de restaurantes y rentas vacacionales obtenido de Google.

## RESULTADOS POR LOCALIDAD

### LOCALIDAD: CAMPECHE



*Ilustración 167 Campeche © visitmexico.net*

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

De acuerdo con la Secretaría de Turismo, en el portal de información sobre las Ciudades Patrimonio, la ciudad de Campeche conserva su arquitectura virreinal y se distingue por sus fortificaciones contra los piratas y demás invasores. Muchas edificaciones son Patrimonio Cultural de la Humanidad; hay construcciones de los siglos XVI al XIX entre arquitectura militar, civil y religiosa, así como grandes mansiones.

- La Puerta de Mar

- Baluarte de La Soledad, y el museo de las estelas mayas.
- Baluarte de Santiago
- Baluarte de San Francisco
- La Puerta de Tierra, en cuya zona podrá apreciar el antiguo muro en forma de punta que cuenta con troneras y en el vestíbulo se exhibe un cañón de bronce hecho en Francia durante el siglo XVIII.

Las playas más populares de la ciudad:

- Mar Azul: pedregosa y tiene algunas áreas de arena.
- San Lorenzo: su suelo es arenoso y pedregoso, presenta una pendiente suave y la vegetación que rodea a la zona es a base de cocales y palmeras.
- Playa Bonita: Es un balneario que cuenta con playas de arena blanca y suave, sus aguas son cristalinas y tranquilas, tiene una extensión de 1.5 kilómetros.

El Malecón: está rodeados de varios edificios con fachadas de estilo colonial; cuenta con una pista para ciclismo y patinaje además de otra pista para trotar. El malecón tiene dos vías rápidas y una de baja velocidad, tres pasos

peatonales y un camellón central de seis metros de ancho. En la calle 10 del centro histórico se ubica la Casa de las Artesanías “Tukulná”, un edificio colonial que alberga un muestrario completo de las artesanías producidas en el estado de Campeche.

Se puede realizar un paseo en Tranvía por el centro y los fuertes de la ciudad.

#### Arquitectura Religiosa:

- Catedral San Francisco de Campeche
- Capilla de Jesús Nazareno
- La Española, una torre del lado del mar, donde se colocó el primer reloj público, La torre de la ciudad alberga un gran acervo histórico y cultural.

En las haciendas se producían todo tipo de materias primas como granos, semillas, henequén, caña de azúcar, etc. En la actualidad se pueden visitar:

- la Hacienda Puerta Campeche, data del siglo XVII, gran parte ha sido remodelada y convertida en hotel.

- la Hacienda de Uayamón, fue una de las haciendas más importantes de la ciudad de Campeche y en la actualidad es un hotel de gran categoría.
- la Hacienda San José Carpizo, es muestra de la arquitectura del siglo XIX, tiene un estilo neoclásico; conserva la casa principal, la capilla, el cuarto de máquinas, la herrería y la carpintería.

La zona arqueológica de Edzná. Son varios edificios religiosos, administrativos y habitacionales distribuidos en una superficie de 25 km<sup>2</sup>; con influencia del estilo Puuc, Petén y Chenes.

- La Plaza Principal, la Plataforma de los Cuchillos y el Patio de los Embajadores que está delimitado al poniente por otros dos edificios, en donde cada uno cuenta con cuatro columnas muy antiguas.
- Nohochná, que significa La Casa Grande, fue utilizada para realizar las funciones administrativas; desde ahí se aprecian los eventos que se realizaran en la Plaza Principal.
- El Templo del Sur que data de entre los años 600 y 900 d.C.

- El Juego de pelota, compuesto por dos estructuras paralelas en cuya parte superior se levantan algunas habitaciones utilizadas para colocar las imágenes de las deidades asociadas al evento.
- El Templo de los mascarones tiene dos representaciones del dios solar, tiene detalles estéticos muy atractivos, característicos de la elite, como por ejemplo el estrabismo, mutilación dental, narigueras, orejeras y tocados zoomorfos.
- La pequeña acrópolis; basamento que data del año 200 a.C., en donde se encuentran cuatro edificios que conforman un patio central.
- La gran acrópolis, zona que tiene un espacio de planta cuadrangular sobre el cual se levantan varias estructuras monumentales.
- El Edificio de los Cinco Pisos que está constituido por un basamento piramidal escalonado de cinco cuerpos que tienen varias habitaciones con vista al exterior y una construcción en la parte superior que forma el templo.
- El Templo del Norte que cuenta con un basamento de amplia escalinata en donde el santuario que lo coronaba tuvo al menos cuatro modificaciones.
- Una plataforma en forma de C que corresponde a la ocupación de Edzná.
- El patio Puuc se encuentra formado por varias construcciones que están recubiertas con sillares cuadrangulares, rectangulares y cilíndricos.
- El Temazcal
- Otras construcciones de la zona son representaciones de Chaac y glifos,
- La Vieja Hechicera. Está formada por una escalinata, así como un pequeño santuario.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Campeche es poseedora del título de patrimonio de la Humanidad, sin embargo sus mares están sobre-explotados. Tiene potencial para convertirse en un destino turístico de larga estancia para viajeros que buscan climas cálidos para pasar el invierno; su cercanía con la ciudad de Mérida también le permite recibir turismo regional.

---

## ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

De acuerdo con la Agenda de Competitividad Turística del Estado de Campeche, también resaltan los siguientes lugares:

- Xpicob Unidad de Turismo de naturaleza y Campamento Tortuguero con enfoque hacia la educación ambiental.
- Yax-Ha parque ecoturístico que cuenta con diferentes actividades como paseo a caballo, bicicletas de montañas, caminatas interpretativas, lunadas, campamentos, gotcha, cuatrimotos, recorridos en tractor, pared escala, euro-bungy, caminatas nocturnas y observación de flora y fauna.
- Estación de la Vida Silvestre en Hampolol. Área protegida que sirve de educación e investigación. Dentro del área existen zonas pantanosas; habitan varias especies de reptiles, anfibios, aves y mamíferos que habitan los diversos ecosistemas entre el arroyo, selva, humedal, agua dulce y agua salada; durante la temporada de lluvias el arroyo

desemboca por muy variadas corrientes al Golfo de México.<sup>x</sup>

- Reserva de la Biósfera Los Petenes. La reserva conserva árboles de caoba, chicozapotes y amates entre otros grandes árboles tropicales, y es reserva de infinidad de especies faunísticas, como ocelote, jaguarundi, mono araña, jaguar, tapir, etc. Una de las actividades que se puede realizar es la práctica del turismo de naturaleza.

---

## NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 reporta 74 hoteles y una disponibilidad de 2,201 habitaciones. En plataformas digitales se pueden encontrar 100 hoteles y hostales, 29 rentas vacacionales, 238 Airbnb, y 248 restaurantes.

Además de los hoteles catalogados entre una y cinco estrellas, hay dos hoteles de cuatro y cinco diamantes catalogados como gran turismo. La Hacienda Uayamón y el hotel Hacienda Puerta Campeche.

De acuerdo con la Agenda de Competitividad Turística de Campeche, elaborada por la Secretaría de Turismo (2015) la ciudad de San Francisco de Campeche cuenta con un aeropuerto internacional que le permite mantener comunicación aérea diaria con la Ciudad de México. La ciudad de San Francisco de Campeche se encuentra comunicada con autopistas de cuatro carriles, con la ciudad de Mérida, Yucatán; Cancún, Quintana Roo; Ciudad del Carmen, Villahermosa, Tabasco y Palenque, Chiapas.

En esta ciudad se pueden encontrar 38 agencias de viajes receptoras y 36 guías turísticos. Es posible encontrar empresas con las acreditaciones oficiales para prestar servicios especializados en las siguientes actividades: pesca deportiva, observación de aves, camping, caza cinegética, arqueología subacuática, y organización de eventos.

Existen 25 tiendas de artesanía, además de tiendas de ropa tradicional, joyerías, librerías y tiendas de regalos. En el bazar artesanal Ah Kim Pech, ubicado sobre el malecón, se encuentran 37 locales que ofrecen artesanías en madera, cuerno de toro, escama de pescado, palma de jipi, barro, frutas en conserva y vestidos tradicionales. Recientemente, abrió sus puertas la plaza comercial “Galerías Campeche”

## PERFIL DEL VISITANTE

De acuerdo con el Sistema Nacional de la Información Estadística del Sector Turismo en México, el estado de Campeche se encuentra en el lugar número 22 a nivel nacional, siendo Quintana Roo el primer lugar. De acuerdo con las estadísticas de Actividad Hotelera en México por categoría 2017 elaborada por INEGI, el estado de Campeche recibió en 2018 a 1,088,042 visitantes nacionales y 37,162 visitantes extranjeros. Esto generó una ocupación hotelera del 43.35% ya que se cuenta con un total estatal de 8,077 cuartos de hotel. No se cuentan con estadísticas precisas, pero el turismo llega más por vía terrestre. En el aeropuerto no hay conectividad internacional y la conexión es vía Ciudad de México.

De acuerdo con una encuesta realizada para la Agenda de Competitividad Turística (2015) del municipio de Campeche, se obtuvieron los siguientes datos:

*Tabla 28 Perfil del Visitante, Campeche*

<i>Motivo del Viaje</i>		
Hospitalidad		21%
Patrimonio Humanidad		19%
Proximidad geográfica		11%
Clima		10%
Gastronomía		8%
Oferta Cultural		7%

	Visita a Familiares	5%
	Precio	5%
	Recomendación	4%
<i>Principales atractivos visitados</i>	Catedral	55.29%
	Iglesias	38.44%
	Museos	45.02%
	Arquitectura	52.13%
	Malecón	55.29%
	Centros culturales	39.49%
<i>Acompañantes</i>	Jardín Botánico	50.55%
	Pareja	20.53%
	Familia	32.54%
	Amigos	9.00%
	Trabajo	2.05%
	Solo	11.84%
<i>Procedencia</i>	Grupo	24.01%
	Del estado	7.89%
	Extranjero	25.27%
<i>Rango de edad</i>	Nacional	71.09%
	Menor de edad	9%
	20 a 29 años	31%
	30 a 39 años	31%
	40 a 49 años	19%
	50 a 59 años	6%
<i>Tipo de hospedaje</i>	Más de 60 años	4%
	Hotel	66%
	Amigos y familia	12%
	Camping	3%
	Albergue juvenil	1%
	Indefinido	17%
<i>Fuentes de información</i>	Internet	47.39%
	Agencia de viajes	39.49%
	Folletos	30.01%
	Guía de viaje	22.11%
	Prensa, Radio o TV	22.11%
	Amigos	18.9%
	Visita anterior	14.21%
	Oficina de turismo	14.21%

### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

El 19% de los encuestados pasaron la noche en Campeche, el 22% sólo pasó el día en Campeche, el 9% pasó de 5 a 8 horas en Campeche y el 36% no respondió la encuesta.

### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

- Potencializar el nombramiento de Ciudad Patrimonio de la UNESCO.
- Reforzar el turismo repetitivo. El 50% de los encuestados nacionales y el 9% de los encuestados internacionales. ya había visitado la ciudad en una ocasión anterior
- Incrementar la promoción a publicidad en destinos internacionales para captar mayor turismo internacional. Negociar enlaces aéreos internacionales.
- Mejorar la presencia de Campeche en redes sociales y buscadores de internet.

La Agenda de Competitividad Turística sugiere la apertura de una dirección de turismo municipal, instalar un comité de turismo sostenible, además de integrar a las asociaciones

empresariales y mejorar el sistema de información estadístico.

- Mejorar el saneamiento de la Bahía de Campeche.
- Aumentar la diversificación del producto ampliando el enfoque para abarcar más que el centro histórico.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: La expansión urbana está afectando selvas, manglares y tulares.
- Física: La expansión urbana causa deforestación de ecosistemas sensibles.
- Socio-Perceptual: la comunidad local está conforme con el desarrollo turístico en su ciudad, patrimonio mundial de la humanidad.
- Económica: Se requiere disminuir la brecha de desigualdad en los ingresos.
- Psicológica: El municipio ofrece suficiente versatilidad para realizar distintas actividades turísticas pero se encuentra alejado de otros destinos turísticos de interés a excepción de la ciudad de Mérida, Yucatán.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 establece que el municipio de Campeche monitorea su Índice de Inclusión Social; el cual, cuando se realizó la medición en 2015, fue de 84.53% de inclusión social; 82.56% de inclusión de género y 45.57% de equidad económica. El Índice de Marginación es Muy Bajo. El 35.2% de la población vive en situación de pobreza, siendo un aproximado de 93 mil personas, cuyo ingreso no alcanza a cubrir su canasta básica alimentaria y las necesidades básicas de transporte, artículos de higiene personal y ropa y calzado; 15 mil personas viven en situación de pobreza extrema. En el censo de 2010 se contabilizaron 68,769 personas en situación vulnerable por carencias sociales, y 18, 874 personas vulnerables por ingresos. El 18.8% de la población presentó rezago educativo, 43% rezago en acceso a seguridad social, 27% rezago en acceso a la alimentación y 12.8% rezago en calidad de la vivienda, ya sea por falta de agua entubada, fosa séptica, electricidad o falta de combustible para cocinar.

## ÍNDICE DE CIUDAD PRÓSPERA, ONU HÁBITAT

La ciudad de Campeche cuenta con un diagnóstico de 2018 elaborado por Infonavit y ONU Hábitat, denominado el Índice Básico de las Ciudades Prósperas (CPI Campeche 2018) A continuación, se enlistan los resultados obtenidos.

*Tabla 29 Índice de Ciudades Prósperas, Campeche © ONU Hábitat*

	Campeche	
PRODUCTIVIDAD	58.71	
Crecimiento económico	43.06	
Producto urbano per cápita	29.54	
Relación de dependencia de la 3a edad	56.57	
Aglomeración económica	56.87	
Densidad económica	56.87	
Empleo	76.19	
Tasa de desempleo	91.64	
Relación empleo-población	60.73	
INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO	70.70	
Infraestructura de vivienda	76.03	
Vivienda durable	82.10	
Acceso a agua mejorada	96.83	
Espacio habitable suficiente	100.0	
Densidad poblacional	25.19	
Infraestructura social	83.34	

Densidad de médicos	83.34	
Infraestructura de comunicaciones	36.79	
Acceso a Internet	30.14	
Velocidad de banda ancha promedio	43.44	
Movilidad urbana	91.33	
Longitud de transporte masivo	-	
Fatalidades de tránsito	91.33	
Forma urbana	66.0	
Densidad de la interconexión vial	100.0	
Densidad vial	51.81	
Superficie destinada a vías	46.18	
CALIDAD DE VIDA	70.99	
Salud	63.95	
Esperanza de vida al nacer	71.25	
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	56.64	
Educación	83.49	
Tasa de alfabetización	93.70	
Promedio de años de escolaridad	73.29	
Seguridad y protección	71.69	
Tasa de homicidios	71.69	
Espacio público	64.83	
Accesibilidad al espacio público abierto	62.85	
Áreas verdes per cápita	66.81	
EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL	70.89	

Equidad económica	45.57	
Coeficiente de Gini	46.69	
Tasa de pobreza	44.45	
Inclusión social	84.53	
Viviendas en barrios precarios	84.34	
Desempleo juvenil	84.73	
Inclusión de género	82.56	
Inscripción equitativa en educación secundaria	82.56	
<b>SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL</b>	28.23	
Calidad del aire	32.03	
Número de estaciones de monitoreo	25.00	
Concentraciones de material particulado	25.00	
Concentración de CO2	46.08	
Manejo de residuos	52.68	
Recolección de residuos sólidos	91.34	
Tratamiento de aguas residuales	14.01	
Energía	0.0	
Proporción de generación de energía renovable	0.0	
Claves de color:	 Consolidar políticas urbanas  Fortalecer políticas urbanas  Priorizar políticas urbanas	

*Fuente: ONU Hábitat, CPI Campeche 2018, p. 21*

La ciudad de Campeche presenta muy bajos resultados en Crecimiento económico, producto urbano per cápita, densidad

poblacional, infraestructura de comunicaciones, acceso a internet, velocidad de banda ancha promedio, superficie destinada a vías, equidad económica, coeficiente de Gini, tasa de pobreza, calidad del aire, número de estaciones de monitoreo, concentraciones de material particulado, concentración de CO2, tratamiento de aguas residuales, energía limpia y proporción de generación de energía renovable.

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

De un total de 283,025 habitantes, la población económicamente activa (PEA) del municipio es del 55.3% de la población total. De estos, 60.7% son hombres y 39.3% son mujeres. El índice de desempleo es del 2.5% de la PEA. El 73% de la población económicamente activa ocupada contribuye al sector terciario, el 17.5% al secundario y el 5.5% al primario. Las principales actividades terciarias son comercio y turismo. La población no económicamente activa representa al 44.6% de la población, de los cuales el 42.5% se dedican al hogar; 37.2% son estudiantes, 11.1% jubilados, y 4.2% son personas con alguna discapacidad intelectual o física. La población económicamente activa en este municipio es mayor a 15 años.

Uso potencial de la tierra: el 57.17% no es apta para la agricultura, y es apta para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal. El 40.76% es apta para la agricultura mecanizada continua y para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola. El 2.07% es apta para la agricultura manual estacional y no es apta para uso pecuario.

Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias, en lomeríos y playas, y sobre terrenos previamente ocupados por selvas, manglares y agricultura.

El 28.02% del territorio municipal está dedicado al sector primario; la infraestructura instalada para riego en el municipio es la mayor del estado. En la mayor parte del municipio de Campeche, el nivel de erosión del suelo es ligera; sin embargo la expansión de las actividades agropecuarias está potenciando la deforestación, lo que ha causado que se presenten pequeñas áreas con niveles altos de erosión, que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Campeche pueden convertirse en un inconveniente. (p.43) Actualmente se han perdido selvas por procesos de deforestación en

32.07% del territorio municipal. La tasa de deforestación es de 36.79 km<sup>3</sup> al año (p. 45)

En la región se pueden encontrar afloramientos de roca calcárea, bancos de caliza blanca y rosada y en algunos se presenta actividad importante de extracción de agregados pétreos y caliza. (p.47)

La aptitud del suelo para actividades agropecuarias es moderada en el 10.11% del territorio y no apta en el resto. (p. 52) La apicultura es apta en el 41.4% del territorio. El turismo de naturaleza es apto en 21.68% del territorio. Los servicios ambientales son aptos en 77.03% del territorio. (p.55)

---

#### SERVICIOS

Vivienda: El 77.5% dispone de agua entubada, el 97.6% dispone de drenaje, el 98.3% dispone de servicio sanitario y el 99.2% de servicio eléctrico. De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018, el 37.3% de las viviendas presentan algún nivel de hacinamiento.

Salud: el 43% de la población no cuenta con acceso a la seguridad social.

---

## INFRAESTRUCTURA

Vivienda: Se tienen contabilizadas 79,159 viviendas, con una densidad habitacional de 643 viviendas por km<sup>2</sup>. La tasa de crecimiento de viviendas es del 4.8% mientras que la tasa de crecimiento poblacional es de 1.8%. El promedio de ocupantes por vivienda es de 3.7, y 1.2 ocupantes por cuarto.

Telecomunicaciones: En este municipio el 31.4% de las viviendas cuentan con teléfono fijo, el 89.2% con conexión celular, el 40.3% con computadora, el 61.20 con televisión de paga y el 49.1% con internet.

Educación: se cuenta con 324 escuelas de nivel básico, de las cuales 140 son primarias y 59 secundarias; además de 43 planteles de educación media superior, de las cuales 29 son bachilleratos y 14 escuelas técnicas.

Salud: En el municipio se cuenta con un hospital general de especialidades, un centro de salud urbano; cuenta con programas para atención a la discapacidad, al VIH, Lepra, Atención a la infancia y adolescencia, programa de salud, atención bucal y atención al adulto mayor.

Agua potable: El Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Campeche (2009-2012) establece que el municipio presenta una precipitación variable media de 1,285 mm, y una precipitación potencial de 4,382,000,000 m<sup>3</sup>, de los cuales se infiltra un volumen de 689,000,000 m<sup>3</sup>, o el 15.7%, el cual es susceptible de aprovecharse. El volumen de extracción ronda los 117,000,000m<sup>3</sup>, lo cual indica que es una zona subexplotada. El 35% de los puntos de extracción se encuentran en el municipio de Campeche, operando apenas el 50% de estos, principalmente para el abastecimiento del consumo humano.

En el municipio de Campeche, se cuentan con 37 sistemas de agua potable, 90 fuentes de captación, 102 tanques en general, 46 superficiales y 56 elevados, con un volumen diario de extracción de 114,756.34 m<sup>3</sup> de agua, se cuenta con 85,750 tomas en general, 81,650 domésticas y residenciales, 3,781 comerciales, 130 industriales y 189 de otro tipo, de los 290,804 habitantes, 287,014 cuentan con toma, así que se cuenta con una cobertura de 98.70%. (CAPEA, 2016) Campeche también cuenta con dos plantas potabilizadoras con capacidad de 25 litros por segundo.

Saneamiento: el municipio cuenta con 17 plantas de tratamiento de aguas residuales con una capacidad total de 133 litros por segundo. 16 de estas descargan en el acuífero y una inyecta su descarga en el subsuelo. (Conagua, 2012)

#### MANTENIMIENTO

La población del municipio considera que se debe mantener calles y avenidas, los espacios públicos, parques y áreas deportivas, mejorar el transporte, entre comunidades rurales y en la ciudad, mantenimiento al drenaje pluvial, mantenimiento de calles, mejoramiento del sistema de agua potable y drenaje y regulación del uso de suelo.

De acuerdo con el plan municipal de desarrollo 2018-2021, se requiere de:

- Incrementar la eficiencia del servicio de aseo urbano y recolecta de basura.
- Promover la cultura del reciclaje de la basura domiciliaria.
- Modernizar, paulatinamente, las luminarias públicas con tecnología led para evitar el efecto de emisiones de CO2.
- Procurar que los mercados municipales cuenten con instalaciones dignas, seguras y con sistemas adecuados de recolección de basura, aguas residuales y eliminación de residuos sólidos, con recursos humanos y materiales suficientes para prestar servicios de calidad.
- Modernizar y regular el funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Ejecutar continuamente el desazolve y mantenimiento de drenajes y alcantarillado.
- Ampliar la red de distribución de agua potable.
- Instalar válvulas de regulación de presión en comercios y en los nuevos desarrollos urbanos.
- Dar mantenimiento permanente a la infraestructura de agua potable.
- Impulsar la realización de estudios geohidrológicos para determinar la disponibilidad de los acuíferos.
- Gestionar los recursos que permitan la modernización paulatina de las unidades del transporte público.

- Establecer programas de consolidación y mejoramiento de los barrios, colonias, fraccionamientos y unidades habitacionales de las zonas urbanas y rurales.
- Mejorar los espacios y fortalecer la infraestructura de los sitios considerados dentro del Patrimonio Cultural de la Humanidad.
- Apoyar la recuperación, rehabilitación y mantenimiento de bienes en materia cultural y artística.

El diagnóstico que se obtuvo para calcular el Índice de Prosperidad para la ciudad de Campeche, elaborado por ONU Hábitat en colaboración con Infonavit en 2018, señala las siguientes áreas de oportunidad para la ciudad de Campeche:

- El producto urbano per cápita es muy bajo, lo que refleja que las actividades económicas generan un valor productivo muy bajo, o de carácter informal.
- La densidad poblacional es menor a la adecuada, lo cual genera un incremento en el costo de los servicios públicos, dependencia del automóvil, mayor

demanda de estacionamientos, inequidad social, inaccesibilidad a espacios públicos abiertos, baja eficiencia energética y contaminación.

- La proporción de viviendas conectadas a internet en el municipio es muy baja, lo cual incide en que las personas tengan menor capacidad para acceder a herramientas educativas, y de acceso a la información, lo que puede reflejarse en su nivel de educación e ingreso.
- El transporte público es insuficiente para la dimensión de la localidad.
- No se cuenta con suficientes estaciones de monitoreo de contaminantes atmosféricos, o estas no funcionan adecuadamente, además de que el municipio supera el nivel global permitido; lo cual es un reflejo de que existe un importante número de fuentes de contaminación en el municipio y por lo tanto, la población está expuesta a niveles de contaminación exterior que pueden incidir en el incremento de enfermedades respiratorias y en la disminución de las actividades al aire libre.

- Las Aguas Residuales no están siendo tratadas, y es posible que la infraestructura de tratamiento sea obsoleta, que el costo operativo sea muy alto y además se detectaron dificultades en la medición de todas las fuentes receptoras de aguas residuales tratadas.
- El municipio mantiene una fuerte dependencia a la energía producida en centrales eléctricas y plantas de ciclo combinado, lo cual contribuye al cambio climático, al no contar con energías renovables en la generación de electricidad o transporte.
- La mancha urbana crece a ritmos mayores que la población, generando estructuras urbanas discontinuas y con alto grado de fragmentación, gran número de espacios urbanos vacíos, baja densidad residencial, alteraciones ecológicas y altos costos en movilidad urbana.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- Rehabilitación, mantenimiento y conservación de fuentes en parques y jardines.

- Implementar un programa de mantenimiento y mejora de las áreas verdes de parques, jardines y plazas del Municipio, mediante el equipamiento e infraestructura de acuerdo con su función social.
- Llevar a cabo las acciones para que los lotes baldíos sean transformados en predios verdes, fomentando la ecología.
- Regular y normar la colocación de anuncios publicitarios, a fin de obtener una imagen ordenada y limpia.
- Crear un sistema integral de gestión y tratamiento de residuos sólidos, incluyendo sistemas de recolección, plantas separadoras y de reciclaje de residuos sólidos.
- Promover la educación ambiental y la cultura cívica.
- Crear un plan integral de manejo de la red hidráulica y tratamiento de aguas residuales.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

De acuerdo con el prontuario de información geográfica municipal de Campeche: Superficie: 3,410.64 km<sup>2</sup>.

Coordenadas: ubicado entre los paralelos 19°13' Y 19°58' De latitud norte y 89°51' Y 90°42' de longitud oeste, altitud entre 0 y 200 msnm.

Localización: colinda al Norte con el municipio de Tenabo, al Este con el municipio de Hopelchén, al Sur con el municipio de Champotón y al Oeste con el Golfo de México.

Localidades: La cabecera municipal es la ciudad de San Francisco de Campeche. Además de las juntas municipales de Hampolol, Alfredo V. Bonfil, Pich y Tixmucuy. En total son 77 localidades en este municipio. En San Francisco de Campeche vive el 85.09% de la población municipal. (INEGI-Microrregiones)

Fisiografía: este municipio pertenece totalmente a la Provincia Península de Yucatán, subprovincias Carso y Lomeríos de Campeche en un 89.2%, y Carso Yucateco en un 10.38%.

Topografía: Llanura rocosa con lomerío de piso rocoso o cementado en un 61.16%, lomerío bajo 37.8%, y Playa o barra inundable y salina 1.03%.

Hidrografía: El 90.53% del territorio municipal está ubicado en la región hidrológica Yucatán Oeste cuenca Champotón

(Campeche) y el 9.47% en Yucatán Norte cuenca Yucatán (Yucatán)

Uso de suelo y Vegetación: Selva en el 71.65% del territorio, pastizal en el 12.57%, agricultura 12.36%, zona urbana 1.68%, asentamientos humanos 0.22% Tular 0.73%, manglar 0.58%, bosque 0.16% y área sin vegetación 0.02%

Flora<sup>xi</sup>: En la selva mediana se encuentran: pucté, palma de huano, chechén, guaya, zapote blanco, ramón y palo de tinte; en la selva baja solo quedan jabín, dzalam y cedro, debido a que la vegetación original fue desplazada entre otras causas por los cultivos agrícolas. El clima favorece el cultivo de frutas tropicales como mango, chicozapote, plátano, sandía, melón, guanábana, pitahaya, canistel, anona, nance, mamey (rojo y de santo domingo), zapote, saramuyo, tamarindo, almendro, ciricote, ciruela y capulín.

Fauna: yaguarundí, jaguar o tigre americano, ocelote, tigrillo, puma, venado cola blanca, jabalí, puerco de monte, oso hormiguero cacomixtle, mapache, martucha, zereque o liebre, tepezcuintle, ardilla, armadillo, mono araña, mono aullador saraguato, mico, zorrillo, tlacuache, musaraña, murciélago pescador, nutria de río y sapo excavador; además de numerosos insectos. Dentro de las especies de

aves presentes están: chachalaca, pato de monte, paloma, codorniz, cojolito, pavo de monte, faisán real y dorado, ruiseñor, centzontle, cardenal, garza, pelícano, rabihorcado, cotorra, papagayo, tucán, gavilán, lechuza, zopilote o chombo y águila; serpiente nauyaca, víbora de cascabel, serpiente coralillo, oxcan o boa, culebra bejuquillo y víbora chayil, tortuga caguama y de río, tortuga Carey, iguana, lagartija, caimán o lagarto y cocodrilo de pantano. Existen peces de escama como: pámpano, esmedregal, pargo, sierra, corvina, robalo, huachinango, lisa jurel, cherna, peje rey, bulcay, diversas variedades de mojarra, bagre, raya, cazón de varias clases, tiburón, sabalo, chacchi. En el Área Natural Protegida se pueden observar flamingsos.

Clima: Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad en el 57.20% del territorio y de humedad media en el 42.80% del territorio. El rango de temperatura del municipio es de 26 a 28°C, con un rango de precipitación de 1000-1,200 mm.

Eventos climatológicos extraordinarios: Nortes, tormentas tropicales y Huracanes.

Áreas Naturales Protegidas: El Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Campeche (2009-2012) señala

que este municipio comparte territorio con la Reserva de la Biósfera Los Petenes, la cual cubre una extensión de 56,217 km<sup>2</sup>.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

El Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Campeche (2012:19), tomando en cuenta dos indicadores básicos como la Calidad Ecológica y la Fragilidad Natural, se establecen como áreas prioritarias para la conservación y los servicios ambientales las zonas selváticas del municipio, el litoral del municipio de Campeche, zona de anidación para tres especies de tortugas marinas, protegidas por normas nacionales e internacionales y la zona de humedales. De acuerdo con esta evaluación, el 59.05% de los ecosistemas tienen un nivel de calidad y fragilidad muy alto, el 8.13% nivel de calidad y fragilidad alto, el 7.49% nivel de calidad medio y fragilidad alta; y 10.51% nivel bajo, los cuales son lugares donde se hace explotación agropecuaria. Esta evaluación dio como resultado la determinación de considerar al 71.56% de la superficie del municipio como áreas de muy alta prioridad para la conservación de sus ecosistemas y de los servicios ambientales que brindan los mismos.

---

## MOVILIDAD URBANA

---

### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A la ciudad de San Francisco de Campeche se puede llegar por la carretera federal que la conecta con Ciudad del Carmen, así como también desde la carretera federal que la conecta con Mérida. Hay carreteras estatales que la comunican con diversas localidades del estado, llegando a conectar a Xpujil y Escárcega con esta ciudad. Cuenta con un aeropuerto, estación de autobuses, transporte público colectivo, servicio de taxis, y transporte suburbano; cuenta con una ciclovía turística.

---

### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no

existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

---

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y

la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 6 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 7 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus

procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número

de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente

la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

---

Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021

Programa de Ordenamiento Territorial del Municipio de Campeche. (2009-2012)

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

---

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Se recolectan 276,000 kg de residuos sólidos al día.

En todo el estado de Campeche, la gestión de residuos sólidos es deficiente.

Capacidad de Manejo RSU: Bajo.

##### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 133 lps.

Caudal Tratado: 124 lps.

La población genera 45,284 m<sup>3</sup> al día.\*

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

Capacidad de Manejo Población Local = medio falta conectar al drenaje las viviendas en comunidades fuera de la cabecera municipal.

La conexión a las plantas de TAR es insuficiente para la población local. Ya todas están a su máxima capacidad.

Agua Potable : se consumen 56,605 m<sup>3</sup> de agua potable al día.

#### ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

---

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 258

- Gerentes y directivos: 3
- Administrativos y contables: 120
- Técnicos y operativos: 135

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 80 pozos y 1 galería filtrante.

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o Barranca y Mar.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 5.8%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 276,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 24 vehículos.

- Con compactador: 14
- Con caja abierta: 10

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 98%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 192
- Hombres: 200

## UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

#### INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

Tabla 30 Numeralía por Localidad: Campeche

Población al 2015	283,025
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	1419
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax por habitación)	1,035,870
Densidad promedio por habitación	1.73
Ocupación promedio	47.13%
Turistas noche 2018 (Total anual)	416,206
Excursionistas INAH 2018 (Museo Fuerte de San Miguel)	65,812
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	180
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	99.0%
Conectividad doméstica al drenaje	97.8%
Capacidad de Recolección de RSU	83.7%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	10.5%

Tabla 31 Capacidad de Manejo: Campeche

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Campeche	83.70	97.8	99.00	96.50

Tabla 32 Capacidad de Carga Efectiva: Campeche

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Campeche	286,043	284,346	96.50	274,393

Con una capacidad de manejo del 96.5%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 274,393 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCSoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCSoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xii</sup>.

FCSoc Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del

sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Edzná	1,000	4	6	2	10	6	40	46

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF	CCF POR HORA
Z.A. Edzná	3	22	217	6	1	750	124

\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que recorre la zona arqueológica

Se calcula que 124 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Campeche cuenta con suficiente infraestructura turística para el volumen de visitantes que recibe.

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

Con los servicios municipales deficientes no se recomienda incrementar el número de usuarios de estos; en cuanto a infraestructura de servicios, la capacidad de carga no está superada actualmente.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad de carga es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

**RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.**

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

	<p>Descripción</p>	<p>Localidad Elegida</p>
<p>Justificación</p>	<p>Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible</p>	<p>Campeche</p>
<p>Campeche, si bien es una ciudad patrimonio de la humanidad, también tiene la oportunidad de sobresalir como la localidad en la que se promueve la utilización de los océanos de forma sostenible, aprovechando los recursos que el mar ofrece; a la vez que lo protegemos, preservamos y mitigamos el daño que los humanos le hemos causado. Además, casi la mitad de la población vive con recursos económicos muy limitados, y el coeficiente de desigualdad social es</p>		

	<p>grande. Se requiere un cambio de modelo productivo y fortalecimiento social que reduzca las desigualdades y mejore el nivel de bienestar de los que padecen pobreza.</p>
<p>Estrategia Principal</p>	<p>Recuperar el vínculo entre la comunidad local y la riqueza de la biodiversidad marina, recuperando la calidad del ecosistema y migrando de prácticas nocivas hacia prácticas amigables y comprometidas con la recuperación de la riqueza marina. Mejorar los sistemas de tratamiento de aguas para reducir los niveles de contaminación mediante la mejor gestión de residuos. Vincular este ODS con esta estación permitirá fortalecer un aspecto que no ha sido prioritario pero que es indispensable: el respeto a la vida marina.</p>

---

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

- Establecer acciones que promuevan el rescate, protección y conservación de los recursos naturales y áreas verdes, así como su incremento.
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, bordes de los ríos, barrancas o tierras contaminadas por materiales industriales, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano.
- Proceder al saneamiento de los mares, implementar a la brevedad la conectividad del drenaje y aguas residuales para las viviendas, comercios, escuelas, oficinas y servicios turísticos.
- Sensibilizar al sector pesquero sobre los riesgos de incurrir en la sobrepesca.

- Modernizar, paulatinamente, las luminarias públicas con tecnología led para evitar el efecto de emisiones de CO2.

Además, el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 propone elaborar un diagnóstico ambiental del municipio de Campeche, con la finalidad de identificar la problemática y causas que la originan, para así proponer y aplicar acciones correctivas para el mejoramiento del medio ambiente.

- Establecer acciones que promuevan el rescate, protección y conservación de los recursos naturales y áreas verdes, así como su incremento.
- Asegurar la prestación de los servicios ambientales, tales como secuestro de carbono, recarga de mantos acuíferos y conservación del hábitat natural.
- Rehabilitación, mantenimiento y conservación de fuentes en parques y jardines.

- Promover la movilidad sostenible incrementando las ciclovías y promover el tránsito seguro de ciclistas en la ciudad.
- Implementar programas de reducción de residuos sólidos, reciclaje, composteo y separación de residuos de forma obligatoria. Implementar un programa de mantenimiento y mejora de las áreas verdes de parques, jardines y plazas del Municipio, mediante el equipamiento e infraestructura de acuerdo con su función social.
- Llevar a cabo las acciones para que los lotes baldíos sean transformados en predios verdes, fomentando la ecología.
- Regular y normar la colocación de anuncios publicitarios, a fin de obtener una imagen ordenada y limpia.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, la población del municipio sugiere coordinarse con otras instituciones para la prevención del delito, atención a grupos vulnerables, promover el empleo, combatir la corrupción y prevenir el delito mediante el fomento al deporte.

El diagnóstico CPI 2018 elaborado para la ciudad de Campeche por Infonavit y ONU Hábitat contiene una serie de recomendaciones, entre las que destacan las siguientes áreas de oportunidad:

- Concertar con las instituciones educativas programas intensivos de formación y actualización orientados de manera directa a las ramas de la producción que deberán impulsarse de acuerdo con las vocaciones del municipio y su entorno.
- Crear las condiciones para reducir distancias y tiempos de traslado, tiempos de atención y mejorar la calidad de la atención en zonas carentes o con insuficiencia de servicios de atención a la salud. Para lo anterior será fundamental hacer gestiones ante servicios estatales y nacionales de salud (Seguro Popular, IMSS, ISSSTE, entre otros).
- Estimular la participación ciudadana para el rescate, activación y apropiación de los espacios públicos. Colaborar con organizaciones de la sociedad civil, artistas o centros educativos para generar programas que fomenten la ocupación de estos

espacios con actividades deportivas, recreativas y culturales.

- Establecer mecanismos de monitoreo cotidiano que inhiban la agresión a mujeres en el transporte público y en los espacios comunitarios. Asimismo, crear grupos a nivel social y dentro de los sistemas de seguridad pública para mejorar la atención a denuncias y reducir efectivamente la agresión hacia las mujeres.
- Definir programas específicos con recursos públicos dedicados a atender las necesidades educativas de las mujeres, con énfasis en las que trabajan, que son madres o que atienden y defienden la vivienda en asentamientos precarios.
- Crear un sistema integral de gestión y tratamiento de residuos sólidos, incluyendo sistemas de recolección, plantas separadoras y de reciclaje de residuos sólidos.
- Promover la educación ambiental y la cultura cívica. Para ello, se deberán desarrollar programas participativos y campañas de comunicación para la

producción y consumo responsable, la cultura de la separación de la basura, el uso respetuoso de los espacios públicos y áreas naturales, así como el uso consciente del agua.

- Crear un plan integral de manejo de la red hidráulica y tratamiento de aguas servidas, que incluya la evaluación de la calidad de las redes de abastecimiento y alcantarillado y su mejora, la creación de un plan maestro para el tratamiento de aguas residuales y la instalación de plantas tratadoras para la reutilización del agua tratada.
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, bordes de los ríos, barrancas o tierras contaminadas por materiales industriales, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano.
- Promover la creación de observatorios urbanos que actúen como instrumentos de transparencia y rendición de cuentas, evaluando sistemáticamente la

acción pública y difundiendo sus avances y/o retrocesos en la atención a las demandas sociales.

- Desarrollar esquemas asociativos de inversión público-privada para el financiamiento de proyectos estratégicos que permitan mejorar la provisión de infraestructura o servicios públicos urbanos. La colaboración entre el municipio y entidades estatales y federales —en particular con la banca de desarrollo— permitiría generar garantías financieras que reduzcan el riesgo para los inversionistas privados y alcanzar niveles óptimos de eficiencia, provisión y cobertura de servicios para la población.

## MAPAS



Ilustración 168 Delimitación municipal, San Francisco de Campeche.

## AREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACION

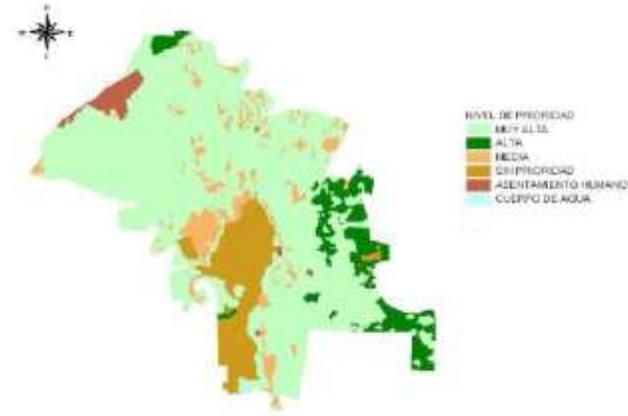


Ilustración 169 Mapa de las áreas prioritarias para conservación del municipio de Campeche. © POET Municipal Campeche, 2006-2012.

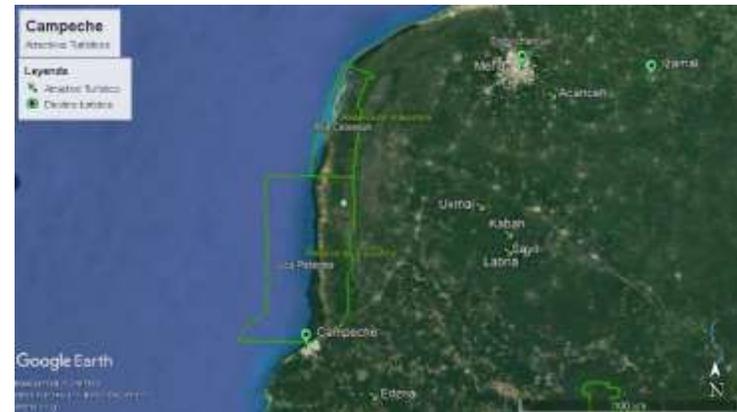


Ilustración 170 Atractivos turísticos regionales. Campeche

## LOCALIDAD: ESCÁRCEGA



*Ilustración 171 Escárcega. © Mapio.net*

### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Como tal el Ejido Escárcega no tiene desarrollados atractivos turísticos propios. Es un lugar pensado como parada de descanso para automovilistas y choferes.

### POTENCIAL TURÍSTICO:

Escárcega tiene el potencial turístico para instalar un gran centro comercial que ofrezca todo tipo de productos y servicios tanto para la población local como para los vecinos de otras localidades y los turistas que transitan por la zona; se requieren actividades de esparcimiento, abastecimiento de productos de uso diario así como opciones de venta de alimentos preparados.

### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Jardín Botánico El Tormento. Ubicado a 8 km de la ciudad de Escárcega. Las plantas y árboles tienen fichas informativas con los nombres científicos y en lengua maya; destaca en este jardín, su orquideario, donde se pueden apreciar diversos tipos de orquídeas de la región. Cuenta con 350 especies sembradas y una superficie de conservación de mil hectáreas.

Laguna Silvituc, ubicada a en el km 57 de la carretera Escárcega-Chetumal.

Ejido Miguel Colorado. Aunque está ubicado en el municipio de Champotón, queda a 30 km. de Escárcega. En este ejido se ubica un proyecto ecoturístico en tres impresionantes

cenotes de radio de 250 metros rodeado por paredes de roca de más de 80 metros de alto, los cuales se pueden cruzar en un sistema de tirolesas certificadas y con mecanismos de frenado. Esta área es un área destinada voluntariamente a conservación y en su territorio las cámaras trampa de los investigadores han logrado captar jaguar, puma, ocelote, tigrillo, yaguarundi, pecarí, venado, y una gran variedad de animales.



*Ilustración 172 Parque Ecoturístico Miguel Colorado. © Campeche.net*

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Se tiene registro de 20 hoteles, no hay rentas vacacionales ni Airbnb. Cuenta con 80 restaurantes.

---

#### PERFIL DEL VISITANTE

Escárcega actualmente funciona como parada de descanso para automovilistas y choferes en tránsito por la zona sur de la Península de Yucatán, conectando Chetumal con Villahermosa y Cancún vía Mérida y Campeche con Tabasco.

El Plan Municipal de Desarrollo señala que en 2010 sus hoteles recibieron a 77,831 turistas, con un promedio de estancia de 2 noches.

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

Una noche o parada de descanso.

---

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Escárcega tiene potencial comercial. En este lugar es recomendable un centro comercial que invite a detenerse, que integre elementos del paisaje con un área de descanso; que ofrezca opciones de comida rápida, un multi-cinema, tiendas de ropa y zapaterías, artículos vacacionales, artesanías, y un centro médico, que den servicio a turistas y a las familias de los ranchos ganaderos de la zona.

## LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

---

Ecológica Medio/ambiental: se deben considerar las necesidades de agua potable y capacidad de tratamiento de aguas residuales de la población del municipio.

Física: La capacidad de alojamientos actuales puede ser insuficiente

Socio-Perceptual: No hay suficientes atractivos turísticos

Económica: no hay suficiente empleo para la población local.

Psicológica: es una parada de descanso.

---

## ASPECTOS SOCIOCULTURALES:

En el censo de 2015 se registraron 58,533 habitantes; de los cuales más de 3,000 personas son hablantes de alguna lengua indígena Nacional. En el municipio se habla un total de 21 lenguas indígenas, de las cuales la mayoritaria es la chol, hablada por el 49% de los hablantes de una lengua diferente al español. El municipio tiene una tasa de crecimiento del 3.8%. El grado promedio de escolaridad es de 7.6 años de escolaridad, y la tasa de analfabetismos en la población de 15 años a más es de 9.5%. el 77.6% es derechohabiente de un servicio de salud.

---

## ASPECTOS ECONÓMICOS:

Se tienen datos del censo económico del 2009, que reporta 7 unidades económicas correspondientes a transportes en el municipio. En lo referente a la pesca y la acuicultura las unidades económicas fueron un total de 13. El total de gastos por consumo de bienes y servicios según las Industrias manufactureras fue de \$96,104.00 pesos. La población del municipio se abastece de carnes, verduras, hortalizas y otros productos básicos, en el mercado público de la cabecera municipal. Además, se cuenta con un rastro. Actualmente existen 2,575 unidades económicas en las que se expenden productos básicos.

La posición de Escárcega es estratégica como punto donde se divide la carretera que vienen del centro del país en las carreteras que llevan a Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La población económicamente activa cuenta con 20,432 integrantes. El 29,20% de la población económicamente activa pertenece al sector primario, el 16.5% al sector secundario, el 17.1% al comercio, y el 36.4% a servicios.

El sector primario cuenta con 19,530 hectáreas; de las cuales 19,000 son de temporal y 4,800 son de riego. El principal cultivo es el maíz, seguido de sorgo, arroz, chile,

naranja, mango y limón. El volumen de producción total ronda las 29,713 toneladas, de las cuales 16,050 corresponden a maíz, 6,400 a chile jalapeño, 2505 de arroz y 2180 de cítricos. Esto representa un ingreso de 38,969 millones de pesos, de los cuales el 50% representa al maíz, 24.63% al chile jalapeño, el 8.40% a la naranja, el 7.39% al arroz y el 8.3% restante al sorgo, frijol, sandía y otros frutos. En cuanto a ganadería, y de acuerdo con el censo de 2010, el municipio produce alrededor de 9,500 toneladas, sacrifica alrededor de 96,500 cabezas de ganado y genera en total cerca de 212 millones de pesos de los cuales 173 millones corresponden a ganado bovino, que produce cerca de 7,500 toneladas, además de 1147 toneladas de cerdo, 212 toneladas de ovino, 13 toneladas de caprino, 132 toneladas de pollo y 47 toneladas de pavo.

El sector secundario se compone de industria de fabricación de prendas de vestir, industria de transformación de alimentos, fabricación de productos metálicos, industria maderera y fabricación de productos derivados de petróleo o carbón. Su nivel de producción lo ubica en los últimos lugares a nivel nacional.

El sector comercio se compone de 43 unidades de comercio al por mayor y 46 unidades de comercio al por menor. El sector de servicios se compone principalmente de transporte de mercancías.

---

#### SERVICIOS

El municipio reporta una cobertura de agua potable de 80%, drenaje y alcantarillado 50%, alumbrado público 90%, seguridad pública, 95%, tránsito y vialidad 95%, limpieza de calles 80% recolección de basura 80%, pavimentación 40%, parques y jardines 80% y transporte 80%.

---

#### INFRAESTRUCTURA:

Educación: 178 escuelas o servicios educativos, y 932 docentes. Hay 63 escuelas son de preescolar; 71 escuelas primarias; 31 escuelas secundarias y 7 escuelas de educación media superior. El 95.9% concluye la primaria, el 91.3% la secundaria, el 36% continua con educación media y el 8% con educación superior.

Salud: 23 unidades médicas distribuidas por todo el municipio, entre los que se encuentran, 1 del IMSS-PROSPERA, una clínica del ISSSTE, 16 unidades médicas

en la Secretaría de Salud del Estado, y 1 del sistema DIF municipal.

Deporte: El municipio cuenta con una alberca, un campo de beisbol, una cancha de futbol, una de básquetbol, una de volibol, una unidad deportiva, una pista de atletismo, 10 canchas de usos múltiples, y 6 canchas de futbol amateur.

Vivienda: el censo de 2010 reporta 13.296 viviendas, de las cuales 11,015 tienen drenaje, 12,454 tienen agua entubada, 12,050 tienen sanitario y 1034 tienen piso de tierra. El promedio de ocupación por vivienda es de 4 habitantes.

Agua potable: En el municipio se cuentan con 43 sistemas de agua potable, 64 fuentes de captación, 77 tanques en general, 10 superficiales y 67 elevados, con un volumen diario de extracción de 13,581.08 m<sup>3</sup> de agua, se cuenta con 14,405 tomas en general, 14,049 domésticas y residenciales, 280 comerciales, 44 industriales y 32 de otro tipo, de los 54,184 habitantes, 49,603 cuentan con toma, así que se cuenta con una cobertura de 91.55%. (CAPAE 2016)

Saneamiento: En Escárcega hay una planta de tratamiento de lodos activados con una capacidad de tratamiento de 1.5 litros por segundo que se construyó para que las empresas

que limpian fosas sépticas depositen sus residuos. (Conagua 2012)

---

#### MANTENIMIENTO

Se requiere pavimentación, conectividad a internet, rehabilitar áreas deportivas, recuperación de espacios públicos, implementar un plan de ordenamiento territorial y regulación de la tenencia de la tierra.

Rediseñar rutas de recolección de residuos sólidos e implementar un sistema de difusión de horarios y días de recolección. Elaborar un plan de manejo de residuos sólidos urbanos. Y gestionar la adquisición de tres unidades para el servicio de la recolecta de basura.

Programar el reemplazo de lámparas convencionales a lámparas de bajo consumo de energía, para mejor calidad de iluminación, en el municipio de Escárcega.

Ampliar la red municipal de agua potable, rehabilitar los pozos de las comunidades, gestionar el drenaje y alcantarillado para aguas pluviales.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

Las viviendas en Escárcega no están conectadas al drenaje, las plantas de tratamiento son obras inconclusas o con

capacidad limitada para las necesidades de la población actual.

Escárcega no tiene una vocación turística actualmente, funciona como parada de descanso para los automovilistas y choferes de transporte de carga.

El municipio no cuenta con atractivos turísticos pero su ubicación le permite estar cerca de otros sitios de interés.

Se requiere también de reforzar las medidas de seguridad a los visitantes, ya que ese tramo carretero es constantemente afectado por el crimen organizado.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

De acuerdo con lo establecido en su Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021;

Superficie: 4,783.25 km<sup>2</sup>

Coordenadas: 18°10' a 19°00' Latitud Norte, y 90°02' y 91°02' Longitud Oeste.

Localidades: Escárcega es la cabecera municipal, además se pueden encontrar 71 asentamientos humanos, como División del Norte, Matamoros y La Libertad. Hay 2 rancherías. 4 colonias rurales y 37 ejidos.

Orografía: El 99.59% del territorio municipal pertenece a la Provincia Península de Yucatán, Subprovincia: Carso y lomeríos de Campeche y el 0.14% a la Llanura Costera del Golfo Sur, Subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Topografía: el 54.33% es Lomerío bajo con llanuras, el 45.01% es Llanura de depósito lacustre de piso rocoso o cementado, el 0.3% es Llanura aluvial costera salina el 0.24% es Lomerío. alto y el 0.11% Llanura aluvial costera inundable.

Hidrografía: 60.25% del territorio corresponde a la Región hidrológica: Grijalva- Usumacinta y el 39.75% a la Región Yucatán Oeste. El 60.25% del territorio municipal corresponde a la Cuenca Laguna de Términos, el 37.81 a Cuencas Cerradas el 1.94 a la cuenca R. Champotón (1.94%). Las principales corrientes de agua: Perennes son Concepción y Rio Caribe; las corrientes de agua Intermitentes son Arrigueña, El Tigre, El Trébol, El Zapote, La Victoria, Poza Juárez y Aguada Seca. Los principales cuerpos de agua: Perennes son Silvituc, Xbonil, X- Toe, Yopú y Chama-Há; los Intermitentes: Chuncopó y Saibil.

La cuenca conocida como Laguna de términos, la región hidrológica que incluye al río Grijalva y al Usumacinta al

oeste de Campeche, así como la región hidrológica de la península de Yucatán que se relaciona con la cuenca del Río Champotón, son las fuentes principales de agua del municipio de Escárcega (8)

Al oeste se encuentra una zona de pastizales y al este se encuentra el humedal de la laguna de Silvituc (6), de importancia ecológica por ser el albergue de diversas especies de crustáceos, aves y plantas filtradoras, además de ser reservorios de agua para las especies de fauna endémica (7). La Laguna de Silvituc abastece de agua a Escárcega y parte de Calakmul. Durante la época de lluvias la Laguna se une a otras regiones lacustres a través de aguadas y zonas pantanosas (6).

Vegetación: Selva Mediana Subperennifolia y Selva Baja Subperennifolia.

Flora: Las especies de importancia en el área son: Anacardiaceae: jobillo (*Astronium graveolens*); jobo (*Spondias mombin*); Boraginaceae: siricote; (*Cordia dodecandra*); Burseraceae: chaca (*Bursera simaruba*); Leguminosae: pich (*Enterolobium cyclocarpum*); jabín (*Piscidia piscipula*); Meliaceae: cedro (*Cedrela odorata*); caoba (*Swietenia macrophylla*).

Fauna: La fauna de la región es abundante y variada debido a la diversidad de suelos y del clima; sin embargo, muchas de estas especies se están extinguiendo, por diversas causas, pero principalmente por la ampliación de la frontera agropecuaria, explotación forestal, y la cacería. (PMD 2018-2021)

Clima: Cálido subhúmedo con Lluvia en verano, de humedad media. Rango de temperatura 26-28°C y rango de precipitación 1100-1600 mm. La temperatura promedio anual oscila entre los 26.0 y los 23.3 grados centígrados. El clima de Escárcega es cálido subhúmedo con lluvias en verano, que abastecen la selva mediana subperennifolia con un relieve de dosel que integra vegetación arbórea que va de los 15 a 30 metros y selva baja subperennifolia de una altura menor de los 15 metros (9).

Eventos climatológicos extraordinarios: Esta parte del estado de Campeche es propenso a tener periodos extendidos de sequía.

Áreas Naturales Protegidas: Jardín Botánico El Tormento.

La Comisión Nacional Forestal crea en el 2016 el Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología Forestal El

Tormento, una superficie de 1,400 hectáreas con reserva que incluye parte de la flora representativa de la selva mediana subperennifolia del estado de Campeche. El Tormento se crea con el objetivo de resguardar los recursos genéticos de las especies de los diferentes niveles de selva de la región. El Centro cuenta con un edificio principal donde se encuentran las oficinas, una sala de juntas, un auditorio y cubículos para investigación. En la zona forestal se construyeron torres panorámicas para la observación de aves.

Existen áreas destinadas para la conservación y actividades de educación ambiental con áreas de compostaje y senderos panorámicos donde se muestran individuos arbóreos y flora representativa como distintas especies de orquídeas y bromelias. El Tormento ha conservado áreas permanentes para diagnóstico fitosanitario representativo de selvas y plantaciones forestales para uso institucional.

Algunos de los objetivos de El Tormento es rescatar, conservar y divulgar información acerca del bagaje forestal de especies de importancia ecológica y agronómica. Se planea rescatar y conservar germoplasma que incluya individuos representativos y de importancia ecológica.

Dentro de las instalaciones se han creado espacios donde se realizan eventos demostrativos y de divulgación con visitas guiadas y recorridos en los senderos temáticos. Se planea, en un plazo corto, recibir investigadores, estudiantes para prácticas profesionales y servicios sociales del campo de especialidades en el área forestal.

El área del jardín botánico alberga especies nativas, exóticas, especies en diferentes niveles de conservación y de importancia comercial por sus características maderables o agronómicas. Cuenta con 4,764 individuos de 91 especies y 40 familias. Una superficie de 3.8 hectáreas, desde 1965 está destinado a la conservación de especies forestales tropicales nativas y a la educación ambiental. Ahí se encuentra una muestra representativa de la vegetación natural de la selva mediana subperennifolia del estado de Campeche.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES:

En este ejido se favorece la actividad agropecuaria, en detrimento de la cobertura vegetal original. Una buena parte del territorio forestal ha sido deforestado por ser utilizado para actividades agrícolas y de ganadería, causando un grave daño ecológico.

---

## MOVILIDAD URBANA

Solo hay taxis y una parada de autobuses foráneos.

---

### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Escárcega se llega por la carretera federal que conecta Villahermosa, en Tabasco, con la ciudad de Campeche, así como también se puede llegar desde Chetumal, en Quintana Roo. Escárcega ofrece servicio de taxis y transporte suburbano; cuenta con una parada de autobuses foráneos.

---

### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

También es necesario reparar las banquetas que se encuentren dañadas.

---

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y

la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 8 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 9 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus

procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número

de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente

la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

PLANES DE MANEJO

Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS (INEGI 2015)

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	47.8%
Mujeres	52%
Población Indígena	10.07%
Menores de 15 años	24.98%
Población de 15 a 65 años	68.36%
Mayores de 65 años	6.19%
Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	55.3%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	55.89 %

Mujeres mayores de 12 años que trabajan: 34.21 %

índice de desempleo 2.5 %.

Pobreza y Rezago

Población en pobreza: 31.2 %

Población vulnerable por carencias: 28.2 %

Turistas con pernocta\*\* Ene-Dic 2018

Cuartos Disponibles 1,419

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018) 47.13%

Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018) 282,054

Estancia promedio turismo individual 1.48 noches

Densidad Promedio por habitación 1.73 personas

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 37

- Gerentes y directivos: 2

- Administrativos y contables: 7
- Técnicos y operativos: 25

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 57 pozos.

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o Barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 5.8%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 107,160 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 4 vehículos.

- Con compactador: 3
- Con caja abierta: 1

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 100%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 18
- Hombres: 32

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Se recolectan 55,000 kg de residuos sólidos al día.

Cuentan con un relleno sanitario con capacidad de manejo regular, y un tiradero a cielo abierto que necesitan clausurar y sanear. Es necesario rediseñar rutas de recolección de residuos sólidos e implementar un sistema de difusión de horarios y días de recolección. Elaborar un plan de manejo de residuos sólidos urbanos. Y gestionar la adquisición de tres unidades para el servicio de la recolecta de basura.

### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 1.5 lps.

Caudal Tratado: 1.5 lps.

La población genera 9,368 m<sup>3</sup> al día.\*(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

En Escárcega hay una planta de tratamiento de lodos activados con una capacidad de tratamiento de 1.5 litros por segundo que se construyó para que las empresas que limpian fosas sépticas depositen sus residuos.

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = muy bajo

Capacidad de Manejo Población Local = bajo falta conectar al drenaje las viviendas

Agua Potable : se consumen 11,962 m<sup>3</sup> de agua potable al día, En el municipio se cuentan con 43 sistemas de agua potable, 64 fuentes de captación, 77 tanques en general, 10 superficiales y 67 elevados, con un volumen diario de extracción de 13,581.08 m<sup>3</sup> de agua, se cuenta con 14,405 tomas en general, 14,049 domésticas y residenciales, 280 comerciales, 44 industriales y 32 de otro tipo, de los 54,184

habitantes, 49,603 cuentan con toma, así que se cuenta con una cobertura de 91.55%. (CAPAE 2016)

### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 33 Numeralia por Localidad: Escárcega*

Población al 2015	58,553
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	480
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab)	350,400
Densidad promedio por habitación	No disponible
Ocupación promedio (estimado)	49.44
Turistas noche 2018 (Total anual)	No disponible
Excursionistas INAH 2018	0
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	0
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	97.2%
Conectividad doméstica al drenaje	90%
Capacidad de Recolección de RSU	83.7%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0%

*Tabla 34 Capacidad de Manejo: Escárcega*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Escárcega	83.70	97.2	99.00	79.77

*Tabla 35 Capacidad de Carga Efectiva: Escárcega*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Escárcega	59,513	59,033	79.77	47,090

Con una capacidad de manejo del 79.77%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 47,090 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas

- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCSoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCSoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez,

(2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xiii</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

**DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	D	n°	DG	SG
10 Cenote Miguel Colorado	1000	2	6	2	6	6	2	4

Capacidad de Carga Turística	NV	CCF	NG	P	ml	FCsoc	CCR	CCR POR HORA
Cenote Miguel Colorado	3	1500	166.6	1000	0	1	1500	166

\*La capacidad de carga fue calculada en base a la longitud del sendero dentro del Proyecto ecoturístico Miguel Coronado. Se calcula que 166 personas pueden visitar el Proyecto ecoturístico de forma simultánea.

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:**

Escárcega solo cuenta con limitados hoteles y un par de restaurantes para servicios a turistas. Actualmente funciona sólo como parada de descanso en caso de que algún automovilista o chofer necesite hacer pernocta en este lugar.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:**

Con los servicios municipales deficientes no se recomienda incrementar el número de usuarios de estos; en cuanto a infraestructura de servicios, la capacidad de carga no está superada actualmente.

## ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

	Descripción	Localidad
	<p>Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación</p>	Escárcega
Justificación	<p>Escárcega es una localidad que tiene una vocación comercial más que turística. Actualmente funciona como parada de descanso para los viajeros que transitan por placer o por trabajo en la zona entre Chetumal y Mérida con el resto del país. Tiene un gran potencial para incrementar la</p>	

	<p>oferta comercial tanto para visitantes como para locales; y fortalecer su posición como nodo conector para fomentar la innovación, la eficiencia industrial y la optimización de la infraestructura de un proyecto de comunicación vial como es el Tren Maya.</p>
Estrategia Principal	<p>En Escárcega se acaba de instaurar una Universidad del Bienestar. En este espacio se pueden promover las ciencias, las artes, la investigación aplicada y además se cuenta con un amplio espacio para restauración forestal y que funciona también como centro de capacitación para agroforestería; una rama que se ha beneficiado de la reingeniería que la sostenibilidad ha aportado al desarrollo y las nuevas formas de aprovechamiento.</p>

### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Es urgente la conexión al drenaje tanto de viviendas como de comercios y centros de hospedaje; ya que la filtración de aguas residuales afecta permanentemente los recursos hídricos de toda la región ya que la Península de Yucatán se encuentra surcada por ríos subterráneos intercomunicados

entre sí, y lo que afecta a un sitio contamina a otros a kilómetros a distancia.

La ganadería y la industria extractiva principalmente de maderas preciosas ha deforestado esta parte de la península por lo que es necesario restaurar los suelos y la cobertura vegetal, para contribuir a que se recupere el equilibrio ambiental y regresen las lluvias; así como también es necesario prevenir la erosión de la minúscula capa de tierra que se ha formado sobre la roca caliza.

En esta zona se practica la ganadería, siendo que el suelo no es propicio para cultivar los pastizales y forrajes con los que se alimenta al ganado, así como ser una zona propensa a la contaminación por heces fecales, que los ranchos ganaderos producen en grandes cantidades. También es necesario reducir los residuos urbanos.

Se requiere mejorar el saneamiento en el relleno sanitario. Habilitar correctamente la planta de tratamiento de aguas residuales.

Es necesario implementar acciones para concientizar a la población sobre la limpieza de su entorno y atención a visitantes.

Hay que modernizar, paulatinamente, las luminarias públicas con tecnología led para evitar el efecto de emisiones de CO2.

#### MAPAS



*Ilustración 173 Delimitación municipal Escárcega Campeche.*



*Ilustración 174 Atractivos turísticos regionales y ANP cercanas a Escárcega*

LOCALIDAD: CALAKMUL / XPUJIL



Ilustración 175 Calakmul ® radio INAH

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

El turismo se basa en las zonas arqueológicas de la cultura maya, que existen en el territorio, así como el área natural protegida, llamada Reserva de la Biosfera de Calakmul. Dentro de las zonas arqueológicas podemos mencionar lugares como: Calakmul, Balamku, Chicanná, Becan, Xpujil, Río Bec y Hormiguero.

La zona arqueológica de Calakmul fue inscrita en 2002 como patrimonio cultural de la humanidad; a partir de 2014 se agregaron 331,397 hectáreas y se promovió a bien mixto cultural y natural bajo el nombre Antigua Ciudad Maya y

Bosques Tropicales Protegidos de Calakmul, Campeche, México.

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Calakmul tiene un potencial turístico para el segmento de turismo académico y de investigación. Su nombramiento como Reserva de la Biósfera no debe ser tomado a la ligera y la sección que es un Área Natural Protegida Estatal debe ser fortalecida mediante mecanismos de preservación. Los ejidos ecoturísticos tienen el potencial de impulsar un turismo amigable con el medio ambiente, respetuoso del ecosistema y que valore la importancia de la fauna y la convivencia equilibrada entre seres humanos y el resto de los seres vivos.

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Ejidos ecoturísticos. De acuerdo con la información del sitio Visit Calakmul son:

Tabla 36 Proyectos Ecoturísticos Calakmul



### AGROTURISMO Y ORQUIDEARIO

Si te interesa el agroturismo tienes la oportunidad de conocer la explotación que realizan para fomentar el manejo de asfófitos (vegetación en regeneración) estrategia para fomentar el uso sustentable de las selvas.

La comunidad cuenta con un orquideario más antiguo de la región, mismo que se formó con especies rescatadas de predios víctimas de la deforestación.

Pregunta a tu guía si existen especies en floración para que puedas observar sus colonias y admirarlas bien.



### CICLISMO

Puedes rentar una bicicleta en la entrada al poblado para hacer el recorrido de acceso a la laguna Carolina a 4 km de manera más divertida.

De ahí, existe un letrero que indica al camino a la comunidad de Zan Laguna por una brecha de 3 km de longitud que te llevará a este poblado, que una vez fue forestal, y que conserva un estilo conrreco con sus colonias casa de madera, y frondosa árboles.

Puedes disfrutar 300 m de senderos por la selva al pie de la laguna. Los mejores horarios para recorrerlos son temprano por la mañana y por la tarde.



### PASEO EN KAYAK POR LA LAGUNA

Después de un paseo en kayak por la laguna Carolina donde podrás disfrutar de la paz y tranquilidad que caracterizan a este bello sitio.

Si eres amante de la fotografía, la laguna y su biodiversidad representan un excelente escenario para captar imágenes de la vida silvestre y bello atardeceres para incluir en tu colección de fotos.



## SERVICIOS DISPONIBLES

### ALOJAMIENTO y ALIMENTACIÓN

Si gustas permanecer en el sitio, se cuenta con un área de camping frente a la laguna entre los árboles. Si tienes una semana contigo, podrás vivir la experiencia de dormir en un rincón de la selva disfrutando con el canto de las aves.

A solo 5 min de Valente, se encuentra la cafetería municipal de Calakmul, aquí podrás disfrutar de bebidas y restaurantes y hacer de convivencia a tu gusto.



### CÓMO LLEGAR

La comunidad se encuentra al pie de la carretera Federal 195, a 6 km. al oeste de Ajauj, dirección a Escárcega. Entrando a la comunidad, a estada 20 metros, se encuentra un punto de Información sobre las actividades que se pueden realizar, y el producto ecoturístico está ubicado sobre ese mismo camino de 4 km. de la comunidad.

### CONTACTO EN LA COMUNIDAD

Juan Hernández Rojas-Cabrera y presidente del grupo de turismo

# LA RAÍZ DEL FUTURO

## COMUNIDAD UNIÓN 20 DE JUNIO "LA MANCOLONA"

En el proyecto ecoturístico La Raíz del Futuro sienta a la naturaleza como nunca antes.

### SENDERISMO

Caminar por los senderos (El Baño (Mazo subido) en La Mancolona, inmerso en lo más profundo de las selvas de la región de Calakmul, es una experiencia como pocas y sin duda la mejor forma de explorar y conocer los secretos y la inmensidad de sus selvas.

Puedes llevar pasaporte climático, repelente, agua y algún snack ya que este recorrido de 4 km. por la exuberante selva con algunas subidas y bajadas puede resultar un verdadero reto. No olvides tu cámara.



### OBSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE

Los senderos de la Raíz del Futuro guardan muchas sorpresas. Acompañado de un guía local, recorre esa selva y déjate llevar con la variedad de formas de vida que son suerte encontrarlas allí. Desde aves, hasta monos de dos especies, y muchas especies de plantas con un gran valor ecológico y de gran belleza como las arbutales.

La observación de aves es una actividad con un gran potencial para realizar en La Mancolona debido a las más de 200 especies que en sus selvas habitan, gracias a su alto grado de conservación por lo que observar aves en la comunidad, es una actividad que disfrutaras mucho en compañía de un guía local.



### TALLERES ARTESANALES

Desarrollar nuevas habilidades mientras te diviertes también es posible. Las familias de la Mancolona te abren las puertas de su hogar donde podrás presenciar un taller para la elaboración de velas aromáticas a base de cera de abejas de marañón, para de aquí. Podrás escuchar una interesante plática por parte de artesanos del proceso de estas velas.

Ven, visita La Mancolona y conoce las manos artesanales que los elaboran y llévate un gran recuerdo a casa.



### AGROTURISMO- VISITA A PIMENTAL

Debido a la creciente demanda del consumo de la pimienta en Europa, muchas personas han mostrado interés en conocer la manera tradicional de producir este cultivo.

En tu visita podrás conocer un poco más sobre este enigmático cultivo al cual se le atribuyen misteriosas curas a enfermedades y padecimientos.

Hoy en día, el cultivo de pimienta es una alternativa de producción que se remonta a los inicios de la comunidad, que además destaca por ser uno de los principales productores en el municipio.



## SERVICIOS DISPONIBLES

### ZONA DE ACAMPADO

En el área común se cuenta con dos áreas para acampar, una al aire libre para disfrutar de las vistas entre la selva, y otra cubierta por un techo en caso de lluvia. Ambas comparten un espacio destinado para hacer fogatas por las noches y bañarse cerca ríos con regaderas.

Se cuenta con áreas de campaña (acampada) disponibles para renta.

### RESTAURANTE

Si la cocina chiapaneca es una de las mejores de México, visitar y probar la cocina Tzotzil, una de las mejores cocinas de la zona chiapaneca. Con un conocimiento de esta cocina tradicional, ofrecemos deliciosos platos preparados con cariño, un buen sabor y los mejores ingredientes de la región, sin dejar atrás la calidad y servicio que caracteriza a este grupo turístico.

Nos gustaría que al regresar al tradicional rito y al famoso té de banana que es uno de los que están hechos con importantes propiedades para tu salud. En el desayuno disfruta de unos huevos preparados de forma única, con hoja de plátano que las señoras utilizan para cocinarlos en aceite, también disfruta de las famosas hechas a mano. Sin duda sabores únicos que no puedes dejar de probar.



### CÓMO LLEGAR

A 25 km. de Tapuli, dirección norte en dirección a Topolobán, se llega a la comunidad de Nueva Vista. Ahí se dobla a la derecha y se avanza 8 km, más por una carretera que se adentra a la selva con comunidades subidas y bajadas. Llegando a la comunidad, es importante que sigas las señoras tzotziles que te llevarán a casa de "Miguel" el responsable del grupo, en donde podrás preguntar por los servicios y actividades que se ofrecen en el sitio al centro alójar un guía local. Sin duda La Mancosita te ofrece una experiencia de naturaleza y aventura, a la vez que conoce de cómo las tradiciones que aún se recuerdan en estas selvas.

## ECOTURISMO EL HORMIGUERO COMUNIDAD EUGENIO ECHEVERRÍA CASTELLOT II

Desata tu sentido de aventura y recorre a pie o en bicicleta, senderos inmersos en la selva deleitándote con los sonidos de las aves, monos y todo tipo de fauna. Descubre el sitio arqueológico El Hormiguero, que te sorprenderá con las majestuosas estructuras mayas que se levantan dentro de la selva.

### SENDERISMO Y CICLISMO

Una forma aventurera de acceder a la Zona Arqueológica de Hormiguero, es como lo hacen los exploradores adentrándose a la selva por un sendero de 7 km, de longitud que inicia en el área de acampar y que te llevará a la entrada del sitio. A tu paso encontrarás la "Cueva de los Monjes", ubicada dentro de la selva donde es común escuchar el inquietante rugido de los monjes aulladores en su hábitat natural.

Te recomendamos ir acompañado de un guía, quien te explicará las atractivas historias que este sendero tiene para ofrecerte, y te contará una que otra historia sobre la época de los "chichenos" quienes fueron los primeros en descubrir las ruinas que esconden Cristóbal después de la migración de los antiguos mayas y en la zona arqueológica te explicará sobre las estructuras de Hormiguero y toda la historia que hay detrás de ellas.



### OBSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE

Los senderos guardan muchas sorpresas. Acompañado de un guía local, recorre las selvas y deleítate con la variedad de formas de vida que con suerte encontrarás en ellas. Desde aves, hasta monos de dos especies, y muchas especies de plantas con un gran valor ecológico.

La observación de aves es una actividad con un gran potencial para realizar debido a las más de 200 especies que en las selvas habitan, gracias a su alto grado de conservación, por lo que observar aves en la comunidad, es una actividad que disfrutará mucho en compañía de un guía local.

### VISITA A LA Z.A. HORMIGUERO

Desata sorprender por el hecho de tener las estructuras mayas que se levantan dentro de una selva húmeda que te transporta a épocas ancestrales. Aquí caminarás entre edificios que aún guardan pigmentos de su coloración original.

¡Abre el pájaro boca al site de Buzo a través del túnel libre.



## SERVICIOS DISPONIBLES

### ZONA DE ACAMPADO

Si buscas algo aventurero y económico para dormir, en el sitio existe un área de acampar ubicada de la comunidad donde podrás disfrutar con el sonido de la naturaleza.

### CABAÑAS RÚSTICAS

También tienes la opción de disfrutar en cómodas cabañas rústicas con baño propio. Las aguas calientes, ventiladores.

Si deseas hospedarte en las cabañas, te pedimos llenar el siguiente formulario de reserva.



## GRUTAS COMUNIDAD CRISTÓBAL COLÓN

Te invitamos a visitar las cuevas de Cristóbal Colón, que te transportarán al mundo subterráneo de los mayas. Ven y vive la magia que esconden estas misteriosas cavernas en un recorrido diferente con una buena dosis de aventura.



### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Medio. Se tiene registro de 244 cuartos de hotel. En plataformas digitales se pueden encontrar 31 hoteles y hostales y 38 alojamientos de Airbnb. Hay 40 restaurantes.

### PERFIL DEL VISITANTE

No se tienen datos exactos para Calakmul. De acuerdo con cifras obtenidas de la Secretaría de Turismo de Campeche, el estado de Campeche recibe un 74% de visitantes nacionales. En Calakmul hay principalmente excursionistas que visitan la zona arqueológica en grupos guiados y se

retira del lugar después de haber visitado la zona arqueológica.

De acuerdo con Sánchez Islas, (2019) el perfil del turismo que visitan la zona responde a personas que buscan el turismo de naturaleza, convivir con la naturaleza y conocer la cultura de las comunidades: sus tradiciones, gastronomía y vida cotidiana de la población. Sánchez Islas señala que para las comunidades y organizaciones este perfil representa oportunidades laborales y de desarrollo, por lo que organizan grupos comunitarios para ofrecer los servicios de guías locales, camping, recorridos educativos o culturales, y la venta de artesanías.

Los ejidos ecoturísticos de la zona de Xpujil reciben aproximadamente dos a seis visitantes diarios. Este dato fue obtenido de la oficina de visitantes de Xpujil. En el ejido Castellot 2°, donde se ubica la zona arqueológica de Hormiguero tienen una gran afluencia de turismo académico, que viene en grupos desde 10 a 60 personas y se establecen desde una semana hasta dos o tres meses para estudiar a la fauna de la región, monitoreándola, y registrando los ejemplares.



Uno de estos proyectos, conocido como Operación Wallacea tiene presencia desde 2012, anualmente, durante tres meses en el ejido Castellot 2°, con grupos de 30 estudiantes universitarios que van rotando semanalmente. El origen de estos visitantes es principalmente del Reino Unido, Australia y Estados Unidos. En el periodo de estudios comprendido entre junio y agosto de 2016 se recibió a un

total de 685 turistas académicos sólo en el proyecto de investigación de Operación Wallacea en Calakmul (Slater, 2018:7) cabe aclarar que simultáneamente al campamento en Calakmul, la Operación Wallacea también realiza una estancia similar en Akumal, Tulum, donde monitorean el impacto del turismo sobre las tortugas de la bahía de Akumal.

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

- Excursionista: 2 a 3 horas en zona arqueológica de Calakmul.
- Ecoturista: 1 noche
- Turista académico: estancia por temporada de estudio duración variable.

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA

Principalmente, mejorar el acceso a agua potable en la zona, reparando o ampliando la red de acueductos de la que disponen.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Calakmul 2018-2021, las recomendaciones para el fortalecimiento del turismo en el municipio son:

- Fortalecer el turismo de naturaleza como fuente de ingresos para los habitantes de las localidades.
- Desarrollar y promover recorridos y campamentos ecoturísticos en Becán, Chicanná, Xpujil, Calakmul y en sitios susceptibles de ser aprovechados.
- Promover el turismo académico, religioso y de personas de la tercera edad, con visitas temáticas a zonas arqueológicas y destinos ecoturísticos.
- Promover el desarrollo de un corredor ecoturístico con paraderos y estaciones integrales de servicio en sitios con potencial para integrarse a la oferta turística del municipio.
- Apoyar la organización y la capacitación de grupos comunitarios para la gestión del turismo.
- Gestionar apoyos financieros y de asistencia técnica para las empresas y organizaciones ecoturísticas del municipio.
- Convenir acuerdos de cooperación con Organizaciones No Gubernamentales y empresas

certificadas que ofrezcan servicios ecoturísticos especializados.

- Dotar de una adecuada gestión de los recursos hídricos al municipio para atender los requerimientos del sector turismo y ecoturístico.
- Mejorar el sistema de recolección de basura y el relleno sanitario para ofrecer un tratamiento de los desechos con el nivel de calidad que demanda el sector turismo.
- Fomentar y crear nuevas rutas turísticas como: La ruta del chicle, la ruta de la madera, la ruta de la miel, la ruta de las artesanías, la ruta gastronómica, la ruta de las aves, la ruta de los mamíferos, etc.
- Mejorar la señalética de las rutas y darle el adecuado mantenimiento.
- Realizar campañas de difusión y concientización para un manejo responsable de la basura.
- Promover campañas para prevenir el consumo de drogas y alcohol y de conductas antisociales.
- Mejorar la seguridad pública en zonas de alto impacto para la prevención del delito y el combate a la delincuencia.

- Combatir las expresiones de violencia, abuso y acoso a las que están expuestas las mujeres del municipio.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: Calakmul se encuentra protegido por la Reserva de la Biósfera de Calakmul, Patrimonio de la Humanidad de carácter Mixto Natural y Cultural. Sigue siendo un corredor biológico importante entre la zona del Petén Guatemalteco, la región del Usumacinta y la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. A menor desarrollo mayor protección para la fauna y la flora de esta importante región.
  - Física: no hay suficiente agua potable para los residentes, los animales, los cultivos y por supuesto que no hay agua potable para más turismo.
  - Socio-Perceptual: la gente atraviesa por carencias importantes, como es el agua y la necesidad de producir sus propios alimentos, ya que la sequía altera todos los ciclos productivos. EL turismo que llega a visitar la zona arqueológica de Calakmul no genera ningún tipo de derrama económica para la población local.
- Económica: La población económicamente activa está dedicada a las actividades agropecuarias principalmente para el autosustento. Incluso en los ejidos ecoturísticos los ingresos son muy bajos, desalentando a la población local a cambiar de ocupación del sector primario al terciario.
  - Psicológica: Las carencias de la población se verán exacerbadas con la presencia de desarrollos turísticos si estos absorben los escasos recursos de los que la gente y la vida silvestre disponen, particularmente agua, espacios, y urbanización de zonas actualmente naturales.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

La población total del municipio de Calakmul es de 30,800 personas, la tasa media de crecimiento anual es de 1.7. la mayor parte de la población de Calakmul se encuentra en edades tempranas, ya que una tercera parte de la población (34.8%) pertenece al grupo que va de 0 a 14 años, otra tercera parte (34.5%) tiene entre 15 y 34 años y 30.6% de la población es mayor de 35 años.

El 44.12% de la población del municipio nació en otra entidad; alrededor de 11,863 personas son inmigrantes; lo que ha generado que una diversidad de lenguas originarias de diferentes entidades de la república esté presente en el municipio. La población indígena se ubica en 95 localidades, representando al 42.39% de la población total; el grupo predominante es el Chol, con el 74%, seguido del Tzeltal, (11%), Maya (8%) Tzotzil (3%) y 19 lenguas más (4%) En el municipio habitan personas de 30 etnias y provenientes de 25 estados de la república.

Equidad y Violencia: 71% de las mujeres casadas o en unión libre que viven en condiciones de violencia; y el 81.4% de las mujeres que padecen violencia son víctimas de eventos violentos de tipo físico. Solo el 6% de los casos fueron denunciados por las víctimas. Además, el 4.06% de los niños entre 12 y 14 años que trabajan viven en situación vulnerable y en constante violación de sus derechos humanos.

Salud: el índice de natalidad en 2010 fue de 34.47 nacimientos por cada mil habitantes. Respecto a la mortalidad, las principales causas están asociadas a problemas relacionados con una alimentación deficiente, estrés y alcoholismo. Las principales enfermedades que se

presentan en la población son infecciones respiratorias y gastrointestinales, cuyas causas genéricas están asociadas a la pobreza y cambio climático (PMD Calakmul 2018:2021-p.20) 92.1% de la población cuenta con Seguro Popular.

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

El municipio presenta un grado de marginación Alto; el 94% de la población indígena y el 74% de las localidades presentan un grado de marginación alto.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Calakmul, la PEA del municipio, o aquellos habitantes mayores de 12 años da un total de 8,734 personas, de los cuales 7,441 son hombres y 1,293 son mujeres. Esto representa al 42.3% de la población. El índice de desempleo es de 1.6%. La población no económicamente activa es de 11,913 habitantes, de las que el 78.54% son mujeres, es decir 8,048 mujeres en edad de trabajar no son económicamente activas. Este alto índice de población femenina que pertenece al sector de población no económicamente activa es un reflejo de la inequidad de oportunidades en el mercado laboral. Esto puede derivarse de que la principal actividad económica es la que se ubica en el sector agropecuario, con 73.56% de la población económicamente activa, seguido del comercio 4.51%,

construcción 3.8%, empleado municipal 3% y servicios turísticos 2.76%

Uso de suelo: El uso de suelo por sector es de 25830 hectáreas destinadas al sector agrícola, 45.481 hectáreas al sector ganadero, 3,206 hectáreas son áreas urbanas y 1,339,539 hectáreas son superficie bajo sistemas agroforestales. El área ejidal abarca 494.208 hectáreas, que comprenden 64 ejidos.

Agricultura: es la principal actividad económica de Calakmul. Los cultivos que dominan son el maíz y el chile jalapeño, principalmente para autoconsumo.

Se está presentando una transición de la agricultura tradicional hacia la agricultura orgánica; debido a que la agricultura tradicional ha causado un severo impacto en la cobertura forestal y una importante perturbación al hábitat de muchas especies (PMD Calakmul 2018-2021:29)

Ganadería: se cuenta con muy poca infraestructura, además del desabasto de agua y el tipo de suelo; pero se cuenta con algunas zonas en las que se encuentra la ganadería de bovinos, ovinos y aves de corral.

Apicultura: esta es una de las actividades más sostenibles y productivas, colocando al municipio como el tercer productor de miel del estado, acumulando un total de 40.345 colmenas. La miel de Calakmul es de alta calidad y la que producen las comunidades ubicadas en zonas de acahuales y selvas están comenzando a certificarse como productoras orgánicas de miel.

Sistemas agroforestales: los sistemas agroforestales de conservación y manejo de la selva generan diversas alternativas productivas sostenibles, como la diversificación de plantaciones, donde la producción primaria se complementa con los aprovechamientos forestales. Actualmente destaca la producción de maderas preciosas, tropicales y chicle. Los huertos familiares producen orquídeas.

---

#### SERVICIOS

La Reserva de la Biósfera de Calakmul no cuenta con ningún servicio además del camino de acceso el cual está custodiado en dos puntos distintos. Una vez en la zona arqueológica el único servicio es el sanitario compostero.

Las localidades de Xpujil y los pequeños ejidos dispersos cuentan con los servicios básicos de electricidad, y abastecimiento de agua entubada. No cuentan con un servicio de recolección de residuos y en muchas ocasiones el municipio les surte agua mediante pipas, para resurtir sus aguadas comunales o particulares; sin embargo, estos aljibes no están bien impermeabilizados por lo que dejan escapar la mitad de su contenido en dos o tres días.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Salud: existen 3 unidades de atención médica básica con servicio las 24 horas; también, 76 casas de salud, de las cuales 43 son atendidas a través del programa de extensión de cobertura, 15 por las caravanas de salud y 18 por el IMSS-prospera. el personal médico del municipio consta de 39 médicos, 2 odontólogos, 54 enfermeras y 87 promotores asistentes rurales de salud dan servicio a 79 localidades.

Educación: se atendieron un total de 199,057 alumnos de educación preescolar a secundaria durante el ciclo escolar 2017-2018; se contó con 12.527 docentes y 2.144 escuelas, alcanzando una cobertura del nivel preescolar del 73.7%, primaria del 95.2% y secundaria del 85%. el 12.9% de la población mayor a 15 años es analfabeta.

Vivienda: 4.6% de las viviendas carece de energía eléctrica; 32.4% no cuentan con servicio de agua potable entubada; 47.5% de los hogares recolecta agua de lluvia, 25.6% de las viviendas no tiene sistema de drenaje y 6.3% de las viviendas carece de servicio sanitario; 25.2% de las viviendas cuenta con un único cuarto; el 11.4% de las viviendas es de piso de tierra.

Agua Potable: se cuentan con 66 sistemas de agua potable, 36 fuentes de captación, 83 tanques en general, 14 superficiales y 69 elevados, con un volumen diario de extracción de 2,897.28 m<sup>3</sup> de agua, se cuenta con 6,467 tomas en general, 6,091 domésticas y residenciales, 117 comerciales, 2 industriales y 257 de otro tipo, de los 26,882 habitantes, 23,513 cuentan con toma, así que se cuenta con una cobertura de 87.47%. (CAPAE, 2016)

Saneamiento: este municipio no cuenta con sistema de drenaje.

---

#### MANTENIMIENTO

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Calakmul 2018-2021, se requiere dar mantenimiento a los siguientes rubros.

- Actualizar la nomenclatura de las principales vialidades de la cabecera y junta municipal.
- Dar mantenimiento a la infraestructura de comunicaciones de jurisdicción municipal, en especial caminos a zonas de producción y comunidades alejadas de la cabecera municipal.
- Mejorar la red de transporte para interconectar los atractivos turísticos dentro del Municipio.
- Gestionar la ampliación de cobertura del servicio de red de telefonía celular a todo el municipio.
- Ampliar el sistema de alumbrado público municipal.
- Gestionar mayores recursos federales y estatales para infraestructura hidráulica.
- Implementar acciones permanentes de bacheo, pavimentación y repavimentación de calles y avenidas.
- Rescatar, rehabilitar y conservar parques, jardines y espacios públicos
- Atender las necesidades de drenajes en la cabecera municipal y demás centros urbanos.
- Impulsar un programa para el mejoramiento de viviendas y abatir las carencias de cuarto, techo y piso digno.
- Impulsar la construcción y mejoramiento de la infraestructura deportiva, tanto en la cabecera municipal como en las comunidades.
- Gestionar la rehabilitación del Acueducto López Mateos-Xpujil y mejorar el suministro de agua o un nuevo acueducto.
- Gestionar el proyecto para la construcción del drenaje sanitario de Xpujil.
- Continuar la construcción del drenaje pluvial de Xpujil.
- Construir la segunda etapa del relleno sanitario y de sistemas adecuados de recolección de basura para las comunidades con mayor población.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

El Plan Municipal de Desarrollo Calakmul 2018-2021 sugiere:

- Gestionar el nombramiento del municipio como Zona de Desarrollo Sustentable (ZDTS), ante el Gobierno Federal.
- Aplicar el Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico Territorial de Calakmul.
- Actualizar y completar el catálogo de ordenamientos municipales, para contar con un marco jurídico que fomente la convivencia social armónica y el desarrollo integral de sus habitantes.
- Modernizar el Catastro Municipal y actualizar el padrón en la zona urbana y rural que permita mejorar el control de calidad de la información y abatir la morosidad de los contribuyentes.
- Garantizar certeza jurídica en el registro inmobiliario de bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales que se ubiquen en la jurisdicción municipal.
- Planificar e implementar acciones preventivas y de manejo de fuego coordinado con el programa de la Reserva de la Biosfera.
- Construir y rehabilitar sistemas comunitarios y domésticos de captación de agua de lluvia. Regularizar los contratos de servicio de agua y abatir la morosidad de pago de los usuarios. Crear los sistemas de drenaje de aguas pluviales y aguas negras para facilitar la operación de las empresas vinculadas al sector turismo. Gestionar la construcción de un nuevo acueducto Municipal.
- Creación de sistemas de infraestructura para reservas de agua. Regular el servicio de agua de uso comercial.
- Ofrecer un servicio eficiente de limpieza y recolección de basura en el municipio. Poner en marcha un relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos. Promover el tratamiento de residuos sólidos mediante su clasificación.
- Promover programas que contribuyan a disminuir la violencia familiar, la discriminación laboral, y que permitan a las mujeres desarrollarse en un ambiente de equidad y justicia.

- Impulsar un programa de construcción de 300 baños ecológicos para la zona rural.
- Impulsar un programa para la captación de agua pluvial en hogares y para la producción agrícola y pecuaria (1,000 cisternas de almacenamiento o 1,000 ollas para la captación de agua).

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

La zona de Calakmul y Xpujil pertenecen al mismo municipio que recibe el nombre de Calakmul, en referencia a la gran Reserva de la Biósfera de Calakmul que ocupa gran parte del territorio municipal. Xpujil es el nombre de la Cabecera Municipal, principal centro urbano del municipio y punto central de influencia sobre los territorios poblados en el municipio de Calakmul.

El municipio de Calakmul se forma en 1996. De acuerdo con su Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, se puede establecer lo siguiente:

Superficie: 14,681.05 kilómetros cuadrados.

Localización: se localiza entre los paralelos 91°12'00" y 17°48'39" de latitud norte; así como en los meridianos 89°09'04" longitud este y 90°29'05" de Longitud oeste. El

territorio municipal colinda al norte con los municipios de Champotón y Hopelchén; al este con el estado de Quintana Roo, al sur con la República de Guatemala y el país de Belice y al oeste con los municipios de Candelaria y Escárcega.

Localidades: se tiene registro de 158 localidades de las cuales 76 son asentamientos menores a 13 habitantes. En las localidades de Xpujil, Constitución y Zoh Laguna se concentra el 23% de la población municipal; el 75% restante habita en ejidos dispersos, que se vinculan a la estructura urbana municipal de forma desarticulada y con una limitada capacidad de interacción.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Calakmul (2015) se establece lo siguiente:

Fisiografía: En la región de Calakmul se encuentra la meseta central de Zoh Laguna con una altitud promedio entre 200 y 250 msnm. Esta meseta se extiende hasta la parte norte del Petén guatemalteco, y parte de Belice. En Calakmul no existen elevaciones de importancia.

Edafología: En Calakmul se pueden identificar tres tipos de superficies, de acuerdo con la permeabilidad de los tipos de roca:

- a) Permeabilidad nula, acumula agua permanentemente
- b) Permeabilidad baja, presenta flujo de agua temporal.
- c) Permeabilidad alta, suelo kárstico.

Hidrografía: Calakmul se encuentra en las cuencas de la Laguna de Términos, Cerrada y la Bahía de Chetumal, que son parte de las regiones hidrológicas Región Grijalva-Usumacinta y Yucatán Este. El manto freático se encuentra entre 60 y 300 metros, con alto contenido de yeso, lo que hace que el agua no sea apta ni para beber ni para el riego.

Los cuerpos de agua que existen son las lagunas de Noh, Teniente y Alvarado, Ríos Escondido, Desempeño, Pozas, Río Azul, Palmas y Arrollo Negro.

Áreas Naturales Protegidas: La Reserva de la Biosfera Calakmul cubre un área de 723,000 hectáreas, pero está adjunta a dos reservas de estado: Balam-kim y Balam-ku las cuales cubren toda la longitud del lado oeste de la biosfera La Reserva de la Biosfera de Calakmul y acumulan más de

1,200,000 hectáreas. Calakmul es una larga extensión de la selva tropical que continua la Reserva de la Biosfera Maya en la provincia Peten en el norte de Guatemala. A diferencia de la mayoría de las selvas de Yucatán, la selva de la reserva de Calakmul no sirvió para la producción maderera, tampoco fue encendida para el desarrollo de la agricultura y es entonces uno de los últimos trozos de selva virgen en México. (Slater, 2018, p.2)

Esta zona tiene una gran importancia ecológica que radica en su enorme biodiversidad y en los esfuerzos por su conservación. Los tipos de selva que dominan en esta zona son la selva baja subperennifolia, con especies que alcanzan de los 15 a 20 m que se asocia con vegetación secundaria y agricultura nómada; las especies predominantes son: el ramón, chicozapote, caoba y pucté, cubriendo el 7.3% de la superficie de la región. Y la selva alta subperennifolia con especies que alcanzan alturas de 30 metros. Esta selva se encuentran en lugares de menor precipitación y en sitios protegidos como barrancas y hondonadas, predominando el cedro, palo mulato y granadillo; cubre el 8% aproximadamente del área de la región. Adicionalmente, puede identificarse vegetación

secundaria, comunidad vegetal que se origina al ser eliminada la vegetación primaria, presentando composición florística y fisonomía diferentes, existen también áreas de pastizales naturales y cultivados (1).

Flora: En la Selva alta y media subperennifolia húmeda se pueden encontrar grandes extensiones de chicle y ramón. En las selvas medias subcaducifolias secas se pueden encontrar grandes extensiones de guayacán, en las selvas bajas se puede encontrar varias especies, entre ellas jabín. En las selvas secundarias se puede encontrar tsalam, chechén negro, acahual y helechales.

Fauna: existe gran diversidad de fauna, entre ellas 16 especies de anfibios, 50 especies de reptiles, 286 especies de aves, 94 especies de mamíferos.

La reserva de la Biósfera Calakmul es una región con una biodiversidad que incluye el 80% de las especies vegetales de toda la Península de Yucatán. Alberga 350 especies de aves y casi 100 especies de mamíferos (3). Entre la fauna de esta zona existen especies que se encuentran en peligro de extinción debido a modificación del entorno, deforestación, construcción de carreteras, incendios, crecimiento demográfico y de recursos, así como la

producción de chicle, cacería deportiva, saqueo de madera y tráfico ilegal de flora y fauna silvestres.

Especies de aves endémicas: de aves *Agriocharis ocellata*, colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, granatelo yucateco *Granatellus sallaei*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*, *Piranga roseogularis*.

La lista de especies de aves amenazadas incluye: la totolaca (*Aramus guarauna*), la tucaneta verde (*Aulacorhynchus prasinus*), (*Buteo albicaudatus*), el aguililla gris (*B. nitidus*), (*Cairina moschata*), (*Circus cyaneus*), (*Falco columbarius*), (*Geranospiza caerulescens*), el bolsero cuculado (*Icterus cucullatus*), la cigüeña Jabiru (*Mycteria*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), *Oxyura dominica*, *Penelope purpurascens*, *Pulsatrix perspicillata*, el tucán pico multicolor (*Ramphastos sulfuratus*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), el búho café (*Strix virgata*), el chipe encapuchado (*Wilsonia citrina*)

Los reptiles amenazados son: la boa *Boa constrictor*, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), la iguana rayada (*Ctenosaura similis*)

La lista de especies de mamíferos amenazados es la siguiente: el mono aullador (*Alouatta palliata*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el puercoespín (*Coendou mexicanus*), el grisón (*Galictis vittata*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), el temazate (*Mazama americana*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*L. wiedii*), la nutria (*Lutra longicaudis*), el jaguar (*Panthera onca*), el tlacuache de cuatro ojos (*Philander opossum*), el puma (*Puma concolor*), el hormiguero arborícola (*Tamandua mexicana*), el tapir (*Tapirus bairdii*) y el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*)

En esta región ocurren las mayores poblaciones de estas especies amenazadas. Diversidad de hílidos y tortugas de agua dulce, así como *Rana brownorum* y *Rana vaillanti* que son indicadoras de aguas limpias

Clima: El clima en el municipio es cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de entre 26-27°C. Las lluvias son de abundantes a muy abundantes durante el verano. De acuerdo al clima predominante, presenta lluvias en verano

siendo el promedio de precipitación de 60 mm durante el mes más seco del año y con un porcentaje de lluvia invernal de entre el 5 y el 10.2%. El promedio de precipitación anual posee un rango de 1000 a 1500 mm.

Eventos climatológicos extraordinarios: Principalmente Sequías y Secuelas por el paso de Humedales. Vallejo (2010) en un análisis de la vulnerabilidad de los campesinos de Calakmul ante ambos fenómenos se describe a continuación:

Sequía:

- En el caso de sequía, surgen principalmente las enfermedades gastrointestinales y dengue, principalmente por el mal manejo del agua que se almacena en los hogares.
- La sequía o el aplazamiento de la temporada de lluvias puede reducir los niveles de agua de las lagunas y aguadas existentes, así como de los aljibes donde captan agua de lluvia, principal fuente de abastecimiento de agua de las familias.

- La sequía también afecta los cultivos, sobre todo aquellos en etapa de desarrollo inmadura y que no resisten la falta de humedad.
- En temporada de sequía los animales de traspatio se exponen a diversas enfermedades, que ocasionan la mortandad de gran cantidad de animales, además de verse afectados por la falta de alimento, especialmente el ganado vacuno.
- Las plantaciones de maíz padecen la falta de humedad en el suelo, si se atrasa la siembra se expone a daños causados por animales; en el periodo de canícula entre julio y agosto el elote no logra madurar.
- El retraso en la siembra causado por la falta de lluvias también perjudica el precio de venta del producto.

#### Huracán

- En el caso de eventos de huracán los brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos tal como paludismo o dengue, además de enfermedades contagiosas como hepatitis, cólera y fiebre tifoidea,

enfermedades relacionadas con alimentos y agua en mal estado.

- Las viviendas de las familias pueden verse dañadas con las fuertes lluvias que generan inundaciones y lodo alrededor de las casas; los vientos pueden causar el desprendimiento de techos y el derrumbe de viviendas mal edificadas o de material poco resistente.
- La ubicación de los solares campesinos, tanto en altos o bajos, así como su ubicación pueden influir en el daño que genera un huracán.
- Los animales de traspatio y pastoreo también se ven afectados al estar expuestos al exceso de humedad.
- El maíz se cae por efecto del viento y se ahoga por el agua que lo inunda, las plántulas dejan de crecer y las mazorcas pueden ser víctimas de insectos u otros animales y el exceso de agua los ahoga.
- El chile jalapeño se ve afectado ya que el viento tira los frutos, quiebra las plantas e incluso el viento las puede desenterrar. También se ve afectado en caso de que los caminos se vean interrumpidos por las

contingencias ambientales y el producto no pueda comercializarse.

---

### ASPECTOS AMBIENTALES

El ecosistema de Calakmul es uno de los más resistentes, por sus adaptaciones y características de gran importancia para la conservación de la biodiversidad, y más ahora en el contexto de cambio climático. Además, funge como centro de conectividad de la Selva Maya, conectando corredores biológicos de México, Guatemala y Belice, lo cual contribuye a los procesos evolutivos de las especies.

La zona de Calakmul es propensa a padecer sequías, actualmente están atravesando un periodo de muy pocas lluvias que ha secado las lagunas y aguadas, afectando no solo a las personas y las cosechas, sino también a los animales silvestres, que comienzan a acercarse a los poblados para beber agua, y son expuestos a ser cazados por miedo, especialmente los depredadores.

Las afectaciones a la fauna que habita la Reserva de la Biósfera son principalmente causadas por la carretera Escárcega-Calakmul que la secciona en dos porciones. De acuerdo con monitoreos realizados por Slater (2018) se

concluye que los animales de talla grande que se extienden sobre grandes áreas (Chaves et al., 2012) son reportadas a ser especialmente susceptibles a los cambios en su entorno espacial. La creación de carreteras a través de zonas forestales puede dividir los rangos de hogar de los animales, la mayoría de las especies terrestres son reticentes a cruzar carreteras concurridas (Goosem, 2001; Jaeger et al., 2015); y especies arbóreas como los primates e inclusive aves, generalmente no cruzan las carreteras a menos que sea lo suficientemente estrecha para que el dosel del bosque se extienda a través de la carretera creando un puente natural (Laurance et al., 2004).

De acuerdo con Slater (2018) aquellas especies que tratan de cruzar las carreteras o que las usan activamente son particularmente vulnerables a chocar con los vehículos (Arroyave et al., 2006; Colchero et al., 2011; Puc Sánchez et al., 2013). En carreteras más anchas (y por asociación vehículos a mayor velocidad) se incrementa la probabilidad de atropellos (van Langervelde & Jaarsma, C. F., 2004)

---

### MOVILIDAD URBANA

El municipio cuenta con paradas de autobús foráneo en Calakmul y Xpujil, el único otro servicio disponible es taxi. De

la localidad de Xpujil sale una ciclopista en dirección hacia el Instituto Tecnológico de esa zona.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Xpujil se llega por la carretera federal que conecta Escárcega, en Campeche, con Chetumal en Quintana Roo, así como una carretera estatal que conecta Xpujil con la capital del estado, San Francisco de Campeche. A la zona arqueológica de Calakmul se llega por un camino privado con tres filtros, que se encuentra en el poblado de Conhuas. Xpujil no cuenta con servicio público concesionado ni transporte urbano, pero sí tiene transporte en modalidad suburbano y foráneo. Cuenta con una estación de autobuses de pasajeros, y servicio de taxis. Existe una ciclovía que conecta la urbanización con el Instituto Tecnológico ubicado en esta localidad. A Calakmul solo se puede acceder en vehículo propio o transporte público que sale de la base en el primer filtro.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la

flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

También es necesario pavimentar las calles y construir banquetas. Para la zona arqueológica se requiere reparar los baches y limitar la velocidad de los vehículos, utilizando reductores de velocidad, topes y señalamiento.

Este camino debe priorizar la protección a la fauna silvestre de la Reserva de la Biósfera, para evitar atropellamientos.

---

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL,  
EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 10 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

### *Ecuación 11 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021,

- Plan de Nación 2018- 2024
- Programa de Desarrollo de Gran Visión para el Municipio de Calakmul 2013 – 2040 (PDGV)

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

##### Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	50,66%
Mujeres	49,6%
Población Indígena	42.39%
Menores de 15 años	34.8%
Población de 15 a 65 años	58.01%
Mayores de 65 años	7%

##### Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	42.30 %
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	52.64 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	7.18 %

índice de desempleo 1.60 %.

---

---

Pobreza y Rezago

Población en pobreza: 74.3 %

Población vulnerable por carencias: 23.9 %

---

Turistas con pernocta\*\* Ene-Dic 2018

Cuartos Disponibles 307

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic.  
2018) 55.82%

Total turistas con pernocta (Ene.-Dic.  
2018) 68,547

Estancia promedio turismo individual 1.0 noches

Estancia promedio turismo académico 6 noches

Densidad Promedio por habitación 2.0 personas

---

---

**CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**  
Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 27,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos

Cuentan con un relleno sanitario y un tiradero a cielo abierto que requiere ser saneado

Capacidad de Manejo Turístico RSU = medio

Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 0 lps.

Caudal Tratado: 0 lps.

Aguas Residuales generadas por la población: 4,928 m3 al día-

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio no cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Capacidad de Manejo Población Local = Medio, falta conectar al drenaje las viviendas irregulares.

Agua Potable: el consumo de agua potable es de 6,160.00 m3 al día

Esta zona está atravesando un periodo de sequía de varios años y el consumo por persona es de 35 litros de agua al día, cuando el estándar de la OMS es de 50 litros por persona.

---

**ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)**

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 70

- Gerentes y directivos: 1
- Administrativos y contables: 8
- Técnicos y operativos: 61

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 21 pozos.

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 5.8%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 27,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 3 vehículos.

- Con compactador: 2
- Con caja abierta: 1

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 90%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 11
- Hombres: 13

---

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 37 Numeralia por Localidad: Calakmul y Xpujil*

Población al 2015	30,800
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	307
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	224,110
Densidad promedio por habitación (estimado)	2
Ocupación promedio (estimado)	55.82%
Turistas noche 2018 (Total anual)	No disponible
Excursionistas INAH 2018	44,684
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	122
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	68.0%
Conectividad doméstica al drenaje	73.6%
Capacidad de Recolección de RSU	43%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0.0%

*Tabla 38 Capacidad de Manejo: Calakmul y Xpujil*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Calakmul	43.0	73.6	68	61.53%

*Tabla 39 Capacidad de Carga Efectiva: Calakmul y Xpujil*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Calakmul	31,536	30,922	61.53	30,922

Con una capacidad de manejo del 61.53%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 30,922 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m2)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xiv</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del

sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

**DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

D De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Calakmul	3,000	4	9	3.0	20	6	80	86

Capacidad de Carga Turística	CCR por hora						
	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF	
Z.A. Calakmul	3	35	698	6	1	2,250	250

Se calcula que 250 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

Estos cálculos consideran solo los senderos de la zona arqueológica de Calakmul.

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:**

Xpujil cuenta con una infraestructura turística muy limitada que requiere modernizarse, ampliarse y mejorar su calidad, así como regularizarse. Los ejidos ecoturísticos requieren de apoyo para su comercialización. Calakmul es una Reserva de la Biósfera con zonas de amortiguamiento que deben ser respetadas y preservadas en su estado natural.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:**

En Calakmul no se cuenta con los servicios municipales necesarios para detonar el turismo, ni las regulaciones ambientales para proteger su capital natural. Además, presentan un severo desabasto de agua potable y sequía.

Ejidos Ecoturísticos. Aunque en todo el territorio se padece un severo estrés hídrico por la falta de agua potable y agua de lluvia. Calakmul y el resto de los ejidos que componen el municipio a excepción de la zona de Xpujil donde se pueden encontrar alojamientos modestos y restaurantes de comida regional dirigidos al mercado de comensales locales. En el ejido Castellot 2° se ubica un centro de turismo de naturaleza

con seis cabañas para pernocta. En la entrada de la zona arqueológica de Calakmul se encuentra un pequeño hotel y un pequeño campamento.

ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar los siguientes objetivos ODS

	Descripción	Localidad Elegida
	<p>Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles</p>	Xpujil
Justificación	<p>Xpujil es un ejemplo de resiliencia. No solo vive en un absoluto estrés hídrico. Su población apenas recibe 35 litros por persona, en vez de los 50 litros al día que establece la OMS y no ha llovido lo suficiente en seis años.</p>	

	<p>No solo la gente padece esta sequía; también la fauna silvestre. Se requiere restaurar las aguadas naturales y los sistemas de captación pluvial domésticos, así como promover el uso de baños secos ecológicos y dejar de convertir el agua potable en agua residual. Cada gota cuenta, y en estas comunidades ya lo saben; solo necesitan mejorar su infraestructura domiciliar y mejorar su capacidad de almacenamiento para que puedan seguir haciendo frente al cambio climático.</p>
Estrategia Principal	<p>promover la colaboración multisectorial público-privado-académico-civil para proveer a las familias de la zona con todas las ecotecnologías que requieren para reducir su huella hídrica y de carbono; rehabilitando sus cisternas, aljibes y tuberías utilizadas en la coleta de lluvia; además, instalar baños ecológicos y capacitarlos para usarlos adecuadamente; promover el uso de humedales como método de filtración de las aguas jabonosas; fortalecer sus capacidades para producir huertos de traspatio que requieren poca agua para cultivarse.</p>

	Descripción	Localidad Elegida
	<p>Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica</p>	Calakmul
Justificación	<p>Calakmul es una Reserva de la Biósfera, patrimonio mixto de gran valor tanto ambiental como cultural para México y para la Humanidad. Se encuentra en una zona de grave estrés hídrico, poca captación pluvial, que ha sido reducido por la tala y la ganadería de los últimos ciento cincuenta años y que sin embargo ha logrado preservar un sector invaluable del ecosistema para la migración de especies y el fortalecimiento de las variedades genéticas de las mismas. Es fundamental que se prevenga cualquier afectación o fragmentación al hábitat y al brevísimo</p>	

	<p>corredor que comunica las dos extensiones de la reserva. Esta zona debe quedar exenta de toda perturbación humana a fin de garantizar su preservación.</p>
Estrategia Principal	<p>crear campañas de concientización en todos los ejidos colindantes con la reserva de la biósfera, pertenecientes o no a este municipio, a fin de facilitar la comprensión de conceptos y valores que les permitan entender por qué este territorio debe ser preservado sin alteraciones; así como también se les proporcionen herramientas de capacitación necesarias para su mejor desarrollo y bienestar, sin perjudicar la riqueza natural.</p>

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano, el cual es inexistente en estos momentos.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.

- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Realizar un saneamiento del relleno sanitario abandonado y dejar de utilizarlo como tiradero a cielo abierto.
- Se requiere urgentemente la modernización del sistema de abastecimiento de agua potable, el acueducto y los aljibes domésticos ya que presentan fugas de agua constantemente.
- Se requiere impulsar la instalación de más sistemas captadores de agua pluvial, así como reparar los existentes para que sean más eficientes.

- Implementar programas de protección a la fauna silvestre, especialmente a la fauna que depende del consumo de agua en las aguadas para su supervivencia.
- Regularizar el acceso del público en general a la cueva de los murciélagos
- Limitar el uso de pesticidas y agroquímicos para no causar daño a los animales e insectos polinizadores.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Calakmul 2018-2021, las Medidas de Mitigación son las siguientes:

- Gestionar el nombramiento del municipio como Zona de Desarrollo Sustentable (ZDTS), ante el Gobierno Federal.
- Aplicar el Programa Municipal de Ordenamiento Ecológico Territorial de Calakmul.
- Actualizar y completar el catálogo de ordenamientos municipales, para contar con un marco jurídico que fomente la convivencia social armónica y el desarrollo integral de sus habitantes.
- Modernizar el Catastro Municipal y actualizar el padrón en la zona urbana y rural que permita mejorar el control de calidad de la información y abatir la morosidad de los contribuyentes.

- Garantizar certeza jurídica en el registro inmobiliario de bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales que se ubiquen en la jurisdicción municipal.
- Planificar e implementar acciones preventivas y de manejo de fuego coordinado con el programa de la Reserva de la Biosfera.
- Construir y rehabilitar sistemas comunitarios y domésticos de captación de agua de lluvia.
- Regularizar los contratos de servicio de agua y abatir la morosidad de pago de los usuarios.
- Crear los sistemas de drenaje de aguas pluviales y aguas negras para facilitar la operación de las empresas vinculadas al sector turismo.
- Gestionar la construcción de un nuevo acueducto Municipal.
- Creación de sistemas de infraestructura para reservas de agua.
- Regular el servicio de agua de uso comercial.
- Ofrecer un servicio eficiente de limpieza y recolección de basura en el municipio.
- Poner en marcha un relleno sanitario para la disposición final de los desechos sólidos.

- Promover el tratamiento de residuos sólidos mediante su clasificación.
- Promover programas que contribuyan a disminuir la violencia familiar, la discriminación laboral, y que permitan a las mujeres desarrollarse en un ambiente de equidad y justicia.
- Impulsar un programa de construcción de 300 baños ecológicos para la zona rural.

Impulsar un programa para la captación de agua pluvial en hogares y para la producción agrícola y pecuaria (1,000 cisternas de almacenamiento o 1,000 ollas para la captación de agua).



*Ilustración 177 Sistema de Captación de Lluvia, Xpujil. ©*

## MAPAS



Ilustración 178 Municipio de Calakmul

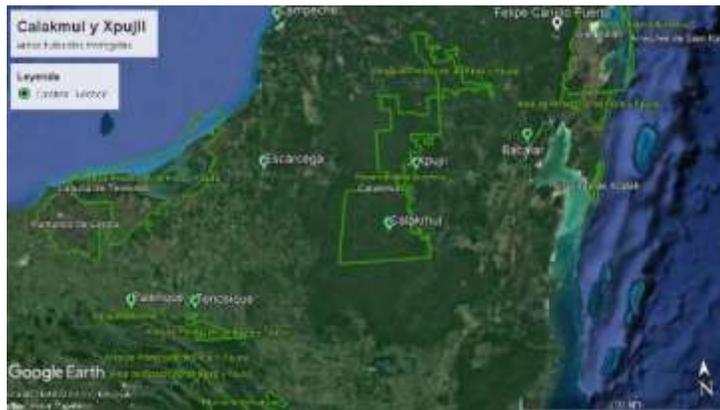


Ilustración 179 Reserva de la Biósfera de Calakmul y ciudad Xpujil



Figura 1: Ubicación de los campamentos de investigación en Calakmul

Ilustración 180 Ubicación de los Campamentos de Investigación © Slater K.

Localidad: Palenque



*Ilustración 181 Palenque © México Desconocido*

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Palenque tiene el potencial turístico que no ha sido aprovechado más allá de las excursiones a su zona arqueológica. Los servicios de hospedaje son subutilizados, la zona turística en la ciudad es muy reducida y se comercializan dos cascadas Misol Ha y Agua Azul, sin embargo existen ejidos con potencial ecoturístico, así como también se puede aprovechar mejor la cercanía de Palenque a puntos turísticos importantes como San Cristóbal de Las Casas, Bonampak, Tikal y puede servir como puente cultural con Tenosique.

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

- Eco-Parque Los Aluxes.
- Cascadas de Roberto Barrios.
- Turismo de Naturaleza en comunidades rurales.
- Un circuito con Tenosique y sus ríos mayas.

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

El Reporte Estadístico de Indicadores del Sector Turístico de Chiapas, Enero 2019, reporta que se cuenta con 102 hoteles y 3039 cuartos, 43 restaurantes, 23 agencias de viajes, una arrendadora turística y 8 transportadoras turísticas.

En plataformas digitales se puede acceder a 105 hoteles, hostales o cabañas, 14 rentas vacacionales, y 67 opciones de alojamiento en Airbnb. Se tiene registro de más de 110 restaurantes.

#### PERFIL DEL VISITANTE

De acuerdo con la Secretaría de Turismo del Gobierno de Chiapas. en su Reporte Estadístico de Indicadores del Sector Turístico de Chiapas, Enero 2019, (2019:4) en el periodo señalado:

- Se registraron 74,437 visitantes a Palenque; generando una demanda de \$116,334,847 pesos, lo

cual representa una reducción del 45% con respecto a Enero de 2018.

- El 87% de los visitantes fueron nacionales y el 13% extranjeros.
- Se recibieron 1,248 pasajeros en el aeropuerto de Palenque, lo que representa una reducción del - 53% respecto a Enero de 2018.
- La zona arqueológica de Palenque recibió 74,437 visitantes durante el mes de enero de 2019, lo cual representa una variación del 29% más que enero de 2018.
- Las temporadas en las que se registra una mayor ocupación hotelera son durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Julio, Agosto y Diciembre, pero la mayor actividad hotelera se presenta en los meses de Marzo y Abril, debido principalmente a la afluencia de turismo nacional.
- La mayor parte de los visitantes vienen de Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa, Tabasco.
- El turismo extranjero que visita la zona arqueológica procede de los países de Francia (26%), Estados

Unidos (20%); Alemania (15%); Italia (7%); Holanda (5%); resto de Europa (14%); Canadá (4%); Centroamérica (4%) Sudamérica (6%) y el resto del mundo (1%)

No se cuenta con más datos publicados sobre los visitantes a esta localidad.

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

Medio día.

---

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO.

- Mejorar la conectividad que ofrece el aeropuerto local. Incentivar el turismo de circuitos que recorra los sitios de interés cercanos a Palenque y no sólo se conforme con conocer la zona arqueológica.
- Mejorar el servicio de transporte público, modernizando las unidades y capacitando a los choferes para brindar un servicio eficiente y seguro.
- Capacitar al personal de servicio y a los centros de consumo para que ofrezcan sus servicios tanto en español como en inglés.

- Garantizar la seguridad de los visitantes, especialmente las mujeres.
- Reducir el tránsito vehicular y regular el comercio informal

El diagnóstico que se presenta en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Palenque 2007-2030, resalta que el aprovechamiento del potencial natural de la región, por lo que su restauración es fundamental; y establece las siguientes acciones como estrategias necesarias para el ordenamiento ecológico:

- Preservar el corredor de acceso a la zona arqueológica y la zona de La Cañada, prevenir que nuevas construcciones contribuyan a su deterioro.
- Saneamiento de las riberas de los ríos Bajluntie y Chacamax; ordenamiento territorial para que no sigan creciendo los asentamientos humanos y las descargas de aguas negras a los ríos; además de conservar la vegetación que aún existe en la zona, fomentando además el desarrollo económico de la zona estableciendo balnearios en estos ríos.
- Evitar la tala clandestina, generar proyectos de reforestación con especies nativas, y fomentar que

se planten árboles en los vecindarios de las zonas urbanas.

- Crear un parque urbano temático de conservación ecológica, ubicado en la periferia del aeropuerto, que es de las pocas zonas que conservan su vegetación, apoyando también al reforzamiento de la zona de amortiguamiento del aeropuerto y limitando el desarrollo de espacios habitacionales que ya se establecieron en los límites de este predio.
- Rehabilitar el andador hacia la zona arqueológica, con más señalización, iluminación y vinculación con espacios ya desarrollados en ese trayecto.
- Ordenamiento del servicio de transporte foráneo y suburbano en terminales de servicio apropiadas tanto para locales como para visitantes.
- Reubicar la presidencia municipal y las oficinas administrativas para desahogar el flujo de personas en el centro histórico de la ciudad.
- Ordenamiento de los locales comerciales para mejorar la imagen urbana y contribuir a la creación de un corredor turístico que recorra las calles

principales hacia el parque central, instalando además señalética.

- Establecer un Centro de Capacitación para el Trabajo enfocado en prestadores de servicios turísticos.
- Establecer un centro de convenciones para actividades turísticas.
- Rehabilitar la unidad deportiva y acondicionarla para torneos municipales y regionales.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: contaminación de agua y suelo, mal estado de las tuberías de agua potable, fugas de agua, contaminación de ríos por aguas negras y residuos sólidos causada por la población local.
- Física: Los visitantes a la zona arqueológica saturan los servicios al llegar en grupos numerosos y al mismo tiempo. La capacidad de servicios de la zona turística es menor a la cantidad de personas que visitan diariamente la zona arqueológica; sin embargo no todos los visitantes a la zona arqueológica visitan el centro de la ciudad.

- Socio-Perceptual: La población local debe sensibilizarse para cuidar más de sus recursos naturales y gestionar mejor sus residuos, responsabilizándose de la disposición final de los mismos.
- Económica: La población local requiere de capacitación laboral para poder acceder a puestos de trabajo mejor remunerados.
- Psicológica: La inseguridad está presente en los tramos carreteros de la zona. En ocasiones los caminos están bloqueados por extorsionadores, los autobuses suelen ser asaltados en las carreteras.

---

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

- Palenque es un Pueblo Mágico.
- Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque y su museo de sitio.
- El Museo del Textil Lak Puj Kul, Iglesia de Santo Domingo, y la Plaza del Artesano, ubicados en la plaza principal de Palenque.
- El Ecoparque Aluxes. Refugio de fauna silvestre amenazada.

- Centros turísticos Nahá y Metzabok comunidades lacandonas que cuentan con cabañas y recorridos por la selva.
- Lagunas de Catazajá. Se pueden realizar paseos en lancha en los cuales podrás observar aves y cocodrilos. Cascada de Misol-Há, Agua Azul, y cascadas de Roberto Barrios.
- Zonas arqueológicas de Toniná, Bonampak y Yaxchilán; San Cristóbal de las Casas y Ocosingo.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

De acuerdo con el diagnóstico presentado en el Plan Municipal de Desarrollo Palenque 2015-2018, en el municipio de Palenque se tiene registro de 110,918 habitantes, de los cuales el 40.91% habla alguna lengua indígena. La lengua indígena más hablada es la Chol con el 67% de los hablantes, seguida del Tseltal con 30.58%. el 3% restante hablan zoque y tsotsil. Hay 123 localidades donde el porcentaje de población que habla alguna lengua indígena es de más del 70%, en 27 localidades, es del 40 al 69%; en 42 es del 10 al 39% y en 109 localidades es de menos del 10% de la población. La población tiene una edad promedio de 21 años, presenta una tasa media anual de crecimiento

de 2.69% y una tasa de fecundidad de 2.55 hijos por mujer en edad reproductiva. El 19.41% de los hogares cuenta con jefatura femenina. El índice de Desarrollo Humano es Bajo (0.7748) y el grado de Marginación es Alto. (0.61963) El 82.3% de la población presenta pobreza, de los cuales el 43.8% padece pobreza moderada y el 38.5% pobreza extrema. El 34% de la población presenta rezago educativo, el 40.8% rezago en servicios de salud, el 89.8% carece de seguridad social, el 39% tiene problemas en su vivienda, el 33.3% sufre de rezago en alimentación y el 62.6% tiene carencias de servicios básicos en vivienda. (PMD Palenque 2015-2018 p. 35)

Rezago y Marginación: El Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago de la subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional (Sedesol Palenque, 2016), reporta que al 2015 el 9.2% de la población municipal habita en viviendas con piso de tierra, el 1.0% de la población habita en casas con techos de materia endeble, y el 34.6% de la población habita en viviendas con hacinamiento. 27.1% de la población no tiene acceso al agua, 15% de la población vive sin acceso a servicio de drenaje público, 1.5% de la población no cuenta con electricidad en su vivienda y el

63.2% de la población habita en viviendas sin chimenea y usan leña para cocinar. El 12% de la población padece inseguridad alimentaria leve, el 9.9% padece inseguridad alimentaria moderada, el 19.5% padece inseguridad alimentaria severa. 70 localidades presentan los dos mayores grados de rezago social en el municipio. (Sedesol Palenque, 2016).

De acuerdo con el diagnóstico presentado en el Índice Básico de Ciudades Prósperas CPI Palenque, (Infonavit-ONU Hábitat, 2018), este municipio tiene una prosperidad moderadamente débil, con un índice de 50.67, por debajo de la media nacional de 53.74/100 (CPI Palenque 2018, p. 15) A continuación se comparten los resultados en cada uno de los indicadores que componen este índice:

*Tabla 40 CPI 2018- Palenque -ONU Hábitat-Infonavit*

	Palenque	
PRODUCTIVIDAD	48.58	
Crecimiento económico	35.64	
Producto urbano per cápita	7.98	

Relación de dependencia de la 3a edad	63.29	
Aglomeración económica	54.04	
Densidad económica	54.04	
Empleo	56.06	
Tasa de desempleo	84.36	
Relación empleo-población	27.75	
<b>INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO</b>	55.92	
Infraestructura de vivienda	70.52	
Vivienda durable	85.75	
Acceso a agua mejorada	85.28	
Espacio habitable suficiente	100.0	
Densidad poblacional	11.07	
Infraestructura social	41.20	
Densidad de médicos	41.20	
Infraestructura de comunicaciones	29.28	

Acceso a Internet	4.47	Red
Velocidad de banda ancha promedio	54.10	Amarillo
Movilidad urbana	100.0	Verde
Longitud de transporte masivo	-	Blanco
Fatalidades de tránsito	100.0	Verde
Forma urbana	38.58	Red
Densidad de la interconexión vial	77.66	Verde
Densidad vial	6.44	Red
Superficie destinada a vías de comunicación	31.62	Red
<b>CALIDAD DE VIDA</b>	<b>65.82</b>	<b>Amarillo</b>
Salud	70.68	Verde
Esperanza de vida al nacer	64.79	Amarillo
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	76.57	Verde
Educación	55.42	Amarillo
Tasa de alfabetización	79.48	Verde

Promedio de años de escolaridad	31.36	Red
Seguridad y protección	55.13	Amarillo
Tasa de homicidios	55.13	Amarillo
Espacio público	82.03	Verde
Accesibilidad al espacio público abierto	64.07	Amarillo
Áreas verdes per cápita	100.0	Verde
<b>EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL</b>	<b>68.72</b>	<b>Amarillo</b>
Equidad económica	28.02	Red
Coefficiente de Gini	41.02	Red
Tasa de pobreza	15.02	Red
Inclusión social	84.51	Verde
Viviendas en barrios precarios	76.67	Verde
Desempleo juvenil	92.36	Verde
Inclusión de género	93.64	Verde
Inscripción equitativa en educación secundaria	93.64	Verde

Claves de color:		Consolidar políticas urbanas		Fortalecer políticas urbanas		Priorizar políticas urbanas
Fuente: ONU Hábitat, CPI Palenque 2018, P. 21.						

De acuerdo con los datos asentados en este diagnóstico, se determinó que los factores productivos de la economía municipal son débiles y tienen un impacto negativo en la prosperidad urbana; a pesar de que el municipio cuenta con gran cantidad y diversidad de actividades económicas, éstas generan un valor productivo muy bajo, o ser de carácter informal (CPI Palenque, 2018, p. 40)

En el municipio existe una alta concentración de ingresos en un reducido número de población. (CPI Palenque 2018, p. 59)

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

Palenque, como municipio, pertenece a la región económica VI-Selva, Subregión de la Llanura del Golfo, al noreste del estado de Chiapas. De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Palenque 2007-2030, esta zona posee ecosistema altamente diversificado con potencial para el desarrollo regional, principalmente en las actividades ganadera y turística, favorecido por un importante inventario

de recursos naturales y atractivos turísticos que ofrecen altas oportunidades para la inversión. (PDU Palenque 2007-2030)

Uso de Suelo: Pastizal Cultivado con 65.91%; Agricultura de temporal con 0.23% y la zona urbana que ocupa el 0.19 % de la superficie municipal.

Ganadería: Reproducción y cría de ganado, producción y transformación de lácteos. El clima favorece la producción de pasto.

Población Económicamente Activa: El Plan Municipal de Desarrollo de Palenque 2015-2018 señala que la Población Económicamente Activa ocupada en el municipio es de 35,533 personas, que corresponden al 32.01% de la población total; esto quiere decir que de cada 100 personas en edad de trabajar sólo 32 lo hacen; el 48.76% de la población económicamente activa pertenece al sector primario, el 10.55% al sector secundario y el 37.8% al sector terciario. Los ingresos se distribuyen entre el 46.65% de empleados que reciben un salario mínimo, 28.03% reciben dos salarios mínimos y 20.22% recibe más de dos salarios mínimos. (PMD 2015-2018, p. 35). De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano Palenque 2007-2030,

aunque la mayoría de la PEA se ocupa en actividades primarias, adquieren mayor importancia las actividades secundarias y terciarias, estas últimas vinculadas principalmente a actividades realizadas en la ciudad de Palenque. Las mujeres dentro de la población económicamente activa ocupada en el sector terciario, representan el 37 por ciento. La estructura del ingreso se relaciona con el tipo de ocupaciones predominantes como lo son las agropecuarias, y las de servicio doméstico, el comercio ambulante y de empleados de comercio. También influyen los bajos niveles educativos y de capacitación de la fuerza de trabajo, debido a la ausencia de servicios educativos universitarios y de centros de formación técnica. (PDU Palenque 2007-2030: P. 33)

Agricultura: En el Plan Municipal de Desarrollo Palenque 2007-2030 señalan que la agricultura ocupó 42,973 hectáreas para la siembra de maíz de grano, 5,380 hectáreas para frijol, 1,643 hectáreas de chile verde y 242 hectáreas de sandía. La producción anual fue de 52,814 toneladas de maíz de grano, 10,633 toneladas de chile verde, 4,441 toneladas de sandía y 2,223 toneladas de frijol. El maíz de grano generó una derrama económica de

175,657 mdp, el chile 47,051 mdp, la sandía 28,251 mdp y el frijol 26,141 mdp. (PMD Palenque 015-2018 p. 36)

Silvicultura: se produjeron 6,206 toneladas en un año, de las cuales 5,521 corresponden a maderas tropicales y 685 toneladas a maderas preciosas. El valor de la producción fue de 4,642 mdp. (PMD Palenque 015-2018 p. 36)

Ganadería: se produjeron 16,567 toneladas de ganado bovino, 1,681 toneladas de ganado porcino, 203 toneladas de ganado ovino, 150 toneladas de ave y 54 toneladas de pavo. El valor total de producción fue de 251,736 mdp de ganado bovino, 32,953 mdp de ganado porcino, 4,479 mdp de ganado ovino, 3597 mdp de ave y 1,841 mdp de pavo. (PMD Palenque 015-2018 p. 36)

---

#### SERVICIOS

No se cuenta con los servicios de saneamiento necesarios para favorecer un desarrollo sostenible del destino, no se gestionan adecuadamente los residuos sólidos ni las aguas residuales. El abasto de agua presenta fugas y requiere de constantes reparaciones; el tránsito vehicular principalmente de autobuses foráneos y vehículos en el primer cuadro de la

ciudad satura las calles y los espacios de estacionamiento son insuficientes.

De acuerdo con el diagnóstico presentado en el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 la recolección promedio diaria de basura en la ciudad de Palenque ronda las 30 toneladas, tanto de domicilios, comercios, servicios y la que se tira en la vía pública; además de unas 12 toneladas diarias más que se producen en la zona rural. Para el servicio de recolección se reporta en este diagnóstico 15 contenedores, 7 camiones y 10 rutas de recolección.

Para el servicio de agua potable y alcantarillado el PMD 2015-2018 diagnosticó que existían un total de 4,311 tomas domiciliarias. La extracción diaria de agua potable proviene de:

- 592 fuentes de abastecimiento, extracción de 8,800 m<sup>3</sup> de agua;
- 52 pozos profundos de los que se extraen 2,800 m<sup>3</sup>;
- 473 manantiales de los que se extraen 5,600 m<sup>3</sup>
- 67 fuentes de extracción con una extracción de 500 m<sup>3</sup>

El sistema de drenaje en 2014 consistía en 24 sistemas de drenaje en 25 localidades con la finalidad de contribuir a eliminar las aguas negras.

De acuerdo con el Índice de Prosperidad de la Ciudad de Palenque, este municipio cuenta con una eficiencia en la recolección de residuos urbanos del 45.23% y realiza el tratamiento de aguas residuales del 0.42% del volumen total generado. (Palenque Índice de Prosperidad, p. 114)

---

#### INFRAESTRUCTURA

Transportes: Palenque cuenta con un aeropuerto a 300 metros al sur de Pakal-Ná. La ciudad cuenta con terminales de transporte foráneo, servicios de taxis y colectivos. Cuenta con los servicios de correo, telégrafo e instalaciones telefónicas (central y antena de comunicación), se captan señales de radio, televisión y cablevisión. (PDU Palenque 2007-2030:27)

Vial: La principal carretera comunica poblados de valor turístico dentro de la Región VI; como la zona arqueológica de Palenque; a Catzajá; Cascadas de Agua Azul; Misol-Há; Toniná a 131 km; Bonampak, Yaxchilán y Agua Clara. Desde aquí se puede llegar a Tabasco. El 51% de la superficie

carretera se encuentra pavimentada, el 44% revestida y el 5% es de terracería.

Urbanización: La zona urbana del municipio de Palenque ha tenido un crecimiento urbano acelerado y desordenado que no ha generado las condiciones adecuadas de bienestar y desarrollo. (PMD Palenque 2007-2030:13) El centro de la ciudad de Palenque ocupa un área de 149 ha., delimitada por los periféricos norte, sur, oriente y la carretera Palenque-Ocosingo. El crecimiento acelerado de la población, además de provocar una fuerte presión sobre zonas de preservación natural, ha sido un factor crítico en la formación durante la última década de numerosos asentamientos irregulares con graves deficiencias de infraestructura y equipamiento urbano.

La comunidad de Pakal-Ná, de 211 ha., ha invadido parte del área de amortiguamientos del aeropuerto, hasta topar con la malla que limita a la pista; y tiene un alto índice de terrenos baldíos y predios con superficies que rebasan los 200m<sup>2</sup>. También existen terrenos ejidales con potencial para destinarlos a uso habitacional, comercial y de servicios, aunque requieren de regularización, dotación de

infraestructura y equipamientos. (PDU Palenque 2007-2030:14)

Agua Potable: De acuerdo con información obtenida en el Programa de Desarrollo Urbano de Palenque 2007-2030, el sistema municipal de agua potable se abastece de las aguas superficiales de los ríos Chacamax, Otulum y El Trapiche.

- a) El sitio Nututún, a 2.5 km al sureste de Palenque consta de dos pozos de 5.5 m de profundidad, localizados a 5m del margen izquierdo del río Chacamax tiene una capacidad conjunta de 35 lps. Este sistema se divide en dos: Palenque y Pakal-Ná.
  - o El sistema Palenque, con un gasto estimado de 15 lps abastece al sector oriente del área urbana y a una colonia mediante 20 hidrantes públicos, enfrenta problemas de contaminación por el uso de detergentes y la presencia de balnearios públicos río arriba, en época de lluvias el cárcamo de bombeo presenta asolvamiento y su servicio es constantemente interrumpido, además de que la tubería de la línea de conducción presenta incrustaciones de minerales.

b) El sistema Pakal-Ná, con un gasto estimado de 20 lps., descarga en un tanque de regularización que conduce a un tanque elevado, el cual presenta problemas estructurales y de filtración. Este sistema es complementado con un pozo de extracción localizado al sureste de la localidad, desde donde el agua es bombeada al tanque de almacenamiento ubicado en la plaza principal, complementándose con pozos domiciliarios. Este sistema se ve afectado por el mal estado de la línea de presión de bombeo, la cristalización de la tubería y rupturas constantes en varios tramos.

- El sistema Palenque-Pakal-Ná tiene dos tanques de regulación, con una capacidad conjunta de 700 m<sup>3</sup>, además de dos tanques elevados fuera de servicio por deterioro. El tanque Chimborazo recibe las aguas provenientes de la captación de San Manuel, y su capacidad de regulación ya no alcanza a cubrir las variaciones en la demanda de la población; transmite cargas estáticas a diferentes partes de la localidad y provoca

fugas constantes en la red de distribución. El 90% del área urbana de Palenque cuenta con el servicio de agua potable. El sistema Pakal-Ná cubre un 95% del área urbana; sus ramales son inadecuados en diámetro, presenta alto grado de deterioro por falta de mantenimiento y esto causa fugas constantes. Existen además dos pozos profundos alternos, uno en Lomas de Pakal con una dotación de 8 lps., y otro en el sector sur en la zona de Bajluntie.

- c) El sistema “Zona Arqueologica” funciona por gravedad, su fuente de captación es el arroyo superficial Otulum; su gasto aproximado es de 4 lps, y se localiza al sur de la zona arqueológica. Opera como red de distribución dando servicio a 12 hoteles y 24 tomas domiciliarias; sus principales problemas son su ubicación dentro del Parque Nacional de la Zona Arqueologica de Palenque, pues eso permite que el INAH exija que se clausure la fuente de captación ya que está contaminado por la afluencia de turistas a la zona arqueológica. Otro problema es

que la línea de conducción presenta deficiencias en los cruces de los arroyos.

- d) El sistema “San Manuel Chimborazo” funciona por gravedad, se encuentra a 15 km al sur de Palenque; su fuente de captación es el manantial El Trapiche, con un gasto promedio de 75 lps. Este sistema descarga en un tanque de regulación desde donde se distribuye a la red mediante una línea de tubería. Entre sus problemas resalta la topografía, su trazo y la longitud de su línea de conducción, pues en temporada de lluvias los deslaves producen rupturas en la tubería; otro problema son las fugas que provoca pérdidas de hasta 10 lps; además de que en temporada de lluvias las válvulas de expulsión de aire en mal estado permiten el ingreso de aire en las tuberías. Este sistema tiene una bomba con capacidad de 175 lps. (PDU Palenque 2007-2030:17)

En el municipio se cuenta con dos líneas de conducción que suministran agua potable por gravedad a los tanques de almacenamiento de El Chimborazo. Una de las líneas es de asbesto y cemento, la otra es de PVC. Ambas líneas son

vulnerables a los deslaves, asentamientos de tierra y otros percances ocasionados por las condiciones topográficas. Las principales causas de averías son la inexistencia de infraestructura que proteja a la tubería de los deslaves; la tuberías de asbesto y cemento, con más de 45 años de servicio, requieren renovarse; la línea de PVC es muy frágil y además se encuentra sobre la superficie del suelo, lo que la hace muy vulnerable.

La zona norte de la ciudad ya presenta desabasto ocasional del agua, afectando a 6 colonias; esto se debe al asentamiento de nuevas colonias cercanas al tanque de almacenamiento, lo que ocasiona que en las zonas altas no llegue el agua con la presión necesaria. En la zona oriente otras seis colonias tienen problemas por la limitada presión en la línea de suministro y por el asentamiento de nuevas colonias que con su demanda de agua ya ha superado las capacidades instaladas; aunado al mal manejo que hacen algunos pobladores al manipular las válvulas del sistema de suministro y ocasionar averías. En la zona nororiental donde se ubica el asentamiento Pakal-Ná presenta una alta densidad poblacional que supera los 300 habitantes por hectárea. (PMD Palenque 2015-2018 p. 58.)

Es importante resaltar que si la densidad de población aumenta, se verá afectado el sistema de suministro de agua.

Drenaje: la ciudad de Palenque cuenta con servicio de drenaje en el 98% de su superficie consolidada, el 2% que carece del servicio se ubica en los fraccionamientos periféricos de Palenque y Pakal-Ná. Consiste en dos colectores generales que reciben aguas negras captadas por el resto del sistema y descargan sin ningún tratamiento al arroyo Chinchibol. Usuarios domésticos y comerciales descargan sobre calles, lotes baldíos, cañadas y arroyos cercanos. El drenaje en Pakal-Ná da servicio al centro de la ciudad; la red está desarticulada, no se comunica con las otras y todas descargan en el interior mismo de la mancha urbana, deteriorando el medio ambiente del entorno urbano. (PDU Palenque 2007-2030:18)

El Plan Municipal de Desarrollo de Palenque 2015-2018 señala que el sistema de alcantarillado se encuentra obsoleto y colapsado. Hay azolves pues el caudal es mayor del que puede contener el tubo colector, además de que el tubo ha excedido su vida útil. (PMD Palenque 2015-2018 p. 59)

Vivienda: El Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago de la subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional (Sedesol, 2016), establece que en 2015 se contabilizaron 28,601 viviendas, triplicando la cantidad de 9,064 viviendas que se reportaban en 2005. con un promedio de 4.18 ocupantes. El 56.6% de las viviendas cocina con leña y carbón y no cuenta con chimenea. El 54% dispone deficientemente de sus residuos sólidos., el 31% no tiene cocina, el 25.1% presenta hacinamiento, el 10.9% no cuenta con drenaje, el 8.1% tiene piso de tierra, el 7.2 no cuenta con servicio sanitario ni agua entubada, el 1.5% no cuenta con electricidad, el 0.9 tiene techo precario y el 0.5% tiene muros precarios.

Infraestructura educativa: se tiene registro de 23 escuelas preescolares, con 1,992 alumnos, 24 escuelas primarias con 5,449 alumnos y 3 secundarias generales, para 1,392 alumnos, además de 3 escuelas secundarias técnicas para 1,388 alumnos y una secundaria particular; a nivel medio se cuenta con 2 colegios de bachilleres (COBACH) para 1,294 alumnos; un CBTA, para 581 alumnos; dos CECyT para 1094 alumnos, y a nivel superior se cuenta con un Conalep

para 311 alumnos; no se cuenta con otras opciones de educación superior.

Salud: el equipamiento de salud consiste en una clínica regional de la Secretaría de Salud, un centro de salud anexo al hospital, equipado con tres consultorios de medicina general y un consultorio odontológico; una unidad médica familiar del IMSS con tres consultorios, una unidad médica familiar del ISSTECH con tres consultorios, el ISSSTE y el DIF, totalizando 10 consultorios y 30 camas. Además existe servicio médico particular para atención de la población de altos recursos y al turismo. En materia de asistencia social no se cuenta con asilos o guarderías; en las instalaciones del DIF brindan apoyos a población vulnerable. (PDU Palenque 2007-2030:25)

Comercio: Se cuenta con un supermercado. Además, operan dos tipos de comercio, el dirigido al turismo, está sobre la Avenida Juárez y el Parque Central, incluye comercio informal sobre las banquetas. La población local se surte en el mercado que cuenta con 130 puestos y 12 locales de cocina-comedor. En Pakal-Ná hay un mercado de 90 puestos pero que no está en funcionamiento. (PDU Palenque 2007-2030:25)

Industria: Las áreas en donde se concentra la mayor parte de actividades industriales es al Nororiente de Pakal-Ná, en parte por la cercanía con las vías del tren. Existen fabricas que procesan la palma africana, sin llegar a su máximo potencial. La industria general de Palenque está enfocada en atender el consumo local, de herrería, carpintería y talleres de reparación.

Deporte, recreación y Cultura: No se cuenta con áreas recreativas además del parque central. Se cuenta con una unidad deportiva con dos campos de beisbol y una cancha de futbol. También existen juegos infantiles en Palenque y Pakal-Ná pero que requieren mantenimiento. Se cuenta con una casa de la cultura, un centro social ganadero, un auditorio, una biblioteca. No se cuenta con teatros, salas de exposición o cines, en Pakal-Ná no se cuenta con ningún tipo de equipamiento cultural. PDU Palenque 2007-2030:25)

---

#### MANTENIMIENTO

El Programa de Desarrollo Urbano Palenque 2007-2030 señala que además de la Plaza Principal de Palenque, que tiene mobiliario urbano en buen estado, aunque de baja calidad, el resto de las poblaciones no cuentan con mobiliario urbano de importancia. Se carece de

señalamientos adecuados y de los servicios indispensables para su función como sitio histórico y de captación de flujos turísticos significativos; carece de señalamientos vial, de información y de equipamiento turístico. (PDU Palenque 2007-2030: p.31)

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 señala que se deben mejorar los sistemas generales de agua entubada y drenaje, e implementar un sistema de drenaje de aguas pluviales. (PMD Palenque 2018-2021 p.59)

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

El Programa de Desarrollo Urbano Palenque 2007-2030 propone que el desarrollo urbano debe de ordenarse, y que la zona de crecimiento más factible es la zona oriente, entre el aeropuerto y la actual área urbana; es necesario plantear un libramiento oriente que establezca la comunicación más directa entre ambas zonas y cercano al aeropuerto deberán de crearse zonas de amortiguamiento, ya que la vegetación existente debe de conservarse.

También propone que se debe:

- Reubicar la Terminal de autobuses foráneos y suburbanos,
- Implementar estacionamiento públicos en el primer cuadro de la ciudad,
- Reubicar el mercado municipal, ordenamiento del comercio informal,
- Crear una universidad que se adopte a las necesidades propias de la región,
- Construir un centro recreativo adicional al parque de feria,
- Buscar una zona apta para la instalación de un nuevo panteón,
- Mejorar las condiciones del basurero municipal,
- Reubicar a las oficinas de gobierno del estado en un solo edificio (proyecto en proceso) y establecer espacios adecuados para la instalación de nuevas estaciones de servicios y desarrollo turístico. (PDU Palenque 2007-2030: p-37).

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

De acuerdo La información contenida en el Perfil Municipal de Palenque (CEIEG 2014) se establece lo siguiente:

Superficie: 2,886.85 km<sup>2</sup>

Localización: Las coordenadas de la cabecera municipal son: 17°30'33" de latitud norte y 91°58'56" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 60 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Tabasco y Catazajá, al este nuevamente con el estado de Tabasco, La Libertad y la República de Guatemala, al sur con Ocosingo y Chilón; y al oeste con Salto de Agua.

Localidades: las principales localidades son Palenque, Lázaro Cárdenas, Reforma Agraria, Río Chancalá, dr. Samuel León Brindis, San Martín Chamizal, Agua Blanca Serranía, Estación Lacandón, Arimatea y Saturnino Ríos; dando un total de 693 localidades de este municipio.

Fisiografía: este municipio pertenece a las regiones fisiográficas Llanura Costera del Golfo, Montañas del Norte y Montañas de Oriente. El 68.76% de la superficie municipal se conforma de lomeríos con llanuras e 14.24% de sierra alta de laderas tendidas, el 10.11% de sierra baja, el 3.4% de llanura aluvial costera inundable, el 1.52% de sierra alta escarpada compleja, el 1.03% de sierra alta plegada con cañadas y el 0.66% de cuerpos de agua. La altura del relieve va de los 10 m a los 800 msnm.

Geología: terrenos cuaternarios con roca sedimentaria y terciario con roca sedimentaria arenisca.

Edafología: Los tipos de suelos predominantes tienen acumulación de arcilla en el subsuelo, es ácido o muy pobre en nutrientes, de zonas tropicales a templadas muy lluviosas, susceptibles a erosión. Otros tipos de suelo presentes se caracterizan por no tener capas distintas, su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende del terreno en que se encuentren.

Hidrografía: Las principales corrientes del municipio son el Río Usumacinta y los ríos perennes Bascán, Chacamax, Chancalá, Chocoljá, Chuyipa y Michol; también se encuentran las lagunas perennes Agua Fría, San Juan, Laguna Amarilla, Medellín, Tintillo y Nueva Esperanza. El territorio municipal se encuentra conformada por varias subcuencas que son: Usumacinta, Chacamax y Chocoljah (de la cuenca Río Usumacinta) y Chilapa, Tulijá y Basca (de la cuenca Grijalva - Villahermosa). (PMD Palenque 2015-2018 p. 29)

Vegetación: Pastizal cultivado, 57.97% del territorio, selva alta perennifolia secundaria 30.92%, selva alta perennifolia 3.67%, Sabana, 2.46%, agricultura de temporal 1.49%,

otros, 1.4%, Tular, 0.99%, Bosque cultivado (0.74%) Agricultura de riego, 0.22%; pastizal inducido 0.13% y Selva baja espinosa subperennifolia 0.01%. (PMD Palenque 2015-2018 p. 30)

Flora: las especies más representativas son fausabián, hule, caoba, cansan, guarumbo, ceiba, chapulín, predominan las maderas preciosas como cedros, caoba, ceibas, chicozapotes. (PDU Palenque 2007-2030)

Fauna: jabalí, armadillo, mapache, tortuga plana, tortuga cocodrilo, puercoespín, coatí, tlacuache, venado cabrito. (PMD Palenque 2015-2018p. 30)

Clima: Cálido húmedo con lluvias todo el año en el 9449% del territorio municipal y cálido húmedo con lluvias en verano en 5.5% del municipio. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio varía entre 18°C y 22.5°C, y la máxima promedio va de 27°C a 34.5°C. En el periodo de noviembre - abril, la temperatura mínima promedio va de 18°C a 19.5°C, y la máxima de 27°C a 30°C.

Precipitación: En los meses de mayo a octubre, la precipitación media fluctúa entre los 1400 mm y los 2600

mm, y en el periodo de noviembre - abril, la precipitación media va de los 500 mm a 1200 mm.

Eventos climatológicos extraordinarios: lluvias y deslaves.

Áreas Naturales Protegidas: El municipio cuenta con 1,805.55 m<sup>2</sup>., de áreas naturales protegidas, que representa el 0.62% de la superficie municipal.

- Parque Nacional "Palenque" constituido por (selva alta y mediana perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea y selvas húmedas y subhúmedas (selva alta y mediana perennifolia). Abarca 1,716.67 ha. Y su ecosistema está considerado en peligro de desaparecer; en él existen muchas especies de animales en peligro de extinción. (PMD Palenque 2015-2018)

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

De acuerdo con el diagnóstico presentado en el Programa de Desarrollo Urbano de Palenque, Chiapas, 2007-2030, existe un grave deterioro del entorno natural inmediato al área urbana por el surgimiento de nuevos asentamientos irregulares pero también por el establecimiento de diversos negocios en las cercanías de las áreas naturales. Esta

situación se vuelve más crítica por las deficiencias en la disposición de la basura generada en la ciudad, deteriorando adicionalmente la imagen urbana y desalentando el turismo a la ciudad y a la zona arqueológica cercana. (PDU Palenque 2007-2030:12)

La contaminación de agua y suelo, provocada por los desalojos directos tanto de aguas residuales como de desechos sólidos dentro de la misma estructura urbana, principalmente en los arroyos Chinchibol y Bajluntie es una grave problemática de la zona urbana de Palenque y Pakal Nah. Estos problemas se acentúan en las cañadas del oriente y el norte inclusive dentro de la estructura urbana, donde se vierten las descargas de aguas residuales sin tratamiento alguno, de las áreas que cuenta con drenaje. (PDU Palenque 2007-2030:27)

Dentro de la problemática ambiental el tema de mayor relevancia es la contaminación de los ríos Chacamax y Bajluntie, con las descargas de aguas negras. Esto origina que otros centros de población reciban dichas aguas contaminadas produciendo un sinnúmero de enfermedades de pobladores vecinos que acuden y saturan los centros de salud de Palenque.

Otro gran problema es la generación de residuos sólidos; principalmente la que proviene del mercado municipal y los residuos que arrojan los habitantes de las zonas en los márgenes de los ríos; además de que los residuos recolectados por el municipio son depositados en un tiradero a cielo abierto. (PDU Palenque 2007-2030:37)

---

#### MOVILIDAD URBANA

Transporte aéreo. La Terminal aérea de este aeropuerto fue inaugurada el 3 de octubre de 1996 y actualmente no realiza ninguna operación comercial, solo se limita a aviones pequeños.

Transporte terrestre: La red principal de caminos confluye a las cabeceras municipales de Catazajá, Palenque, Salto de Agua y Ocosingo, donde los pueblos de la región obtienen el abasto de productos de primera necesidad. En los principales poblados de la región funcionan líneas de transporte de pasajeros, que debido a las condiciones de los caminos operan con costos elevados.

Transporte Foráneo: En Palenque funciona dentro del área urbana una Terminal de autobuses foráneos a la cual arriban cinco líneas de primera clase, tres de segunda clase, y

servicios colectivos. Desde Palenque se puede viajar a la ciudad de México, Emiliano Zapata, Villahermosa, Champotón, Campeche, Mérida, Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Felipe Carrillo Puerto, Chetumal, Escárcega, Macuspana, Cárdenas, Coatzacoalcos, Córdova, Orizaba, Veracruz, Juchitán, Tehuantepec, Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Ocosingo, y Playas de Catzajá.

Servicio colectivo: en unidades de 10 a 20 pasajeros se da servicio a la zona arqueológica de Palenque, Misol Ha, Agua Azul, Catzajá, Zapata, Bonampak, Yaxchilán, Frontera Corozal, etc. (PDU Palenque 2007-2030:22) Se pueden contratar servicios de transportación privados.

Servicio de taxis: hay tres distintos sitios de taxi, en el parque central, en la plaza de artesanías y en el jardín central de Salto del Agua que salen cada 15 minutos a las localidades cercanas.

Transporte ferroviario: la Compañía de Ferrocarriles Chiapas-Mayab transporta carga y cuenta con dos estaciones, una en Salto del Agua y otra en Pakal-Ná, las rutas son Córdova-Mérida, y funciona con dos corridas diarias, una hacia Mérida y otra hacia Córdova.

Tránsito y Vialidad. La estructura vial se ve afectada por las terminales de autobuses y los paraderos de transporte urbano causan problemas vehiculares en la Av. Juárez. Otro punto que ya presenta problemas por alta densidad vehicular, son las cuatro esquinas del parque central. (PDU Palenque 2007-2030:20)

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Palenque se llega por la carretera federal que conecta Villahermosa, en Tabasco, con Tapachula en Chiapas, así como una carretera estatal que conecta Palenque con Tuxtla Gutiérrez. Palenque cuenta con servicio público concesionado, transporte urbano, suburbano y foráneo. Cuenta con un aeropuerto, una estación de autobuses de pasajeros, y servicio de taxis. Existe una ciclovía que conecta la zona arqueológica con el centro de Palenque

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se

puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local. También es necesario pavimentar las calles y construir banquetas en las zonas conurbadas. Para la zona arqueológica se requiere limitar la velocidad de los vehículos, utilizando reductores de velocidad, topes y señalamiento.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores

ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

#### *Ecuación 12 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su

cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 13 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para

visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

---

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

---

##### Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	48.02%
Mujeres	51.98%
Población Indígena	31.17%
Menores de 15 años	31.1%
Población de 15 a 65 años	65.01%
Mayores de 65 años	3.22%

---

Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	43.80 %
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	55.02 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	26.33 %
índice de desempleo	2.40 %.
Pobreza y Rezago	
Población en pobreza:	77 %
Población vulnerable por carencias:	16.6 %
Turistas con pernocta**	Ene-Dic 2018
Cuartos Disponibles	2,120
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	33.61%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	483,720
Estancia promedio turismo individual	1.08 noches
Densidad Promedio por habitación	2.03 personas

CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

#### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 75,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos

Cuentan con un relleno sanitario y un tiradero a cielo abierto que requiere ser saneado

Capacidad de Manejo Turístico RSU = medio

#### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 0.54 Ips.

Caudal Tratado: 0.54 Ips.

Aguas Residuales generadas por la población: 17.746 m3 al día (calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio no cuenta con capacidad para el Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Capacidad de Manejo Población Local = bajo

Agua Potable: el consumo de agua potable es de 6,160.00 m3 al día

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

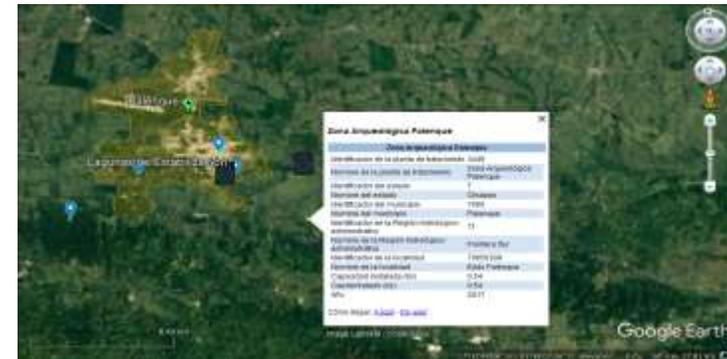
1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 44

- Gerentes y directivos: 1
- Administrativos y contables: 9

- Técnicos y operativos: 34
2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 1 pozo y 1 manantial
  3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Río o Laguna.
  4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 18.9%
  5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 75,000 kg.  
Tipo de recolección: No selectivo (100%)
  6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 5 vehículos.
    - Con compactador: 4
    - Con caja abierta: 1
  7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 70%
  8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:
    - Recolección y disposición final.
  9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 142
- Hombres: 451

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 41 Numeralia por Localidad: Palenque*

Población al 2015	110,918
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	2,120
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax por habitación)	1,547,600
Densidad promedio por habitación	2.03
Ocupación promedio	33.61%
Turistas noche 2018 (Total anual)	522,164
Excursionistas INAH 2018	747,605
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	2,048
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	92.7%
Conectividad doméstica al drenaje	89.1%
Capacidad de Recolección de RSU	46.0%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0.0%

*Tabla 42 Capacidad de Manejo: Palenque*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Palenque	46.0	89.1	92.7	75.97

*Tabla 43 Capacidad de Carga Efectiva: Palenque*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Palenque	117,206	114,397	75.97	86,903

Con una capacidad de manejo del 75.97%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 86,903 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas

- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez,

(2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xv</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Palenque	1,600	3	9	3.0	20	6	60	66

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF	CCR
						Al día	por hora
Z.A. Palenque	3	24	485	6	1	1,600	177

\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que recorre la zona arqueológica.

Se calcula que 177 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

En Palenque no se cuenta con los servicios municipales necesarios para detonar el turismo, ni las regulaciones ambientales para proteger su capital natural. No está superada su capacidad de carga en servicios de alojamiento.

La zona turística de la ciudad de Palenque es de tamaño reducido, con fuerte carga vehicular. La cantidad de personas que sólo visitan la zona arqueológica es mayor al número de personas que también visitan la zona centro.

---

#### ÁREA DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos.  
Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

- la zona arqueológica ya presenta áreas con sobrecarga turística, especialmente el estacionamiento, la taquilla, la puerta de acceso, la entrada a los principales templos.
- Otro de los problemas agudos en Palenque son las vialidades y el transporte (urbano y suburbano), el primero se enfatiza en la falta de salidas viales y circuitos que permitan descongestionar la zona centro de Palenque, ya que ahí están concentrados las oficinas del gobierno estatal, federal, bancos, comercio y algunos hoteles. Por lo tanto las vialidades están aglomeradas de vehículos que circulan de manera rotativa buscando estacionamiento o una vialidad de salida del centro. (PDU Palenque, 2007-2030:P.37)

---

#### ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO

Sólo se cuenta con infraestructura hotelera en la ciudad de Palenque y con algunos campamentos ecológicos en la ruta de acceso a la zona arqueológica. Palenque no cuenta con infraestructura para recibir turismo en materia de saneamiento de aguas residuales o gestión de residuos sólidos en ninguna parte de la ciudad o municipio. Sólo hay servicios turísticos en la cabecera municipal.

---

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar los siguientes objetivos ODS

 5 IGUALDAD DE GÉNERO	Descripción	Localidad Elegida
Justificación	Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas	Palenque
	Palenque se encuentra en una zona donde la comunidad local se ha organizado para regirse con soberanía y autonomía. Esta organización ha fortalecido también a las mujeres; por lo que se debe seguir motivando a la comunidad local	

	a permitir el empoderamiento femenino, la igualdad y justicia social y el respeto a las mujeres como jefas de familia y proveedoras de sustento a la par de los hombres. fomentando que los jóvenes se desarrollen en escenarios de respeto y tolerancia ante la diversidad cultural y el género, fortaleciendo el acceso a los derechos humanos de la población local y visitante.
Estrategia Principal	fomentar la participación de las mujeres de forma organizada y colectiva dentro de proyectos productivos comunitarios; mejorar el acceso a la salud reproductiva de las mujeres, y a la salud familiar de sus hijos, a fin de que se pueda implementar la planificación familiar, y la mejor calidad de vida para los menores y las mujeres. fortalecer y empoderar a los colectivos sociales que ya existan para que ellos sean quienes promuevan esto.

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.
- Renovar y modernizar el sistema de abastecimiento de agua potable.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.

---

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Realizar un saneamiento del relleno sanitario abandonado y dejar de utilizarlo como tiradero a cielo abierto.
- Se requiere urgentemente la modernización del sistema de abastecimiento de agua potable, el acueducto y los aljibes domésticos ya que presentan fugas de agua constantemente.
- Se requiere impulsar la instalación de más sistemas captadores de agua pluvial, así como reparar los existentes para que sean más eficientes.
- Implementar programas de protección a la fauna silvestre, especialmente a la fauna que depende del consumo de agua en las aguadas para su supervivencia.
- Regularizar el acceso del público en general a la cueva de los murciélagos
- Limitar el uso de pesticidas y agroquímicos para no causar daño a los animales e insectos polinizadores.

El Programa de Desarrollo Urbano Palenque 2007-2030 propone que el desarrollo urbano debe de ordenarse, y que

la zona de crecimiento más factible es la zona oriente, entre el aeropuerto y la actual área urbana; es necesario plantear un libramiento oriente que establezca la comunicación más directa entre ambas zonas y cercano al aeropuerto deberán de crearse zonas de amortiguamiento, ya que la vegetación existente debe de conservarse.

También propone que se debe:

- reubicar la Terminal de autobuses foráneos y suburbanos,
- implementar estacionamiento públicos en el primer cuadro de la ciudad,
- reubicar el mercado municipal, ordenamiento del comercio informal,
- crear una universidad que se adopte a las necesidades propias de la región,
- construir un centro recreativo adicional al parque de feria,
- buscar una zona apta para la instalación de un nuevo panteón,

- mejorar las condiciones del basurero municipal,
- reubicar a las oficinas de gobierno del estado en un solo edificio (proyecto en proceso) y establecer espacios adecuados para la instalación de nuevas estaciones de servicios y desarrollo turístico. (PDU Palenque 2007-2030: p-37)
- Las principales recomendaciones que emanan del diagnóstico realizado para el cálculo del Índice Básico de Ciudades Prósperas, elaborado por Infonavit y ONU Hábitat en 2018 son las siguientes:
  - Realizar los análisis necesarios para identificar y confirmar las vocaciones económicas considerando el entorno social y ambiental de la aglomeración urbana, con el propósito de contar con las más altas posibilidades de generar empleo asociado a las capacidades de la población local, así como las condiciones del entorno social y ambiental.
  - Concertar con las instituciones educativas programas intensivos de formación y actualización orientados de manera directa a las

ramas de la producción que deberán impulsarse de acuerdo con las vocaciones del municipio y su entorno.

- Integrar planes y estrategias de desarrollo económico en los Programas Municipales de Desarrollo que permitan identificar las ventajas competitivas del municipio y su región de influencia, a fin de consolidar cadenas productivas integradas que generen mayor valor agregado, crecimiento económico y empleo decente.
- Intervenir activamente los barrios precarios, desde las instituciones locales, para dotarlos de infraestructura e incrementar el acceso a los servicios de agua mejorada, saneamiento o drenaje y energía eléctrica. Es recomendable generar alianzas desde el municipio con entidades estatales y federales para poder focalizar fondos supramunicipales que financien estas acciones.
- Incentivar la vivienda social intraurbana mediante herramientas fiscales y de gestión de suelo,

como las tasas crecientes de impuesto predial a lotes baldíos o subutilizados, el incremento de la edificabilidad para vivienda social en áreas propicias intraurbanas.

- Elaborar y/o actualizar los reglamentos asociados a la localización y construcción de vivienda, particularmente social, para elevar los estándares actuales de calidad, dimensión, durabilidad y localización de las viviendas, así como para mejorar su accesibilidad a los transportes, al empleo y a los equipamientos sociales.
- Ofrecer alternativas de diseño para mejorar la funcionalidad e imagen de las viviendas mediante asesoría constructiva, créditos, subsidios y apoyo con banco de materiales para construir, mejorar o ampliar las viviendas.
- Empezar programas de regeneración urbana en barrios y colonias deterioradas, aprovechando los programas federales y estatales, así como las iniciativas del sector privado para mejorar su infraestructura, crear o mejorar los

equipamientos básicos (educación, salud, cultura,

- deporte), crear o mantener espacio público y fomentar empleo asociado directamente a la vivienda.
- Definir polígonos de lotes con servicios y/o con proyecto bien localizados con relación al acceso al empleo y equipamientos urbanos para las familias de menor ingreso que no acceden a los fondos de vivienda y que se localizan en asentamientos irregulares o en condiciones de hacinamiento.
- Incentivar y apoyar la localización de servicios médicos básicos dentro del municipio y gestionar programas que ofrezcan los servicios médicos básicos en las áreas habitacionales o directamente en las viviendas para la población que así lo requiera.
- Crear las condiciones para reducir distancias y tiempos de traslado, tiempos de atención y mejorar la calidad de la atención en zonas

carentes o con insuficiencia de servicios de atención a la salud. Para lo anterior será fundamental hacer gestiones ante servicios estatales y nacionales de salud (Seguro Popular, IMSS, ISSSTE, entre otros).

- Priorizar los recursos destinados a infraestructura de transporte público sobre otros medios de transporte. El impulso al transporte público deberá responder a las necesidades y particularidades del contexto urbano, tales como el número de pasajeros, longitud del sistema, modalidad de transporte y frecuencia del servicio.
- Fortalecer la capacidad financiera municipal mediante estrategias de gestión de la movilidad como cargos por congestión, regulación del estacionamiento en vía pública a través de parquímetros, entre otros, con el fin de obtener recursos para invertir en transporte público y no motorizado.
- Aplicar límites de velocidad que propicien entornos seguros para peatones y ciclistas, considerando la escala del sistema vial. En áreas

intraurbanas, es recomendable la implementación estratégica de zonas con velocidades máximas de 30 km/h, acompañadas de adecuaciones en la infraestructura vial, tales como el ensanchamiento de banquetas e implementación de calles tranquilizadas y ciclovías.

- Realizar a nivel urbano los estudios de movilidad asociados directamente con las estrategias de desarrollo urbano y ordenamiento territorial y ecológico, para establecer estrategias integradas de movilidad sostenible (transporte público, peatón, ciclovia), con el propósito de reducir el uso del automóvil y concretar proyectos de transporte público que reduzcan tiempos y costos de traslado a los ciudadanos.
- Elaborar un inventario preciso sobre la localización, tipología y estado actual de todo tipo de espacios públicos en el municipio, con el objeto de planificar y evaluar su distribución, cobertura y accesibilidad equitativa.

- Aprovechar los terrenos baldíos intraurbanos para crear nuevos espacios abiertos mayores proveedores de servicios ambientales, transformando espacios generalmente considerados como inseguros en nuevos espacios públicos y creando una nueva relación con el paisaje urbano y natural.
- Crear un programa de reforestación urbana, orientado a la plantación de arbolado local en espacios públicos como calles, plazas y parques. Se recomienda que el ejercicio involucre directamente a vecinos, asociaciones de la sociedad civil y al sector privado para su realización.
- Asegurar la accesibilidad universal en los espacios públicos mediante la adecuada señalización de los cruces peatonales, eliminación de barreras arquitectónicas que dificulten la circulación de personas con discapacidad y la disminución de la velocidad vehicular en los entornos próximos a los principales lugares de reunión y esparcimiento.
- Estimular la participación ciudadana para el rescate, activación y apropiación de los espacios públicos. Colaborar con organizaciones de la sociedad civil, artistas o centros educativos para generar programas que fomenten la ocupación de estos espacios con actividades deportivas, recreativas y culturales.
- Proteger legalmente mediante los instrumentos de planeación urbana, territorial y ecológica las áreas con alto valor ambiental para la ciudad y su región.
- Establecer mecanismos de monitoreo cotidiano que inhiban la agresión a mujeres en el transporte público y en los espacios comunitarios. Asimismo, crear grupos a nivel social y dentro de los sistemas de seguridad pública para mejorar la atención a denuncias y reducir efectivamente la agresión hacia las mujeres.
- Definir programas específicos con recursos públicos dedicados a atender las necesidades educativas de las mujeres, con énfasis en las que

- trabajan, que son madres o que atienden y defienden la vivienda en asentamientos precarios.
- Establecer horarios de tránsito escalonados que permitan discriminar la circulación vehicular dentro del tejido urbano (carga y descarga nocturna, entrada y salida laboral en horarios escalonados, etc.).
  - Impulsar programas municipales de reforestación urbana, movilidad eléctrica y movilidad no motorizada, entre otros, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
  - Establecer programas de chatarrización de vehículos obsoletos con enfoque de la reducción de la contaminación vehicular y reciclamiento de los desechos.
  - Crear un sistema integral de gestión y tratamiento de residuos sólidos, incluyendo sistemas de recolección, plantas separadoras y de reciclaje de residuos sólidos.
- Fomentar el desarrollo de la industria especializada en el reciclaje
  - Promover la educación ambiental y la cultura cívica. Para ello, se deberán desarrollar programas participativos y campañas de comunicación para la producción y consumo responsable, la cultura de la separación de la basura, el uso respetuoso de los espacios públicos y áreas naturales, así como el uso consciente del agua.
  - Crear un sistema de monitoreo e información que incluya la contaminación atmosférica, la contaminación del agua y los sistemas de tratamiento, y la contaminación de las tierras urbanas. Asimismo, poner a disposición la información e involucrar a la población en la colecta de información mediante una plataforma participativa.
  - Crear un plan integral de manejo de la red hidráulica y tratamiento de aguas servidas, que incluya la evaluación de la calidad de las redes de abastecimiento y alcantarillado y su mejora, la

- creación de un plan maestro para el tratamiento de aguas residuales y la instalación de plantas tratadoras para la reutilización del agua tratada.
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, bordes de los ríos, barrancas o tierras contaminadas por materiales industriales, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano.
  - Instaurar la creación campañas de concienciación electoral que busquen: crear conciencia ciudadana sobre la importancia de participar en el proceso electoral e involucrarse en las decisiones políticas.
  - Promover la creación de observatorios urbanos que actúen como instrumentos de transparencia y rendición de cuentas, evaluando sistemáticamente la acción pública y difundiendo sus avances y/o retrocesos en la atención a las demandas sociales.
- Incluir en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano una estrategia general de redensificación que incentive la edificabilidad en las zonas consolidadas de la ciudad y desincentive el consumo territorial en las zonas periféricas.
  - Desarrollar lineamientos y normativas en los instrumentos de planeación que protejan y pongan en valor las áreas naturales y la matriz biofísica del territorio. Estos lineamientos estarán enfocados a impedir o restringir la urbanización de suelos de uso agrario o de especial valor ambiental y ecosistémico, como aquellos ligados a cuerpos de agua, laderas, entornos litorales o de alto valor paisajístico, entre otros.
  - Identificar los solares vacíos y las manzanas subutilizadas insertos en el tejido urbano consolidado del municipio. Esto permitirá reconocer áreas de oportunidad para redensificar la ciudad y posibles ámbitos de actuación para impulsar soluciones de vivienda social intraurbana.

- Desarrollar e implementar las normas y lineamientos, así como incentivos y desincentivos que permitan avanzar hacia ciudades más consolidadas y compactas, reduciendo la expansión difusa y dispersa y reduciendo costos de nueva infraestructura y su mantenimiento, así como de transporte de personas y bienes entre centro y periferia. Destacando incentivos para ocupar los vacíos dentro de las ciudades, a la vez que desincentivos en la periferia alejada, donde debieran promoverse usos no urbanos (agropecuarios, forestales, turísticos, etc.) que permitan mejorar la calidad de vida y ambiental del medio rural que circunda a las ciudades.

## MAPAS



Ilustración 182 Mapa territorial municipio de Palenque. © INEGI



Ilustración 183 Atractivos Turísticos Palenque

#### LOCALIDAD: BACALAR



*Ilustración 184 Bacalar. © Santiago Palomar*

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Bacalar es popularmente conocida como la Laguna de los Siete Colores debido al efecto de tonalidades azules y azul verdosas por la incidencia de la luz del sol en diferentes momentos del día sobre el agua, el reflejo sobre el sustrato blancuzco de la Laguna a distintas profundidades y el reflejo a través del filtro de agua. El origen de la Laguna fue producido por fracturas en algunas zonas de la península de

Yucatán producidas por la tectónica de placas ocurrida en el Mioceno superior. La fractura que generó la Laguna de Bacalar tiene una extensión de 42 kilómetros de longitud y se alimenta de agua que corre desde el subsuelo del litoral fluyendo desde el noreste de la península.

- Laguna Bacalar
- Cenote Azul
- Fuerte de San Felipe
- Museo de la Piratería
- Templo de San Joaquín
- Casa de la Cultura
- Plaza Principal

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Bacalar tiene el potencial turístico de ser un destino de Naturaleza, en el que se haga énfasis en el cuidado del medio ambiente, y la fragilidad del sistema bio-hidrogeológico de la Península de Yucatán y su zona costera.

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Los segmentos turísticos adecuados a Bacalar son el turismo de naturaleza, de negocios y de salud, pues su principal atractivo turístico es la laguna y la cultura, sin

embargo, ambas son frágiles y no soportaría un turismo de sol y playa, ni de alta densidad. La riqueza natural y la ubicación estratégica del municipio lo convierten en un corredor biológico que comunica las Reservas de la Biósfera de Calakmul y Sian Ka'an. Se debe privilegiar el valor ambiental del territorio por encima de cualquier otro desarrollo propuesto.

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Bacalar es Pueblo Mágico. Sus estromatolitos lo han ayudado a consolidar el turismo.

De acuerdo con el Diagnóstico del POEL del Municipio de Bacalar (2016) la riqueza forestal, la flora, fauna y sistemas lagunares constituyen sin duda alguna un potencial impresionante para el desarrollo del turismo de naturaleza. En este sentido, el Plan de Desarrollo Municipal 2011-2013 establece que el potencial de desarrollo radica en los modelos de turismo alternativo, turismo de naturaleza, turismo de aventura y turismo cultural (PDM de Bacalar 2011-2013). De acuerdo con el Diagnóstico del POEL del Municipio de Bacalar (2016) en el 46% del territorio municipal, la aptitud para el sector turismo es muy baja; el 36% presenta aptitud baja, el 13% presenta aptitud media y

se encuentra en las cercanías de la Laguna de Bacalar; el 1.35% del territorio, es decir 9,674 hectáreas presenta aptitud alta y se encuentra en la misma zona y en los alrededores de la ciudad de Bacalar; y el 2.7% o 19 mil hectáreas en la región de Río Hondo, Río Escondido y Laguna de San Pedro cuentan con condiciones de aptitud muy alta para el sector turismo. Para determinar el grado de aptitud de un área se tomaron en cuenta las vías de comunicación en el área, las zonas arqueológicas, la infraestructura básica urbana y comunitaria, los cuerpos de agua, presencia de estromatolitos, vegetación en óptimas condiciones, fauna silvestre, servicios turísticos a no más de 3 km, y que estuviera fuera de zonas de alto riesgo hidrometeorológico.

En 2016 se tiene registro de 21 hoteles, 15 cabañas y 11 posadas; acumulando 515 cuartos de hotel; así como de 32 expendios de alimentos preparados.

En 2017 ya se tenía un total de 62 alojamientos con un total de 573 habitaciones.<sup>xvi</sup>

En plataformas digitales se puede encontrar 197 opciones de alojamiento, desde cabañas, hostales, hoteles, posadas

y 78 rentas vacacionales. En AirBnb se puede encontrar 300 alojamientos. Hay 160 restaurantes.

### PERFIL DEL VISITANTE

De acuerdo con el documento elaborado por SEDETUR, en el periodo comprendido entre enero y marzo del 2018 podemos definir el perfil del turista que visitó Bacalar en ese periodo de tiempo.

Tabla 44 Perfil del visitante, Bacalar

Categoría	Respuesta	Porcentaje
Procedencia	México	74.0%
	Europa	14.2%
	Estados Unidos	5.9%
	Canadá	1.7%
	Latinoamérica	2.8%
	Resto del mundo	1.4%
Edad del Visitante	20 a 29 años	32.4%
	30 a 39 años	32.2%
	40 a 49 años	13.5%
	50 a 59 años	8.3%
	60 o más años	5.9%
Motivación para viajar	menores de edad	7.9%
	amigos/familia	57.4%
	visita anterior	10%
	otros motivos	32.7

Veces que ha visitado el destino	primera vez	79.0%
	segunda vez	10.7%
	tercera vez	4.7%
	más de 4 veces	5.7%
Estancia promedio	Estancia promedio	5.6 días
Estancia en el Destino	1 y 2 días	14.0%
	3 y 4 días	41.8%
	5 a 7 días	24.7%
	Más de 7 días	19.5%
Tamaño del grupo	Tamaño del grupo	2.8 personas
Acompañantes	en pareja	40.3%
	en familia	24%
	con amigos	19.3%
	solo	16.3%
Tipo de paquete vacacional	sin paquete vacacional	78.5%
	paquete avión y hotel	14.7%
	Plan europeo	4.1%
	todo incluido	2.7%
Forma en que adquirió el viaje	Agencia online	6.0%
	Agencia de Viajes	21.0%
	Web aerolínea	29.2%
	Buscador	21.0%
	Web hotel	10.7%
	Vía telefónica	8.6%

<i>Razón del viaje</i>	Tiempo compartido	2.5%
	Sol y Playa	77.6%
	Luna de miel	2.3%
	Cultura Maya	3.3%
	Visita Familiar	4.7%
	Boda	5.4%
	Negocios	4.7%
	Otros	2.0%
<i>Tipo de hospedaje</i>	Hotel	78.1%
	AirBNB	10.5%
	Tiempo compartido	1.4%
	Casa de amigos	7.5%
	Renta Vacacional	1.7%
<i>Pernocta en otros destinos</i>	Porcentaje de turistas	40.3%
	Estancia promedio	3.1 noches
<i>Distribución de pernocta en otros destinos</i>	Mahahual	20.7%
	Tulum	16.3%
	Playa del Carmen	10.3%
	Cancún	8.7%
	Chetumal	3.7%
	Mérida	3.0%
	Valladolid	2.7%
	Belice	2.3%
	Holbox	2.0%
Cozumel	1.7%	

<i>Estancia en otros destinos</i>	Isla Mujeres	1.7%
	1 noche	20.7%
	2 noches	28.6%
	3 noches	23.5%
<i>Excursiones</i>	4 o más noches	27.2%
	Actividades acuáticas	44%
	Zonas Arqueológicas	32%
	Cenotes y cavernas	15.7%
	Ciudades cercanas	13.0%
	Ecoturismo	5.0%
	Parques Recreativos	2.3%
	Entretenimiento	0.0%

## TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

5.2 noches

## RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

La Laguna de Bacalar es una maravilla natural con un potencial turístico muy importante. La claridad del agua de su laguna de “siete colores”, la extensión de dicho cuerpo de agua, más de 50 kilómetros, el clima templado durante todo el año, la cercanía con la costa y la accesibilidad

relativamente cercana al corredor turístico Cancún-Riviera Maya (250 Km) ponen a Bacalar como un municipio con gran potencial turístico, si a todo esto le agregamos que debido a la llegada del sargazo a las costas muchos visitantes investigan donde no hay alga y se enteran de esta increíble laguna.

Desde las recientes llegadas de sargazo a las costas del Caribe Mexicano Bacalar se ha convertido en un destino predilecto para un segmento del viajero. En Bacalar no hay hoteles cinco estrellas, ni restaurantes de alta cocina, lo que si hay es una de las vistas más hermosos del planeta, cuyas fotografías se hacen más famosas cada día. Debido a este reciente interés las casas que antes eran de fin de semana se han convertido en establecimientos de renta vacacional u hoteles, incluso hasta las viviendas del centro se han comercializado a través del esquema de AIBNB. La fama de Bacalar ha venido creciendo año con año a tal grado que en la temporada de invierno primavera 2019, que es la temporada alta, la ocupación de la avenida costera llega a niveles de saturación.

La estancia promedio de Bacalar es prolongada (5.2 días) lo cual indica que posee atractivos de alta jerarquía,

actualmente el destino se encuentra en un momento crítico ya que la fama y la posibilidad de acercar al turismo a través de un tren maya colocan el destino es un punto de inflexión. La infraestructura de servicios tiene que actualizarse de manera urgente antes de seguir creciendo. La falta de un sistema de drenaje y tratamiento de agua suficiente y adecuado puede poner en riesgo el principal atractivo: La laguna y sus siete colores.

Se han detectado altos niveles de coliformes en la laguna, sobre todo en las costas frente al pueblo lo cual es un indicados preocupante ya que, a diferencia de vertimientos de contaminantes al mar, la laguna no es mar abierto y cualquier efecto contaminante permanece y puede llegar a deteriorar la maravilla natural.

Tomando a Bacalar como destino de recepción de turismo se tiene que pensar en promover a otros atractivos cercanos como son la costa maya (Mahaual y Xcalac), así como Chetumal y Belice. Para no caer en sobreturismo sería recomendable diversificar la oferta y distribuir al turismo en la región.

Como se ha mencionado, la laguna es el atractivo principal de la región, es un cuerpo de agua único en el planeta y se

tiene que cuidar. La popularidad del destino y el crecimiento de visitantes, así como la inmigración está sobrepasando al ritmo de la adecuación de la infraestructura, tampoco existe un programa de manejo integral de la laguna y ni mecanismos estrictos de vigilancia. Para conservar la laguna sana será importante crear el plan de manejo bajo un plan de vigilancia estricto, en el cual se tiene que incluir el desarrollo urbano del poblado, así como el plan territorial de la región.

Bacalar es uno de los municipios del estado de Quintana Roo con mayor diversificación de la producción, esta virtud tiene que mantenerse a pesar del potencial turístico. Se tiene que fomentar la diversificación productiva y no apostar todo en el desarrollo del turismo, siendo una región con tanta riqueza y posibilidades alternas de desarrollo, pero se tiene que cuidar y proteger a la laguna como la maravilla natural que es.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

Ecológica Medio/ambiental: Se requiere decretar el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar. Ya está elaborado pero entró en una etapa de adecuación derivada de la reciente reforma de la Ley Estatal de

Asentamientos Humanos y Desarrollo Territorial (agosto 2018)

Física: No se cuenta con la infraestructura de saneamiento necesaria para atender la demanda turística. En periodos vacacionales ya se presentan situaciones de sobre-turismo

Socio-Perceptual: En temporada vacacional la ciudad de Bacalar se satura de visitantes, tanto turistas como excursionistas, alterando la calidad de vida de la población.

Económica: La población de Bacalar padece estrés alimentario; el 50% de los hombres con una ocupación productiva no reciben remuneración económica por su trabajo. Sólo 20% de las mujeres pertenecen a la fuerza laboral, lo cual reduce drásticamente los ingresos de muchas familias.

Psicológica: Bacalar ha causado disputas entre ejidatarios y ambientalistas, así como entre la explotación de sus recursos naturales, y el uso de agroquímicos y semillas modificadas en su producción agrícola, mientras que no existen regulaciones ambientales y la riqueza natural se está perdiendo por las malas prácticas agropecuarias. Los prestadores de servicios turísticos se oponen a la

regularización ambiental de la Laguna de Bacalar, lo que está causando su degradación.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

El Municipio de Bacalar se crea por decreto del Congreso de Quintana Roo el 02 de febrero de 2011. Cuenta con un alto grado de diversidad en ambientes y biológica, además de un número importante de especies endémicas de especies vegetales y fauna que en su conjunto proveen de una red útil, vital y compleja de servicios ambientales.

Bacalar se constituye de ambientes costeros y terrestres, enclavados en un sistema kárstico de ríos subterráneos. Predomina la influencia de agua pluvial y subterránea que mantiene el ciclo hidrológico de la Región Sistema Lagunas de Bacalar Bahía de Chetumal y parte del Río Hondo.

Con base en el diagnóstico presentado en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Bacalar, se establece lo siguiente:

Superficie: 7,160.2 km<sup>2</sup>

Localización: 18°40'37" latitud norte y 88°23'43" latitud oeste, con una elevación de 20 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con los municipios de Felipe Carrillo Puerto

y José María Morelos, al sur con el municipio de Othón, P. Blanco; al este con el Mar Caribe y al oeste con el estado de Campeche.

Localidades: existen 57 ejidos en el municipio de Bacalar, además de 152 rancherías y 29 localidades son indígenas.

Uso de suelo y vegetación: en el municipio de Bacalar se presentan 8 tipos de vegetación: la selva baja subperennifolia, la selva baja subcaducifolia, la selva mediana subperennifolia, la selva mediana subcaducifolia, la vegetación de petén, manglar, el pastizal o sabana, y la vegetación hidrófila o tular. Domina en el 45.18% del territorio municipal la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, seguido de selva baja subperennifolia con vegetación secundaria arbórea en 14.63% del territorio. Sólo el 11% del territorio municipal contiene selva primaria, por lo que se debería considerar como zona prioritaria para la conservación.

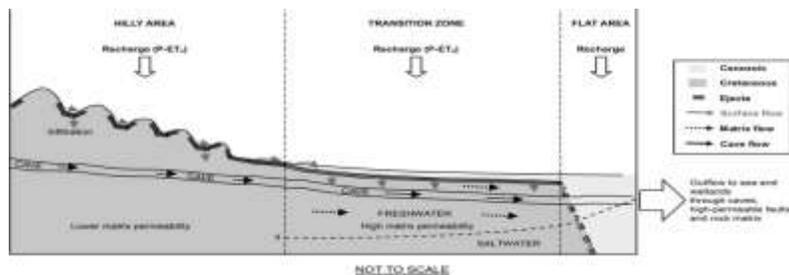
Clima: cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, como las lluvias son muy variadas provoca la formación de tres subtipos. La temperatura media anual oscila entre los 25° y 27° C.

Geomorfología: la Península de Yucatán es una formación sedimentaria de 1.5 km de espesor (López-Ramos 1975) en la cual la roca volcánica original que forma la placa de Yucatán se encuentra a gran profundidad y cubierta en toda su extensión por calizas de distinta naturaleza y antigüedad, esto es lo que le da la condición de karsticidad, es decir, la capacidad de formar cenotes, cavernas, fracturas y oquedades a partir de la disolución del suelo calcáreo ante la presencia de agua combinada con dióxido de carbono (Fernández et al. 2006). La geomorfología fina de la península refleja una gran cantidad y diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original para constituirse en lo que es la zona emergida de la Península de Yucatán. En este conjunto de procesos se incluyen los eventos tectónicos recientes que dieron lugar a las formaciones de fractura de la porción suroriental del estado y que hoy se reconocen como el sistema de fracturas de la región de Bacalar. (POEL Bacalar, etapa de Caracterización p.13)

Geología: El tipo de roca más frecuente es la caliza (Carbonato de Calcio  $\text{CaCO}_3$ ), representa más del 80% de la superficie del territorio municipal distribuido en forma

homogénea con excepción de algunas zonas ubicadas en el norte y oriente asociadas a terrenos aluviales, lacustres y el litoral colindante con la zona marítima del Caribe. En el área del municipio de Bacalar se encuentran presentes los sistemas de fracturas Río Hondo y la Sierrita de Ticul.

La topografía constituye un factor importante para la zona de recarga de la cuenca, pues como hemos mencionado antes, el nombre del tipo de formación topográfica en este municipio es "karst". Es altísimamente permeable y permite el paso del agua hacia el acuífero de forma tan importante que no existen ríos superficiales permanentes, toda el agua y la dinámica socio-ambiental, depende del subterráneo. A diferencia de otro tipo de ecosistema, toda la superficie territorial es zona de recarga de agua subterránea (figura 2) (a excepción de las zonas de descarga que son las zonas bajas y lagunas). Posee una red hidrológica formada por cuerpos de agua intermitentes y permanentes donde existe una interacción ecológica que funciona como red de altísima conectividad entre ecosistemas y sus especies (incluyendo el ser humano) con el sistema Laguna de Bacalar.



*Ilustración 185 Figura 2 Modelo conceptual de flujo y recarga de agua al subterráneo en el sur de Quintana Roo Fuente: tomado de Gondwe et al. 2010, comprobado en Ibarra-Madrigal 2019.*

**Hidrografía:** La laguna de Bacalar es uno de los pocos cuerpos de agua superficial permanente de la península de Yucatán se pueden distinguir diferentes tonalidades de azul, debido a que a su paso por los ríos subterráneos, el agua adquiere carbonatos de calcio, este material una vez llegado al agua de la laguna refleja colores turquesa con la luz del sol cuya incidencia cambia a las distintas profundidades. Dentro de la laguna existen tres cenotes: Esmeralda, Cocalitos y Cenote Negro, son expresiones kársticas, constituyen, en conjunto con los ríos subterráneos, la fuente de agua de la laguna.



*Ilustración 186 Vista aérea del cenote azul y uno de los cenotes dentro de la laguna (figuras circulares)*

La laguna de Bacalar es una falla geológica, tiene 60 km de longitud y entre 2 y 3 km de ancho, su profundidad media es de 25 m, con profundidades de hasta 72 m en los sitios con cenotes (Gobierno de Quintana Roo, 2017) y, posiblemente, mayores a 90 m (Gondwe, y otros, 2010). Y como ella hay diversas fallas que forman lagunas al este y oeste (tabla 1), su funcionamiento ambiental depende una de la otra, del subterráneo y la selva, los cenotes y la Bahía de Chetumal al este, a través de la cual el sistema interacciona con el Mar Caribe y el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) (Hernández-Arana et al. 2015).

Tabla 45 Cuerpos de agua que conforman el sistema lagunar de Bacalar

Cuerpo de Agua	Superficie (Ha)
Laguna Bacalar	6,368.83
Laguna San Felipe	1,527.60
Laguna Mariscal	832.77
Laguna La Virtud	491.18
Laguna Milagros	305.52
Laguna Chile Verde	9.38
Laguna Agua Salada	318.82
Laguna Guerrero	1,000.11

De la misma forma las estructuras hidrogeológicas que conforman al acuífero interconectan al sistema al norte con el sur y al este con el oeste, por ejemplo, además de lo antes mencionado, la laguna de Bacalar está conectada con la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an al norte, el río Hondo al sur.

De acuerdo con datos obtenidos en el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar, (2016) la Subcuenca Bahía de Chetumal es la más extensa, ocupando un 42.71% del municipio, seguida de la Subcuenca denominada Xpechil – Felipe Carrillo Puerto –

Chunhuhab, Ycactúm, L. Paiyagua, con un 39.37% de la superficie municipal.

**Microbialitos:** Los microbialitos (figura 4) son los seres fotosintéticos más antiguos en La Tierra, la comunidad de la laguna de Bacalar es la más extensa y densa en agua dulce a nivel mundial. Son comunidades microbianas que en apariencia se asemejan a rocas pues las bacterias también utilizan el material carbonatado traído por los ríos subterráneos. Dependiendo de la forma estructural interna se conocen como: trombolitos, estromatolitos y oncolitos. En México los más comunes son los trombolitos que no tiene una estructura interna, son aglomerados minerales. Los estromatolitos son rocas estratificadas y los oncolitos tienen una estructura concéntrica de la comunidad bacteriana por el crecimiento de la capa delgada de bacterias y precipitación mineral generando aros de crecimiento.<sup>xvii</sup>

La Laguna de Bacalar, Quinta Roo es el sistema de agua dulce en el planeta que alberga el arrecife de microbialitas más grande del mundo. Existen a lo largo de 42 kilómetros de toda la laguna, están presentes en diferentes tamaños y a diferentes profundidades, se han registrado una amplia diversidad de bacterias en ellas. Los microbialitos han

estado produciendo oxígeno, reciclando el nitrógeno, el azufre y capturando el CO2 de la atmósfera.



*Ilustración 187 Estromatolitos (izq.) oncolitos (der) de la laguna de Bacalar (R)  
Kamila Kobicht*

Pueden incluir en su dinámica ecológica algas como diatomeas, hongos, crustáceos, insectos, esporas, polen, rodofitas y fragmentos de sedimento de todo tipo que se calcifican formando estructuras rugosas y porosas que se cubren de un mucílago, tierra, partículas de carbonato, que quedan atrapadas y cementadas aumentando el tamaño del cuerpo y quedando como remanente fosilizado de la bacteria. Los estromatolitos pueden crecer en distintos ambientes acuíferos: dulceacuicolas, hipersalinos, intermareales.<sup>xviii</sup>

La importancia de los microbialitos<sup>xix</sup> radica en:

1. La evidenciada vida fosilizada más antigua, 3500 millones de años (m.d.a.), que se conoce en La Tierra (la edad del planeta se calcula en 4500 m.d.a.)
2. Son organismos Paleoindicadores Ambientales crónicos, es decir, que no se han extinguido, manteniendo su línea evolutiva.
3. Evidencian los ciclos biogeoquímicos y ambientales, fijando la historia en la formación de estratos.
4. Las cianobacterias liberan oxígeno a la atmósfera durante la fotosíntesis.
5. Son los primeros que formaron zonas arrecifales. Alojan una gran cantidad de fauna acuática vertebrados e invertebrados como peces, crustáceos, poliquetos, moluscos.
6. La estructura de los estromatolitos funcionan como incubadoras de fauna que habita en los cuerpos de agua.

Se ha observado que los mangles de Bacalar crecen encima de los microbialitos, se piensa que existe una relación simbiótica.

Debido al crecimiento turístico aunado al problema del sargazo, en el Mar Caribe Bacalar se ha convertido en un centro turístico de temporalidad vacacional permanente. Los sistemas de aguas residuales, el drenaje directo al subsuelo, la ineficacia de las fosas sépticas y la utilización de pesticidas y fertilizantes de áreas agropecuarias aledañas, aunado a la alta permeabilidad del suelo y flujo de agua que desemboca en el sistema acuífero y lagunar, ha producido la pérdida de más de la mitad de la densidad de microbitalitos. No existe un Plan de Desarrollo Urbano ni planes de desarrollo sostenibles que permita evitar la muerte de este ecosistema tan importante y excepcional.

#### Ecosistema de Bacalar:

Los ecosistemas de la Región del Sistema Lagunar Bacalar aún se encuentra en buen estado de conservación, sufren una gran influencia de residuos proveniente de fuentes antropogénicas derivado de actividades de agricultura y ganadería pero principalmente a la falta de drenaje sanitario de la ciudad de Bacalar que inciden negativamente en la calidad del agua de la laguna.<sup>xx</sup> La restauración de los ambientes lacustres implica la recuperación no solamente de la estructura y la composición de la vegetación, sino

principalmente del funcionamiento hidrológico<sup>xxi</sup>, por ello es imperante que las políticas públicas de desarrollo consideren como base fundamental, el funcionamiento antes descrito, con una serie de estrategias que toman como base el ciclo del agua como estrategia para el sostenimiento de los procesos socio ambientales que permiten la vida y el desarrollo de los seres vivos (humanos y no humanos).

**Flora:** Destacan especies de flora y fauna característicos de ambientes lacustres y algunas que incurren en ambientes salobres y marinos. Esta región se caracteriza por la coexistencia de vegetación de selva mediana (baja) subperennifolia con vegetación secundaria y selva mediana (baja) subcaducifolia. La selva mediana subperennifolia está compuesta por: Chacá, El Chicozapote, Ramón, Guayabillo y El Yaxnic. Selva Mediana Subcaducifolia Con Siricote, Palo de Tinte y El Chunup.

**Fauna:** Una de las especies más representativa de Bacalar es el Caracol Chivita (*Pomacea flagellata*). En cuanto a mamíferos están el Manatí, Tepezcuintle, El Jabalí, el Venado Cola Blanca y el Cereque. En el grupo de aves el más importante es el Tucán. Por su parte las especies marinas que se encuentran en el municipio de Othón P.

Blanco son la Langosta Espinosa, los Meros, Pargos, Barracuda, Chihua y Diversidad de Corales que se pueden hallar en la barrera arrecifal. En menor abundancia se puede encontrar Nutrias, Cocodrilos, Tortugas Caguama, Carey y Blanca. 90 especies de aves y 26 especies de mamíferos de Bacalar se encuentran dentro de alguna categoría de protección, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; de estas, 9 están en la categoría de P (peligro en extinción), 12 están en la categoría de A (amenazadas) y 5 están en la categoría de Pr (sujetas a protección especial). De las 90 especies de aves reportadas en la norma, 11 están en la categoría de P (peligro en extinción), 25 están en la categoría de A (amenazadas) y 54 están en la categoría de Pr (sujetas a protección especial). las 5 especies de anfibios reportadas están en la categoría de sujeta a protección especial (Pr). De 36 especies de reptiles reportadas, 10 están en la categoría de A (amenazadas) y 26 están en la categoría de Pr (sujetas a protección especial). (Diagnostico POEL Bacalar 2016:35-53)

Eventos climatológicos extraordinarios: Como toda la costa de Quintana Roo, Bacalar también tiene probabilidades de

ser afectada por un huracán o tormenta tropical en la temporada anual que va del primero de junio al treinta de noviembre. La época de lluvia intensa es el verano, con sequía interestival, se presentan precipitaciones en todos los meses, aún en los considerados como los más secos, marzo y abril, que es cuando se presentan precipitaciones exógenas traídas por las perturbaciones tropicales que se manifiestan en estas épocas, dado que el área se encuentra precisamente en la ruta de estos fenómenos hidrometeorológicos (huracanes, tormentas y depresiones tropicales).

Áreas Naturales Protegidas (ANP):

Se han realizado estudios de conectividad entre las ANP de Sian Ka'an y Calakmul, importantes para la conservación del Jaguar, sus presas y los ciclos ecológicos de los que depende el ser humano. Dichos corredores están situados en áreas con un porcentaje importante de conservación en su cubierta vegetal. El Programa de Ordenamiento Ecológico establece nueve Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con el objetivo de proteger el corredor.



Ilustración 188 Conectividad entre ANP © Conanp

De acuerdo con el POEL de Bacalar, en el municipio de Bacalar existen porciones de superficie de varias ANP, de las cuales la mayoría son de índole federal y solo una es de índole o competencia estatal. Las de competencia federal son 6 y sus datos generales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 46 Conectividad entre ANP

Nombre	Estado	Categoría	Superficie dentro del Municipio de Bacalar	% Superficie Municipal
Sian kaan	Q Roo	Reserva de la Biósfera	15.344.22 ha	2.14%
Balaan Kaax	Q Roo, Yucatán y Campeche	Área de Protección de Flora y Fauna	24.345.38 ha	3.40%
Calakmul	Quintana Roo y Campeche	Reserva de la Biósfera	58.368.47 ha	8.15%
Uaymil	Quintana Roo	Área de Protección de Flora y Fauna	52.24658 ha	7.29%
San Felipe Bacalar	Quintana Roo	Campo Experimental Forestal	8.738.45 ha	1.22%
Huub'Sak	Quintana Roo	Área Destinada Voluntariamente a la Conservación	80.09 ha	0.007%
Parque Laguna Bacalar	Quintana Roo	Parque Ecológico Estatal	5.36 ha	0.0001%



*Ilustración 189 ANP en el municipio de Bacalar. Mapa elaborado por Ventura e Ibarra, 2019, con información de la CONABIO*

Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an: Decretada el 20 de enero del año de 1986 con la categoría de Reserva de la Biósfera, su polígono tiene una superficie de 528,147 ha, de las cuales 15,344.22 ha se ubican dentro del Municipio de Bacalar y representan el 2.14% de su territorio. Su importancia radica en el grado de conservación de sus ecosistemas, la alta diversidad de especies de flora como de fauna, además de la cantidad e importancia de los vestigios arqueológicos que en ella se encuentran. Desde enero de 1996 cuenta con un Programa de Manejo.

Área de Protección de Flora y Fauna de Balaan Kaax: Decretada como tal el 03 de mayo del año de 2005 con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, su polígono tiene una superficie de 116,480 ha, de las cuales 24,345.88 ha se ubican dentro del Municipio de Bacalar y representan el 3.40% de su territorio. Ubicada en los municipios de José María Morelos y Bacalar. Esta región conocida como bosque escondido representa una importante pieza para el desarrollo del Corredor Biológico Sian Ka'an–Calakmul, ya que une a las reservas de la biosfera que lo componen y fortalece directamente al Corredor Biológico Mesoamericano. Además, constituye una

cadena de protección y manejo forestal y de fauna silvestre que garantiza la interconectividad de los ecosistemas y la permanencia de las selvas peninsulares en la denominada Selva Maya. Sus selvas bajas inundables brindan importantes servicios ambientales a las comunidades de la región, como el aporte de agua para consumo humano y cuyo flujo viaja subterráneamente hacia la costa, donde baña a los humedales de Sian Ka'an, que a su vez generan nutrientes que alimentan a los arrecifes de coral y los cenotes, además de ser también sitios de especial relevancia para el turismo. Posee una superficie de 131,610 ha. Los principales humedales ahí presentes están constituidos por selvas bajas subperennifolias inundables, un tipo de vegetación endémico de la Península de Yucatán. La conservación de estas selvas permite la preservación, en cantidad y calidad de las fuentes de abastecimiento de agua para las comunidades de la región y los humedales costeros (POEL Bacalar, etapa de Caracterización, 2016) La importancia de esta ANP radica en la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la selva baja inundable, que, además brinda servicios ambientales como fuente de abastecimiento de agua para las comunidades de la región y a los

humedales costeros. Desde julio del 2007 cuenta con un Programa de Manejo.

Reserva de la Biósfera de Calakmul: Calakmul se encuentra en la categoría de Reserva de la Biósfera. Con una superficie de 723,185.12 ha; de las cuales 58,368.47 ha están ubicadas dentro del territorio del Municipio de Bacalar, esto representa el 8.15% de la superficie municipal. La importancia de esta ANP radica en la muy basta riqueza de la biodiversidad que coexiste en su territorio y la aportación de los servicios ambientales que proporciona a las comunidades en sus alrededores.

Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil: Situada en el litoral costero al norte del municipio, esta ANP tiene una extensión de 89,118 Ha. Y forma parte de un complejo de ANP, integrado por la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y sus arrecifes. Está ubicada en los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Bacalar. Posee uno de los ecosistemas más importantes de la región, designado como humedal de Importancia Internacional por la Convención Ramsar. Está considerada también una región marina e hidrológica prioritaria por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad fue decretada como tal el 23 de

noviembre del año de 1994 con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, su polígono tiene una superficie de 84,088 ha, de las cuales 52,246.58 ha se ubican dentro del Municipio de Bacalar y representan el 7.30% de su territorio.

La importancia de esta ANP radica en la protección de la cuenca hidrológica de la Bahía del Espíritu Santo. Además de su alta biodiversidad y la protección de ecosistemas poco alterados es sitio de conservación de especies de flora y fauna en peligro de extinción y endémicas. Esta área no cuenta con un Programa de Manejo.

Campo Experimental de San Felipe Bacalar: Fue decretada el 31 de mayo de 1973 con la categoría de Campo Experimental Forestal. Tiene una superficie de 8,738.45 ha, el polígono completo se ubica dentro del Municipio de Bacalar y representa el 1.22% de su territorio.

La importancia de esta ANP radica en la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales, además de la investigación científica

Área Destinada Voluntariamente a la Conservación Huub'Sak: Decretada el 18 de noviembre del 2010 con la

categoría de Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, tiene una superficie de 50 ha. Esta área se encuentra ubicada en su totalidad dentro del Municipio de Bacalar y representa el 0.007 % de su territorio. La importancia de esta área es principalmente la conservación de la flora y la fauna que ahí radica, además de la protección para su refugio, reproducción y alimentación.

Parque Estatal Laguna de Bacalar: La Laguna de Bacalar tiene una superficie de 53,668.421 m<sup>2</sup>, en ella se llevan a cabo los procesos ecológicos que dan vida y economía a la región; sin embargo sólo 5.36 hectáreas de orilla de la laguna, están decretadas en la categoría de protección "Parque Ecológico Estatal".

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

En el 2006 la organización internacional The Nature Conservancy publicó un estudio denominado Plan Ecorregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca, donde se definieron sitios prioritarios para la conservación a nivel regional, a los cuales les llamaron Red de Áreas de Conservación (RAC), algunos de estos sitios pertenecen al municipio de Bacalar.

En el 2006 se publicó el Estudio Evaluación de la Biodiversidad de la Reserva Forestal de Ichcabal, Ejido de Bacalar, realizado por PRONATURA A.C. con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el cual se establece que El Ejido Bacalar es un área importante para la conservación de la biodiversidad. Entre los factores que fundamenta su importancia es que está incluido como uno de los sitios prioritarios terrestres para México. La asignación fue dada por la presencia de una gran riqueza biológica significativa, de especies amenazadas y el estado de conservación de estas.

En noviembre del 2015 la autoridad ambiental PROFEPA emitió una recomendación conjunta al gobierno de Quintana Roo y los Ayuntamientos de Bacalar y Othón P. Blanco a fin de instrumentar políticas locales para la atención inmediata del Área Natural Protegida Laguna de Bacalar, debido a la contaminación causada por el incumplimiento del programa de ordenamiento ecológico, el equipamiento urbano insuficiente, la proliferación de desarrollos habitacionales irregulares, la descarga de aguas residuales y lixiviados de basureros a cielo abierto en la zona; lo cual pone en peligro los ciclos biológicos de diversas especies endémicas y

migratorias. La propuesta de declarar la Laguna de Bacalar como Área Natural Protegida ha sido obstaculizada por representantes ejidales y prestadores de servicios turísticos, quienes argumentan que esto representaría un freno para el desarrollo turístico de la zona sur (Profepa, 2015).

De acuerdo con el Diagnóstico del POEL de Bacalar, (2016) además de la zona Centro y costa municipal y dividiendo el territorio municipal en los cuatro puntos cardinales, se pueden identificar los siguientes disturbios ambientales:

*Tabla 47 Disturbios ambientales en Bacalar*

<b>Disturbio ambiental</b>	<b>Norte</b>	<b>Sur</b>	<b>Este</b>	<b>Oeste</b>	<b>Centro</b>	<b>Costa</b>
Degradación de suelo	X			X		
Ocurrencia de incendios	X	X		X	X	X
Zonas de Restauración (Conafor 2011)		X	X	X	X	
Basureros y Bancos de Material Pétreo	X	X	X			
Daños por Viento	X	X	X	X	X	X

De acuerdo con el Diagnóstico para el POEL (2016) La zonas con un número mayor de disturbios dentro del Municipio de Bacalar se encuentran en la partes sur y oeste del territorio, ya que, es en éstas donde existe la mayor

ocurrencia de incendios. Esta área está considerada dentro de la zonificación forestal de la CONAFOR como zona de restauración; existen algunos basureros y bancos de material pétreo, lo que hace que exista un riesgo latente de contaminación y los puntos en los que se encuentra el arbolado con afectaciones y daño por viento se encuentran concentrados en esta zona, lo que la vuelve una zona prioritaria. En esta área se encuentran asentamientos de población importantes, y es el área con mayor número de zonas arqueológicas establecidas.

De acuerdo con el Diagnóstico POEL de Bacalar (2016) la aptitud del territorio para conservación es muy baja en el 1.83% del territorio, baja en el 20.56%, media en el 38.08%, alta en el 27.07% y muy alta en el 12.45%; tomando en cuenta que cerca del 70% del territorio presenta aptitud de media a muy alta.

---

#### TERRITORIO SENSIBLE AL AGUA

Existe una iniciativa intersectorial derivada de un estudio del ECOSUR sobre las claves para el resguardo de la vocación natural del sistema cárstico, que derivó en la necesidad de reconocer de forma explícita que

“El elemento más importante para la planeación y uso del suelo de Quintana Roo es su sistema cárstico, donde el agua (subterránea-superficial) y la conectividad entre sus elementos es la clave del equilibrio socio-ambiental y su vocación natural” (Ibarra et al. 2019)

Surge de una necesidad socio-ambiental inminente: reconocer que el sistema kárstico es especial y altamente permeable, su acuífero está conectado con el suelo, la vegetación, sus ríos subterráneos, los cenotes, los sistemas lagunares, las poblaciones (humanas y no humanas) y el Mar Caribe. Lo anterior es un reto para el diseño y aplicación de las políticas públicas, pero es imperante que contemplen la interdependencia y fragilidad de este territorio y de acuerdo con su vocación natural: sin contaminar y sin obstruir el flujo del agua.

En congruencia, La Organización de Geomática, Educación cooperativa y Ordenamiento Ambiental AC, la Secretaría de Ecología, Medio Ambiente y la Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sostenible del gobierno de Q. Roo (SEMA y SEDETUS), con Ingenieros del Instituto Tecnológico de Chetumal (ITCH) en un estudio avalado por la dirección e investigadores de ECOSUR, diseñaron sistemas

constructivos, en los que su utilización se valoró económicamente y demuestra ser rentable en comparación con las inundaciones y sus efectos para espacios públicos urbanos con el objetivo de lograr ciudades “esponja” (que permitan que el agua pase al acuífero) y determinaron principios útiles para disminuir inundaciones y sus efectos, entre los que destacan las inundaciones, que son desborde del drenaje cloacal por la presión de la lluvia, contaminación de cuerpos de agua, riesgo social, vulnerabilidad ante el cambio climático, etc. Lo anterior también permite el paso del agua a los ríos subterráneos y con ello la provisión de carbonatos de calcio, esenciales para generar los colores turquesa de las lagunas, también para el desarrollo de los elementos naturales y atractivos para el turismo, como son los corales, las tortugas y los estromatolitos. Estas claves además disminuyen la isla de calor, el rebose del drenaje de aguas negras, la contaminación de ríos urbanos y aumentan la resiliencia ante el cambio climático. Todo ello diseñado con base en la vocación natural del sistema kárstico de la Península de Yucatán. Para el campo se toma en consideración agroforestería sintrópica, la meliponicultura la acuacultura y los corredores turísticos bioculturales, entre

otros. Los 10 principios más destacados de dicha iniciativa son:

1. Reconocemos que el ciclo del agua es fundamental en la política pública, para sostener un territorio y una sociedad seguros, benignos y mejor adaptados a los efectos del cambio climático.
2. Ratificamos la importancia de la conexión entre el espacio superficial y el subterráneo. Es estratégico mantenerla en estructura y función ecológica, sin impermeabilizar el suelo y resguardando la calidad oligotrófica del agua.
3. Implementamos acciones contundentes en reducir, reciclar y reutilizar los residuos sólidos urbanos, que incluyen la participación social legítima e informada.
4. Debemos lograr una red estratégica de área verde (suelo-vegetación arbórea en su estado natural) e infraestructura esponja (de recarga al acuífero), dentro de las ciudades, como alternativa al drenaje pluvial convencional, así evitamos entubar el agua de lluvia o de los ríos.

5. Mantenemos una proporción de superficie 68% permeable y máximo 32% impermeable en los centros urbanos, lo cual se logra con el conjunto del suelo-vegetación forestal arbóreo en su estado natural, palafitos terrestres sobre zapatas aisladas, e infraestructura esponja en espacios públicos.
6. Implementamos en la mayor parte del territorio fuera y dentro de la ciudad, la agroforestería sintrópica (combinando árboles nativos maderables, plantas comestibles y productores de biomasa para cosechar agua y abastecer al acuífero.) en combinación con corredores bio-culturales (selva-cultura-agua). Evitamos la promoción de la agricultura en monocultivo y uso de agroquímicos.
7. Buscamos que la provisión de agua sea con base en cosecha de lluvia, captándola en espacios impermeables (construcciones).
8. Procuramos la utilización de sistemas alternativos de bajo consumo energético tanto para el saneamiento del agua residual del drenaje sanitario municipal, como para el tratamiento in-situ.
9. Consideramos a los cenotes, microbialitos y cavernas de disolución kárstica como elementos especiales, por ello, la infraestructura es diseñada con base en estos principios y soluciones de raíz para asegurar su integridad.
10. Adecuamos los instrumentos de política pública con elementos especiales que consideren el sistema kárstico.

Es importante que no sólo la Laguna de Bacalar es un Territorio Sensible al Agua; toda la Península de Yucatán comparte las mismas características por lo que toda debe ser considerada Territorio Sensible al Agua y este decálogo debe implementarse a nivel peninsular a fin de preservar la única fuente de agua potable.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES Y ECONÓMICOS

Más de 14,000 habitantes de Bacalar son indígenas Mayas y representan aproximadamente 26.62% de la población municipal; de éstos, el 3.62% no habla español. La tasa de analfabetismo es de 12.89%, del cual las mujeres representan el 60%; mientras que la población mayor de 55 años presenta una tasa de analfabetismo entre 40% y 50%

De la población que no es analfabeta, el 45.35% de la población ha cursado estudios de primaria, el 54.13% de secundaria, el 16.85% cursó el bachillerato y menos del 10% ha cursado la educación superior. El grado promedio de escolaridad es de 7.46 años.

Discapacidad: 1,224 personas tienen discapacidad motriz, 690 discapacidad visual, 396 con limitaciones para hablar, 292 con limitaciones para escuchar, 249 con discapacidad mental y 122 personas con limitaciones de aprendizaje.

#### Aspectos Económicos

Marginación: 7 localidades presentan muy alto índice de marginación, 62 localidades presentan alto índice de marginación, 3 localidades presentan grado medio de marginación y dos comunidades presentan muy bajo grado de marginación.

Seguridad Alimentaria: 30.12% de la población no tuvo acceso a la cantidad de alimentos adecuada para comer tres veces al día; el 50.9% tuvo poca variedad en sus alimentos; 14.26% de los adultos comieron solo una vez al día; 15.83% sintieron hambre y no comieron y 13.51% se quedaron sin comida. En cuanto a los menores de edad, 34.56% tuvo

poca variedad en sus alimentos; el 22.25% comió menos de lo que necesitaba; el 10.17% sintió hambre y no comió; el 8.93% comió solo una vez al día y el 8.44% se fue a dormir con hambre.

Empleo: La población de Bacalar es de 39,111 personas; 14,746 son hombres y 12,830 son mujeres mayores de 12 años en busca de un empleo; esto los convierte en la Población Económicamente Activa; la cual está representada por un 69.24% de hombres y un 20.65% de mujeres. De los 13,204 adultos con trabajo en el municipio, 10,000 son hombres. Bacalar tiene una tasa de desempleo del 1.88%. De la población económicamente activa, el 45.24% de los hombres son trabajadores asalariados y el 54.35% son trabajadores no asalariados; mientras que el 65.74% de las mujeres perciben un salario y el 32.27% trabajan sin percibir salario. El 55.10% de los hombres y el 3.97% de las mujeres se dedican al sector primario en actividades agropecuarias; el 11.7% de los hombres y 29.03% de las mujeres tienen un trabajo de oficina, el 30.47% y el 60.51% de las mujeres trabajan en el sector de comercio y servicios, y el 13.06% y 3.97% de las mujeres en la industria. El 36.32% de la población económicamente

activa percibe hasta un salario mínimo, el 27.01% entre uno y dos salarios mínimos y el 27.14% más de dos salarios mínimos al día.

Agricultura: Bacalar produce el 22.56% del maíz del estado, ocupando el tercer lugar de producción después de Felipe Carrillo Puerto (40.62%) y José María Morelos (34.81%) Bacalar produce toda la soya de Quintana Roo, el 95.86% de la piña y el 56.10% del sorgo. En 2016 dispuso 20,187 hectáreas de cultivo, en las cuales cosecharon 6.3 toneladas de cacahuate, 286 toneladas de calabacita 555 toneladas de chihua, 567 de chile verde, 1370 toneladas de coco, 710.55 toneladas de frijol, 2171.5 toneladas de elote, 1486 toneladas de hoja de plátano, 614 toneladas de limón, 18,896 toneladas de granos de maíz, 7.4 toneladas de naranja, 956 toneladas de papaya, 35,500 toneladas de piña, 5,820 toneladas de soya, 4,333 toneladas de sorgo, 665 toneladas de sandía, 989 toneladas de plátano y 44 toneladas de pitahaya. Bacalar es el segundo municipio con mayor superficie fertilizada, es el municipio que más semillas mejoradas utiliza y el municipio que más asistencia técnica utiliza, así como el segundo municipio en el que se aplican acciones fitosanitarias a cultivos. De las 20 mil hectáreas de

cultivos, 14,806 hectáreas se sembraron con semillas mejoradas, 3690 hectáreas fueron atendidas con servicios de asistencia técnica y 16,102 hectáreas fueron sembradas con acciones fitosanitarias, mientras que 6,223 hectáreas son consideradas superficie mecanizada. 1395 hectáreas están incorporadas al riego y 128 están rehabilitadas para riego. De 2014 a 2016, Bacalar aportó el 25% del valor de producción agrícola de Quintana Roo, llegando a 339 millones de pesos en 2017. (PMD Bacalar 2018-2021)

De acuerdo con el Diagnóstico del POEL del Municipio de Bacalar (2016) la aptitud del territorio para el desarrollo de actividades agrícolas es como se enlista a continuación:

Ganadería: en 2014, Bacalar fue el municipio con mayor volumen de producción de ganado bovino, acumulando un tercio de la población estatal; además también fue el segundo municipio con mayor producción de ganado caprino y ovino. La producción ganadera acumuló 2,676 toneladas de ganado bovino, 505 de porcino, 247 de ovino, 18 de caprino, 46 de ave y 29 de guajolote, generando alrededor de 85 millones de pesos en 2014 y llegando a 158 millones en 2017. (PMD Bacalar 2018-2021) Bacalar ocupa el segundo sitio en producción de leche en el estado, con un

millón de litros de leche de bovino y 6 mil litros de leche de caprino; así como 87 toneladas de huevo.

La aptitud del terreno para ganadería sería como se enlista a continuación:

Apicultura: el 10% de la producción de miel y cera provino del municipio de Bacalar, generando 10 millones de pesos en miel y 484 mil pesos en cera.

La aptitud del territorio para la apicultura es como se enlista a continuación:

Forestal: El municipio produjo el 35.6% de las maderas preciosas del estado y el 38.1% de las maderas tropicales para el Programa Nacional Forestal 2016.

Aptitud del territorio: La aptitud del municipio por segmento productivo es la siguiente:

*Tabla 48 Aptitud productiva del municipio de Bacalar*

Sector	Sin Aptitud	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Forestal	0	5.97%	19.27%	20.71%	48.43%	5.6%
Agricultura	8.9%	41.97%	31.37%	10.09%	6.36%	1.32%
Ganadería	3.72%	66.96%	16.39%	7.6%	4.93%	0.39%
Apicultura	10.63%	7.49%	0.18%	0%	76.71%	5.0%

Interacción entre sectores productivos. El diagnóstico del POEL del municipio de Bacalar (2016) establece la siguiente compatibilidad entre sectores productivos:

*Tabla 49 Compatibilidad entre Sectores Productivos*

Sector	Compatible con	Incompatible con	Parcialmente compatible
Agrícola	Pecuario y Apícola	Conservación, Forestal y Urbano	Turismo y Acuícola
Pecuario	Agrícola y Apícola	Conservación, Turismo, Urbano	Forestal, Acuícola
Turismo	Urbano, Apícola y Acuícola	Pecuario	Conservación, Agrícola, y Forestal
DeUrbano	Turismo	Conservación, Forestal, Pecuario, Agrícola, Apícola y Acuícola	
Conservación	Apícola	Agrícola, Pecuario, Urbano y Acuícola	Turismo y Forestal
Forestal	Acuícola y Apícola	Urbano	Pecuario, Conservación, Turismo y Agrícola
Acuícola	Forestal, Apícola y Conservación	Urbano	Turismo, Pecuario y Agrícola.

Apícola	Agrícola, Acuícola Forestal, Pecuario, Turismo y Conservación	Urbano
---------	--	--------

---

#### SERVICIOS

Residuos sólidos: el 51.7% de las viviendas quema su basura, el 26.93% la deposita en los basureros públicos y el 18.98% la entrega al servicio público de recolección. El tamaño del relleno sanitario de Bacalar es insuficiente para la demanda de atención a los residuos sólidos además de que su ubicación no es funcional para los servicios de traslado de basura ya que está muy retirado.

Salud: el 90.59% se encuentra afiliado al Seguro Popular, el 7.59% al ISSSTE, el 3.52% al IMSS.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Educación: El municipio de Bacalar cuenta con 186 centros educativos, de los cuales el 33.9% son preescolares, el 38.7% son primarias y el 20.65% son secundaria además de un Centro de Atención Múltiple. El sistema de educación

básica del municipio cuenta con 538 para atender a 9,558 alumnos.

Vivienda: Hay un total de las 10,124 viviendas. El promedio es de 4.15 habitantes por vivienda. El 50% de las viviendas cuenta con techo resistente, es decir de concreto o bovedillas, el 45% de lámina metálica, asbesto, palma o paja; y el 5% tiene techo de material de desecho, o lámina de cartón. El 31.5% de las casas tiene paredes de madera. El 63.84% de las viviendas utiliza leña para cocinar. El 97.68% de las viviendas disponen de agua entubada; 48.88% de las viviendas tiene agua dentro de la vivienda; de las viviendas que sólo tienen acceso al agua por acarreo, el 45.95% trae agua desde otra vivienda y el 45.37% desde un pozo. El 2.32% de las viviendas está conectada a la red pública de drenaje, el 97.48% de las viviendas dispone de su drenaje mediante fosa, o biodigestor; el 5.54% no disponen de ningún tipo de drenaje. El 79.7% de las viviendas son propias, el 7.07% de las viviendas son rentadas.

Salud: la ciudad de Bacalar cuenta con un Hospital Integral de Bacalar, una Unidad de medicina familiar ISSSTE y un consultorio médico.

Deporte: El municipio cuenta con 20 campos de fútbol, 17 de basquetbol, 2 de volibol y 1 de beisbol, además de 7 unidades deportivas.

Saneamiento: De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Bacalar 2018-2021, el municipio de Bacalar no cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales y dispone de solo 2 vehículos recolectores de residuos sólidos. Se recolectan 25 toneladas diarias de residuos. CAPA reporta que hay una planta de tratamiento con capacidad de 30 lps y recibe 4lps; anualmente recibe un volumen de 392,378.70 m3. (Sánchez, 2019)

Protección Civil: En el municipio se pueden encontrar 98 refugios temporales en caso de huracán, de los cuales 6 son urbanos y 92 rurales, y con capacidad máxima de 12,450 personas.

---

#### MANTENIMIENTO

No existe sistema de tratamiento de aguas residuales y se atiende una parte minoritaria de la población para su gestión de residuos. Ambos servicios deben regularizarse a la brevedad.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- Publicar el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar y acatar las regulaciones que de este emanen.
- Mejorar las condiciones ambientales y reducir la contaminación de la laguna por los factores antropogénicos.
- La sociedad civil organizada de Bacalar está trabajando para elaborar un programa de ordenamiento dirigido a regular las actividades turísticas en la laguna y proteger su frágil ecosistema.
- En estrecha colaboración con la Dirección de Dirección de ecología de Bacalar, se están determinando las recomendaciones a seguir por los usuarios de la laguna entre las que destacan las siguientes:
- Instalar sanitarios y regaderas para uso antes de abordaje y la entrada de personas a la laguna (según protocolo de abordaje).

- Deben instalarse boyas fijas con muertos para delimitar sitios donde no se puede acceder con ningún tipo de embarcación y preferentemente deben anclarse a ellas; antes de su instalación debe acudir a capitanía de puerto para que esta registre, sin embargo, esta infraestructura estará exenta del pago por concesión ante la APIQRoo.
- Los microbialitos deben protegerse de impactos físicos por agua y tierra con infraestructura “corralitos” construcciones temporales (sin cemento, ni metales), piloteadas, debe permitir el flujo de agua y el paso de la luz solar a los microbialitos, pero el paso de la luz no debe ser aumentado por ningún material, como vidrio p ej., pues son fotosintéticos. Utilizar materiales locales.
- que antes o durante la visita, los usuarios del área reciban una información que defina los atributos del área, identifique oportunidades circundantes y forme consciencia durante su visita. (Dirección de ecología de Bacalar, 2019).

---

#### MOVILIDAD URBANA

Sólo existen taxis, y una parada de autobuses foráneos.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Bacalar se llega por la carretera federal que conecta Chetumal con Cancún, así como la carretera federal que conecta Chetumal con Escárcega, en Campeche. No cuenta con servicio público concesionado ni transporte urbano, pero sí tiene transporte en modalidad suburbano y foráneo. Cuenta con una estación de autobuses de pasajeros, y servicio de taxis.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no

existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6) La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92) La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una

zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 14 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje. La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 15 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169). Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la

infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e

incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local (en proceso).
- Reglamento de Imagen Urbana del Municipio de Bacalar, Quintana Roo.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)	
Hombres	50,66%
Mujeres	49,34%
Población Indígena	51.43%
Menores de 15 años	34.72%
Población de 15 a 65 años	55.02%
Mayores de 65 años	10.25%
Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	44.8 %
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	59.24 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	20.65 %
índice de desempleo	1.88 %.
Pobreza y Rezago	
Población en pobreza:	71.8%
Población vulnerable por carencias:	19.1%
Turistas con pernocta**	Ene-Dic 2018
Cuartos Disponibles	1.050

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	59.61%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	91.566
Estancia promedio	5.60 noches
Densidad Promedio por habitación	2,8 personas

### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 25,460 kg de Residuos Sólidos Urbanos

El relleno sanitario ha colapsado. Han comenzado a usar uno que fue creado para Mahahual, es muy lejano a Bacalar y muy pequeño. Esto ha afectado la cantidad de viajes que realiza el servicio de recolección de residuos diariamente.

Capacidad de Manejo Turístico RSU = bajo

Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 30 lps.

Caudal Tratado: 0.40 lps.

Aguas Residuales generadas por la población: 6,257 m3 al día-

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio cuenta con 1 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Capacidad de Manejo Población Local = bajo, falta conectar al drenaje las viviendas irregulares.

Agua Potable: el consumo de agua potable del municipio es de 7,822 m3 al día

### ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 39

- Gerentes y directivos: 4
- Administrativos y contables: 6
- Técnicos y operativos: 29

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 57 pozos y 3 canales o drenes

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 25,640 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 2 vehículos.

- Con compactador: 2
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 100%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 3
- Hombres: 24

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO.



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las defunciones y nacimientos;

sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 50 Numeralía por Localidad: Bacalar*

Población al 2015	39,111
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	573
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax por habitación)	418,290
Densidad promedio por habitación	2.8
Ocupación promedio	59.61%
Turistas noche 2018 (Total anual) (estimado)	68,313
Excursionistas INAH 2018	108,209
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	296
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	97.1%
Conectividad doméstica al drenaje	93.5%
Capacidad de Recolección de RSU	46%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	2.18%

*Tabla 51 Capacidad de Manejo: Bacalar*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Bacalar	46	93.5	97.1	78.87

*Tabla 52 Capacidad de Carga Efectiva: Bacalar*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Bacalar	40,553	39,407	78.87	31,079

Con una capacidad de manejo del 78.87%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 31,079 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas

- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez,

(2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxii</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
ZA Chacchobén	844	4	6	2.0	10	6	40	46

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora

ZA Chacchobén	3	18	183	6	1	633	105
---------------	---	----	-----	---	---	-----	-----

\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que recorre la zona arqueológica.

Se calcula que 105 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Bacalar cuenta con una infraestructura turística incipiente que requiere modernizarse, ampliarse y mejorar su calidad, así como regularizarse.

Sólo hay infraestructura para albergar turismo, es decir cuartos de hotel y restaurantes en el centro urbano de Bacalar, pero se carece de otros elementos de gran importancia para ejercer un turismo de naturaleza responsable y consciente, como infraestructura de mitigación de impactos o protección a microbialitos, de generación de conciencia y formación de guías turísticos, infraestructura de monitoreo e incluso una infraestructura administrativa intersectorial con atribuciones de cuidado a la naturaleza.

---

#### ÁREAS DONDE NO ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

En temporada vacacional ya está superada la capacidad de carga turística y se muestran síntomas tanto de la consolidación del destino turístico como de declive de este, como degradación ambiental, contaminación e inseguridad. Sin implementar medidas ambientales y de protección a la laguna no se recomienda recibir más turismo hasta que se cuente con la infraestructura necesaria para sostener cierta carga: drenaje de aguas negras adecuado, sistemas de provisión de agua a base de cosecha de agua de lluvia corredores verdes entre la ciudad, 68 % de superficie permeable en el centro urbano que permita el paso del agua a los ríos subterráneos (el drenaje pluvial no es lo más viable, este debe ser planteado como una red de corredores de vegetación-suelo que filtren el agua de la lluvia), centro de interpretación ambiental y recepción de visitantes, un centro de investigación limnológico y de monitoreo del agua en la cuenca y la laguna, la entrada en vigor del ordenamiento territorial y el Programa de Desarrollo Urbano Municipal.

---

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Frente al centro urbano y en Xul-ha, dentro de la Laguna de Bacalar.

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

---

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

En Bacalar no se cuenta con los servicios municipales necesarios para detonar el turismo, ni las regulaciones ambientales para proteger su capital natural.

---

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS

6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO	Descripción	Localidad
	Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	Bacalar

Justificación	Bacalar posee peculiaridades que no se encuentran en ninguna de las otras localidades; como los estromatolitos y la fragilidad de este cuerpo de agua es innegable, por su fácil acceso de los visitantes sin ningún tipo de regulación. El principal atractivo de esta localidad es un recurso natural en riesgo latente de contaminación e impacto ambiental irreversible, por lo que además de poner en riesgo el equilibrio ambiental local, se está poniendo en riesgo el ingreso económico que se genera de las actividades turísticas y de las cuales se beneficia la población local; cuidar la laguna es responsabilidad de todos.
Estrategia Principal	Implementando el decálogo del Territorio Sensible al Agua y las regulaciones a las actividades turísticas que se han desarrollado de forma local y multisectorial, promoviendo antes que todo la preservación de la riqueza

natural, y ordenando el crecimiento económico y la explotación turística de la zona. Es importante cuidar el agua en una zona con alta permeabilidad a contaminantes, colindante con deforestación, agroquímica y focos de estrés hídrico.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.

- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Realizar un saneamiento del relleno sanitario, y dejar de utilizarlo como tiradero a cielo abierto.
- Regularizar las actividades turísticas en la laguna de Bacalar, limitando el tránsito en esta de vehículos a motor, como lanchas rápidas y motos acuáticas.
- Proteger la laguna de las descargas de aguas residuales tanto domésticas como turísticas y comerciales.
- Adherirse al decálogo contenido en el Manifiesto Territorio Sensible al Agua.
- Publicar el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar y acatar las regulaciones que de este emanen.
- Mejorar las condiciones ambientales y reducir la contaminación de la laguna por los factores antropogénicos.
- La sociedad civil organizada de Bacalar está trabajando para elaborar un programa de ordenamiento dirigido a regular las actividades turísticas en la laguna y proteger su frágil ecosistema.
- En estrecha colaboración con la Dirección de Dirección de ecología de Bacalar, se están determinando las recomendaciones a seguir por los usuarios de la laguna entre las que destacan las siguientes:
- Instalar sanitarios y regaderas para uso antes de abordaje y la entrada de personas a la laguna (según protocolo de abordaje).
- Deben instalarse boyas fijas con muertos para delimitar sitios donde no se puede acceder con

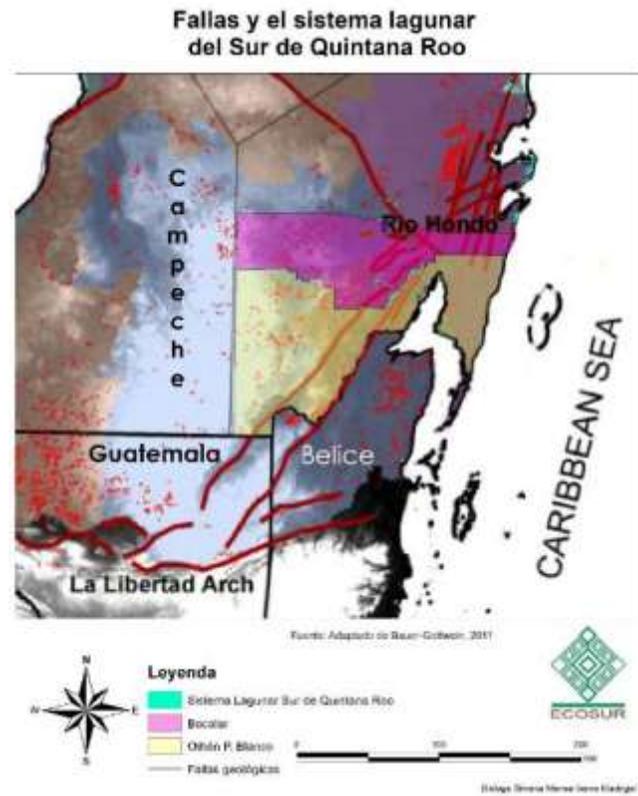
ningún tipo de embarcación y preferentemente deben anclarse a ellas; antes de su instalación debe acudir a capitanía de puerto para que esta registre, sin embargo, esta infraestructura estará exenta del pago por concesión ante la APIQRoo.

- Los microbialitos deben protegerse de impactos físicos por agua y tierra con infraestructura “corralitos” construcciones temporales (sin cemento, ni metales), piloteadas, debe permitir el flujo de agua y el paso de la luz solar a los microbialitos, pero el paso de la luz no debe ser aumentado por ningún material, como vidrio p ej., pues son fotosintéticos. Utilizar materiales locales. El cuidado de los microbialitos debe ser promovido por las autoridades, ya que hasta el momento el uso de la Laguna se realiza por particulares y en los hechos en ellos recaen las recomendaciones de cuidado.
- que antes o durante la visita, los usuarios del área reciban una información que defina los atributos del área, identifique oportunidades circundantes y forme consciencia durante su visita. (Dirección de ecología de Bacalar, 2019).

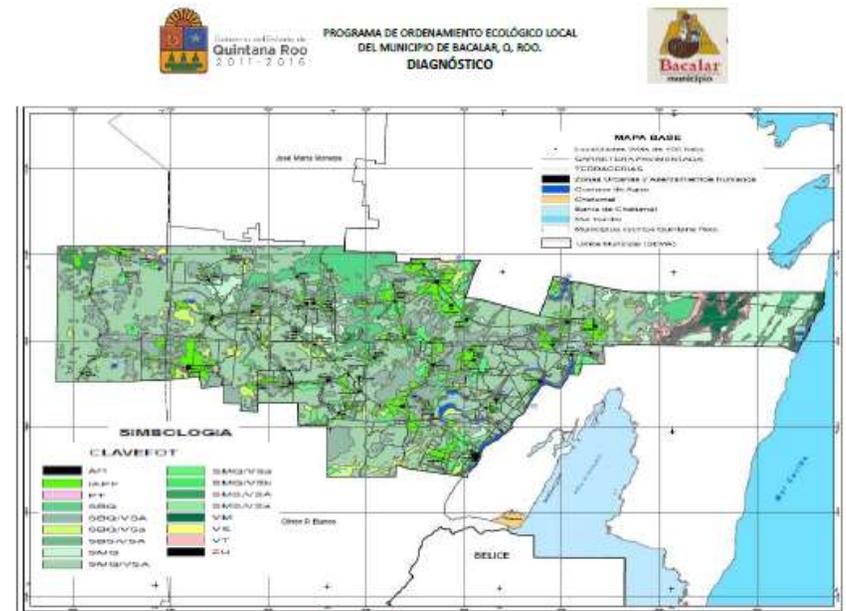
## MAPAS



*Ilustración 190 . Ubicación de Bacalar y su laguna, del contexto nacional al municipal © Ibarra*

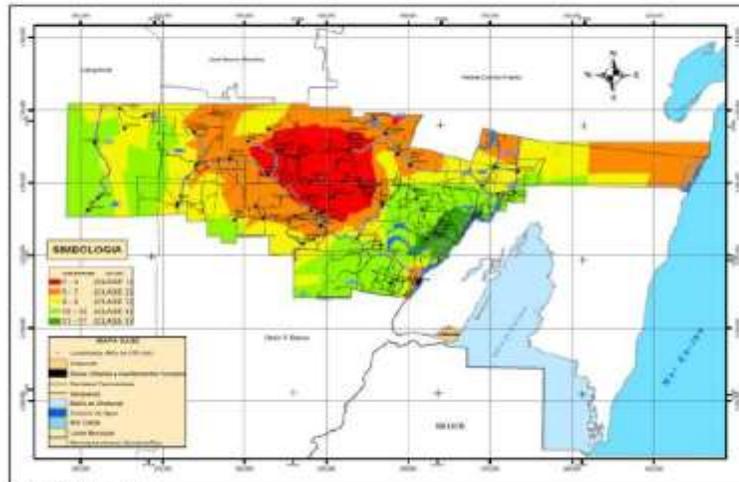


*Ilustración 191 Sistema de fallas y fracturas de la region laguna bacalar*



**Figura 2. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación 2012 del Municipio de Bacalar, Escala 1:50,000**

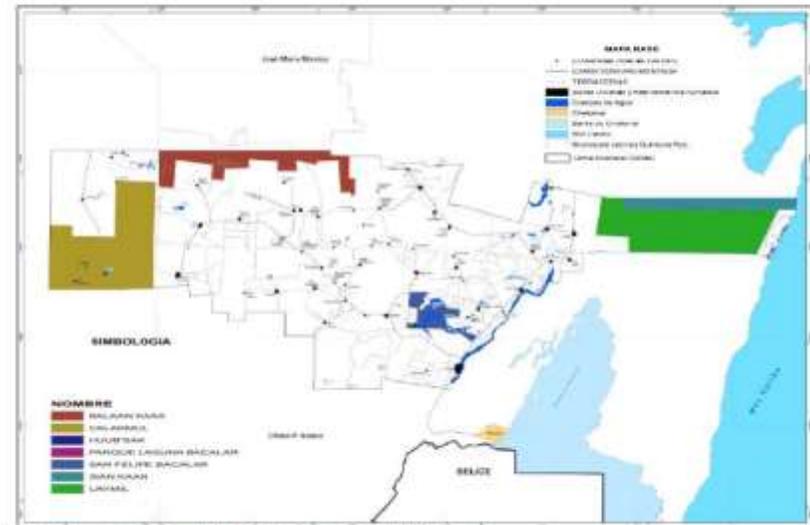
*Ilustración 192 Uso de suelo y vegetación Bacalar*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Distribución de Especies Prioritarias para la Conservación y Clasificación de Áreas del Territorio Municipal en Presencia de Dichas Especies.

*Ilustración 193 Espacios Prioritarios para la Conservación Bacalar*



Fuente: Elaboración propia a partir del Estudio de Caracterización del POEL de Bacalar.

Figura 13. Áreas Naturales Protegidas existentes dentro del Municipio de Bacalar.

*Ilustración 194 ANP dentro del Municipio Bacalar*

## LOCALIDAD: CANCÚN



*Ilustración 195 Cancún, vista aérea. Tomado de México Desconocido.*

### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Las zonas donde se desarrolla el turismo incluyen: Cancún Zona hotelera, Cancún Centro, Isla Mujeres, Isla Blanca, e Isla Contoy, la cual sólo se puede visitar en excursión de medio día. Las principales actividades turísticas son las relacionadas al segmento Sol y Playa e incluyen deportes como velero, snorkel, buceo, pesca deportiva y recorridos en lanchas rápidas.

Por su cercanía con otros atractivos turísticos se pueden visitar: Puerto Morelos, Playa del Carmen, Cozumel, Puerto Aventuras, Akumal, Tulum, y la Isla Holbox.

Los principales parques temáticos que se visitan desde Cancún son: Ventura Park, Xoximilco, Xavage, Cirque du Soleil, Xcaret, Xplor, Xenxes, Río Secreto y Xel Ha.

Las excursiones de medio día para conocer proyectos ecoturísticos se llevan a cabo mediante la intermediación de agencias de viajes ubicadas en los hoteles de la zona turística y los comercializadores Alltournative, Cancun Adventures, Blue Caribe y Experiencias Xcaret.

- Zonas Arqueológicas (ZA): Dentro de Cancún se encuentran la Zonas Arqueológicas El Meco, Yamil Luum, San Miguelito y El Rey. También desde Cancún se puede visitar Tulum, Cobá, Chichen Itzá y Ek Balam.
- Áreas Naturales Protegidas (ANP): Las áreas naturales protegidas de Cancún son marinas: el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, de 4,257.49 hectáreas; el Parque Marino Nacional Costa Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta

Nizuc con 8,673 hectáreas, Parque Nacional Isla Contoy, con 5128 hectáreas, la Reserva de la Biósfera del Tiburón Ballena, con 145,988.13 hectáreas y la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, con 5,725,465.86 hectáreas.

- Recursos Naturales: Los principales recursos naturales con los que cuenta Cancún son los más de 30 kilómetros lineales de litorales, donde se desarrolla el turismo de sol y playa, así como las áreas naturales protegidas donde se realizan actividades de turismo de naturaleza y excursiones guiadas de buceo, snorkel y observación de flora y fauna. Desde Cancún es posible también visitar Isla Mujeres, del municipio de Isla Mujeres, Isla Cozumel, del municipio de Cozumel, e Isla Holbox, del municipio Lázaro Cárdenas.
- Recursos Culturales: Los principales recursos culturales con los que cuenta Cancún son el Museo Maya de Cancún, el Acuario y una gran variedad de centros comerciales tanto en la zona turística como en la zona centro; así como centros nocturnos y de espectáculos.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Cancún tiene el potencial turístico de ser un punto desde el cual se desplazan los turistas hacia otros puntos de la Península de Yucatán, ya que cuenta con un aeropuerto internacional con gran diversidad de vuelos nacionales e internacionales.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Mejorar la conectividad en transporte público a los sitios turísticos cercanos en otros municipios.

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

- Zona Hotelera: Muy alto
- Zona Centro: Alto
- La zona centro de Cancún ofrece más de 500 hoteles y hostales; se pueden encontrar 2644 rentas vacacionales, y más de 300 opciones en Airbnb. Hay más de 200 restaurantes.
- En Isla Mujeres se pueden encontrar adicionalmente 136 hoteles y hostales, 613 rentas vacacionales y 87 opciones en Airbnb. Hay 182 restaurantes.

## PERFIL DEL VISITANTE

En 2017, Cancún como destino registró una afluencia de poco más de 4.7 millones de turistas, lo que en promedio significó 13 mil personas diarias adicionales a la población habitual del municipio. (Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030) De acuerdo con datos de una encuesta realizada por Sedetur, el perfil y comportamiento del turista en Cancún, en el periodo enero-marzo de 2018:

Tabla 53 Perfil del Visitante Cancún enero-marzo 2018

Categoría	Respuesta	Porcentaje
<i>Procedencia</i>	Estados Unidos	38.6%
	México	38.8%
	Latinoamérica	8.3%
	Europa	7.8%
	Canadá	5.8%
	Resto del mundo	0.6%
<i>Edad del Visitante</i>	30 a 39 años	24%
	20 a 29 años	21.7%
	40 a 49 años	20.3%
	50 a 59 años	13.6%
	60 o más años	8.5%
	menores de edad	12.5%

<i>Motivación para viajar</i>	amigos/familia	54.4%
	visita anterior	29.3%
	otros motivos	16.3%
<i>Veces que ha visitado el destino</i>	primera vez	49.6%
	segunda vez	20.5%
	tercera vez	9.2%
	más de 4 veces	20.7%
<i>Estancia promedio</i>	Estancia promedio	2.9 días
<i>Tamaño del grupo</i>	Tamaño del grupo	2.6 personas
<i>Acompañantes</i>	en pareja	41.7%
	en familia	37.1%
	con amigos	11.1%
	solo	10.1%
<i>Tipo de paquete vacacional</i>	todo incluido	33.7%
	por separado	34.6%
	paquete avión y hotel	15.6%
	sin paquete vacacional	15.4%
<i>Razón del viaje</i>	Sol y Playa	68.8%
	Turismo de Reuniones	7.8%
	Luna de miel	6.3%
	Cultura Maya	5.9%
	Visita Familiar	5.7%
	Otros	3.9%
	Boda	1.7%
<i>Tipo de hospedaje</i>	Hotel	80.2%
	Tiempo compartido	6.8%

<i>Pernocta en otros destinos</i>	Casa familiar	6.1%
	Renta Vacacional	3.6%
	AirBNB	3.3%
	Porcentaje de turistas	8.7%
	Estancia promedio	2.5 noches
<i>Distribución de pernocta en otros destinos</i>	Riviera Maya	4.4%
	Isla Mujeres	2.6%
	Tulum	2.3%
	Mérida	0.7%
	Cozumel	0.6%
	Holbox	0.6%
	Bacalar	0.6%
	<i>Estancia en otros destinos</i>	1 noche
	2 noches	24.9%
	3 noches	20.6%
	4 o más noches	21.5%
<i>Excursiones</i>	Actividades acuáticas	41.1%
	Zonas Arqueológicas	39.6%
	Parques Recreativos	35.7%
	Cenotes y cavernas	13.1%
	Ecoturismo	7.0%
	Ciudades cercanas	6.1%
	Entretenimiento	1.7%

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

De acuerdo con el portal Datatur, la estancia promedio es de 2.9 noches, con una densidad por habitación de 2.6 personas.

#### REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Incrementar la conectividad con otros sitios turísticos cercanos para que los visitantes tengan acceso a más actividades por viaje y decidan extender su estancia. Fomentar el turismo de larga estancia, consciente de la mitigación del impacto causado por su traslado, que busque obtener la mayor cantidad de experiencias en un mismo viaje.

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: La sobreexplotación turística de la Zona Hotelera de Cancún ha causado eutrofización de la Laguna Nichupté, erosión de dunas costeras, desecamiento de Manglares. proliferación de Sargazo, blanqueamiento y muerte de corales, sobre-explotación de material pétreo, pérdida de cobertura vegetal y sobrepoblación humana.

- Física: Cancún cuenta con 187 hoteles y 35 mil habitaciones; para dar servicio a un promedio de 4.7 millones de turistas anualmente.
- Socio-Perceptual: La disposición geográfica de la zona hotelera de Cancún la mantiene aislada del centro poblacional a excepción de dos conexiones, el puente Nizuc y el kilómetro cero de la zona hotelera. Esto hace que el traslado a lo largo de los 28 kilómetros que la componen sea en transporte público desde el kilómetro cero al 28 ida y vuelta, o en transporte privado desde punta Nizuc o kilómetro cero. El tránsito vehicular satura los dos carriles de ambos sentidos especialmente en las horas de entrada o salida del personal que trabaja en los hoteles (7 a 9 am. 1 a 4 pm y 8 a 11 pm) Una vez que se ha logrado transitar de la zona turística a la zona habitacional, se requiere realizar un segundo traslado en transporte público, taxi o autotransporte particular; requiriéndose entre treinta y sesenta minutos adicionales hasta alcanzar el destino final de los pobladores de Cancún.
- Económica: Los trabajadores turísticos acceden a trabajos de sueldo base y sin opciones a crecimiento o prestaciones; debido a que son forzados a aceptar contratos temporales renovables cada 28 días, tras los cuales son liquidados y en el mejor de los casos recontratados; sin embargo, no logran acumular antigüedad, o mejorar su historial crediticio.
- Psicológica: En 2018 la satisfacción del visitante se vio afectada por la proliferación del sargazo en el periodo vacacional del verano. La erosión de dunas costeras ha alterado el acceso a playas, afectando al principal segmento turístico de Cancún, el de sol y playa.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

De acuerdo con la Agenda de Competitividad Turística 2013-2018; Cancún se encuentra dividido en cinco zonas principales:

1. Isla Cancún o Zona Hotelera, con una extensión de 23 km. Cuenta con 2 accesos; al norte el Puente Calinda y al Sur el Puente Nizuc.

2. Centro de la Ciudad, la zona urbana donde habita el grueso de la población; se encuentra dividido en zonas regulares con calles pavimentadas, servicios básicos de electricidad, agua potable, alcantarillado y red telefónica.
3. Puerto Juárez, con dos muelles para embarcarse y cruzar a Isla Mujeres, ubicada a 7 km.
4. La zona de asentamientos irregulares en los límites municipales de Isla Mujeres. Lo conforman terrenos irregulares ocupados por la parte más pobre de la población, en su mayoría inmigrantes de otros Estados de la República.
5. El ejido Alfredo V. Bonfil, que se formó en 1974 para que Quintana Roo cubriera el número de pobladores necesario para alcanzar la categoría de estado libre y soberano.

Cancún concentra 80% de las 63 lenguas indígenas reconocidas oficialmente en el país, aunque las condiciones en las que viven los grupos étnicos que las hablan los ubican entre los sectores más

desprotegidos. 94.20% del total de la población en el municipio de Benito Juárez nació en otro estado. El 11% es indígena, la tasa migratoria anual es del 5%

El Índice Básico de Ciudades Prósperas 2018, elaborado en conjunto entre Infonavit y ONU Hábitat arroja la siguiente evaluación en sostenibilidad tanto para el municipio de Benito Juárez como para la ciudad de Cancún:

*Tabla 54 Síntesis de resultados por dimensión y subdimensión CPI Cancún*

	Municipio		Aglomeración urbana	
	Benito Juárez		Cancún	
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	68.57		67.58	
<b>Crecimiento económico</b>	65.34		65.10	
Producto urbano per cápita	35.80		35.76	
Relación de dependencia de la 3ª edad	94.87		94.45	
<b>Aglomeración económica</b>	<b>62.05</b>		<b>61.69</b>	
Densidad económica	62.05		61.69	
<b>Empleo</b>	<b>78.31</b>		<b>78.42</b>	
Tasa de desempleo	81.76		81.91	
Relación empleo-población	74.86		74.93	
<b>INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO</b>	<b>56.11</b>		<b>55.21</b>	

<b>Infraestructura de vivienda</b>	<b>74.45</b>	<b>74.12</b>
Vivienda durable	87.00	86.91
Acceso a agua mejorada	76.27	76.16
Espacio habitable suficiente	100.00	100.00
Densidad poblacional	34.54	33.40
<b>Infraestructura social</b>	<b>51.53</b>	<b>51.92</b>
Densidad de médicos	51.53	51.92
<b>Infraestructura de comunicaciones</b>	<b>36.33</b>	<b>36.26</b>
Acceso a Internet	29.22	29.07
Velocidad de banda ancha promedio	43.44	43.44
<b>Movilidad urbana</b>	<b>44.90</b>	<b>40.66</b>
Longitud de transporte masivo	0.00	0.00
Fatalidades de tránsito	89.79	81.31
<b>Forma urbana</b>	<b>73.36</b>	<b>73.12</b>
Densidad de la interconexión vial	100.00	100.00
Densidad vial	54.21	53.74
Superficie destinada a vías	65.86	65.61
<b>CALIDAD DE VIDA</b>	<b>68.65</b>	<b>66.48</b>
<b>Salud</b>	<b>65.66</b>	<b>65.40</b>
Esperanza de vida al nacer	72.39	72.39
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	58.93	58.41
<b>Educación</b>	<b>92.18</b>	<b>85.96</b>

Tasa de alfabetización	94.15	94.13
Promedio de años de escolaridad	90.21	77.79
<b>Seguridad y protección</b>	<b>50.91</b>	<b>50.88</b>
Tasa de homicidios	50.91	50.88
<b>Espacio público</b>	<b>65.86</b>	<b>63.70</b>
Accesibilidad al espacio público abierto	89.84	86.52
Áreas verdes per cápita	41.87	40.89
<b>EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL</b>	<b>75.12</b>	<b>76.03</b>
<b>Equidad económica</b>	<b>49.82</b>	<b>52.80</b>
Coefficiente de Gini	46.54	52.75
Tasa de pobreza	53.09	52.84
<b>Inclusión social</b>	<b>85.72</b>	<b>85.72</b>
Viviendas en barrios precarios	88.76	88.55
Desempleo juvenil	82.67	82.89
<b>Inclusión de género</b>	<b>89.82</b>	<b>89.59</b>
Inscripción equitativa en educación secundaria	89.82	89.59
<b>SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL</b>	<b>64.97</b>	<b>64.97</b>
<b>Calidad del aire</b>	<b>37.83</b>	<b>37.83</b>
Número de estaciones de monitoreo	0.00	0.00

Concentraciones de material particulado	67.43	67.43	
Concentración de CO <sub>2</sub>	46.08	46.08	
<b>Manejo de residuos</b>	<b>91.96</b>	<b>91.93</b>	
Recolección de residuos sólidos	83.91	83.87	
Tratamiento de aguas residuales	100.00	100.00	
<b>Energía</b>	<b>65.13</b>	<b>65.13</b>	
Proporción de generación de energía renovable	65.13	65.13	
<b>GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA</b>	<b>67.57</b>	<b>67.08</b>	
<b>Participación y rendición de cuentas</b>	<b>39.84</b>	<b>40.80</b>	
Participación electoral	39.84	40.80	
<b>Capacidad institucional y finanzas municipales</b>	<b>77.04</b>	<b>74.60</b>	
Recaudación de ingresos propios	56.14	54.73	
Deuda subnacional	83.00	76.41	
Eficiencia del gasto local	92.00	92.67	
<b>Gobernanza de la urbanización</b>	<b>85.82</b>	<b>85.82</b>	
Eficiencia en el uso de suelo	85.82	85.82	

Claves de color:		Consolidar políticas urbanas		Fortalecer políticas urbanas		Priorizar políticas urbanas
------------------	---	------------------------------	---	------------------------------	---	-----------------------------

Fuente: ONU-Habitat. ÍNDICE BÁSICO DE LAS CIUDADES PRÓSPERAS · Benito Juárez · Cancún p.21

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030; el municipio es el motor económico de la entidad; generando 53% de la derrama económica total de Quintana Roo, a pesar de sólo recibir el 41% del total de afluencia turística. De acuerdo con FONATUR, la productividad turística de Benito Juárez, le permite contribuir con 5.7% (promedio) del PIB nacional.

33% de la población carece de oportunidades sociales y de la capacidad de adquirirlas o generarlas. En 5 años, la población del municipio de Benito Juárez en situación de pobreza aumentó un 22%, (Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030) En el municipio de Benito Juárez, en 2015 el 55.4% de la población padece algún grado de pobreza; de los cuales el 35.8% padece carencias sociales. En 5 años, la

población del municipio de Benito Juárez en situación de pobreza aumentó un 22%. Además, 60 mil personas mayores de 15 años carecen de educación primaria.

Empleo: La tasa de participación económica (TPE) es de 62%, debido principalmente a la poca participación de la mujer en el trabajo remunerado. De las 387 mil personas con empleo, 53 mil personas laboran en condiciones inadecuadas desde el punto de vista del tiempo de trabajo, los ingresos o una combinación insatisfactoria de ambos. 54% de la población empleada en el municipio no cuenta con acceso a los servicios de salud. 39% de la población ocupada percibe hasta dos salarios mínimos diarios, es decir, un ingreso mensual no mayor a 5 mil 302 pesos; 51% recibe un ingreso entre 5,303 a 13,254 pesos mensuales. Hay 13 mil personas sin empleo, de las cuales 62% corresponden a hombres y 38% a mujeres; por cada 100 mujeres desocupadas hay 160 hombres sin empleo. 56% de la población desocupada dura como máximo hasta un mes en busca de empleo. La actividad de restaurantes y alojamiento concentra a 23.5% de la población ocupada.

El Índice de Ciudades Prósperas 2018 de ONU Hábitat señala que en base a datos generados por CENEVAL en

2017 se puede determinar que Cancún, aunque tiene muy bajo grado de marginación, registra una tasa de desempleo de 2.7 % y 23.3 % de la población que percibe menos de 2 veces el salario mínimo; además de que el 27.7 % de la población padece algún grado de pobreza y 34.8 % recibe un ingreso inferior a la línea de bienestar.

Además, el índice señala que en materia ambiental, Cancún enfrenta la contradicción que surge del propio modelo CIP, que se caracteriza por explotar las condiciones ambientales de la región para alcanzar máximas tasas de ganancia inmobiliaria y turística para los inversionistas privados, pero carece de una estrategia de incorporación de la población y del ambiente en el modelo de desarrollo.

Antes de interpretar los resultados de CPI del municipio de Benito Juárez se deben considerar la elevada tasa de crecimiento de población, la rápida expansión urbana, la segregación social, los niveles de ingreso, el empleo, la pobreza y la especialización económica en el turismo de playa, y sus profundos impactos sobre el ambiente. (CPI 2018 Cancún p. 36).

Tabla 55 Estadísticas de Contexto, Cancún. CPI 2018

	Año	Unidad de medida	Benito Juárez	Aglomeración urbana
Población y territorio				
Población	2015	Habitantes	743,626	763,121
Proyección de población	2030	Habitantes	1,101,010	1,128,618
Índice de urbanización	2018	%	99.6	99.5
Viviendas particulares habitadas (VPH)	2015	Viviendas	222,072	227,974
Porcentaje de VPH	2010	%	76.5	76.6
Tasa de crecimiento media anual (TCMA) de la población	2000-2015	%	3.9	3.9
TCMA de la proyección de población	2015-2030	%	2.7	2.6
TCMA de las VPH	2000-2015	%	5.0	5.0
Superficie total	2017	km <sup>2</sup>	2,089.9	3,025.9
Superficie urbana	2017	km <sup>2</sup>	150.5	159.3
Densidad de población	2017	hab/km <sup>2</sup>	374	198
Densidad urbana	2017	hab/km <sup>2</sup>	5,181	5,010

Densidad habitacional	2017	viv/km <sup>2</sup>	1,476	1,431
Aspectos socioeconómicos				
Fuerza laboral	2015	*Habitantes	61.8	62.3
Población económicamente activa (PEA) sector de actividad Primario	2015	%	0.6	3.5
Población económicamente activa (PEA) sector de actividad Secundario	2015	%	13.4	12.9
Población económicamente activa (PEA) sector de actividad Terciario	2015	%	84.8	82.7
Tasa de ocupación	2015	%	97.3	97.2
Tasa de desempleo	2015	%	2.7	2.8
Porcentaje de la población que recibe menos de 2 salarios mínimos	2015	%	23.3	28.0
Grado de marginación	2015		Muy bajo	Muy bajo

Fuente: CPI Cancún 2018 p. 37

---

## SERVICIOS

La zona hotelera de Cancún cuenta con los servicios necesarios para los visitantes.

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030), en la zona centro, la carencia de zonas urbanas integradoras de calidad es uno de los elementos más deficitario del panorama urbano de la ciudad.

Vivienda: El servicio con mayor rezago es el acceso al agua potable, ya que una de cada cuatro viviendas municipales no cuenta con el mismo. 13% de las viviendas habitadas en Benito Juárez presentaban condición de rezago en 2015 y 28,740 viviendas contaban con materiales constructivos en deterioro, no duraderos y/o hacinamiento y/o falta de servicio sanitario.

Asentamientos irregulares: Existen más de 80 asentamientos irregulares, en una superficie de 4,120 hectáreas, lo que representa el 10% de la superficie total del centro de población de Cancún. En estos habitan 70 mil personas en 18,400 viviendas, de las cuales el 72% presenta alguna condición de hacinamiento. La principal carencia es

el servicio de agua potable, ya que sólo 18% de las viviendas cuentan con servicio de agua potable al interior de la vivienda o dentro del límite de la propiedad.

Residuos sólidos: en 2016, el municipio generó alrededor de 1,000 toneladas diarias de residuos, es decir, 1.2 kg por habitante. Dichos residuos son recolectados mediante una combinación de dos sistemas: casa por casa, acera o esquina y mediante contenedores. Para lo anterior se hace uso de 74 unidades con compactación de carga trasera. De los residuos diarios generados solo 33% son enviados para su separación y compactación, lo que equivale a 328 toneladas diarias, lográndose recuperar 8 mil 192 kg de diversos materiales.

El Programa Estatal para la prevención y gestión integral de los residuos en el estado de Quintana Roo 2009-2011 elaborado por SEDUMA señala que la ciudad de Cancún cuenta con vialidades con poco más de mil kilómetros de longitud, de las cuales el 18% todavía es de terracería; siendo aproximadamente una extensión de 180 kilómetros, localizadas en las colonias en las que se asientan las familias de menores ingresos, lo que hace difícil el acceso de los servicios de limpia y recolección. En la reserva norte

de la ciudad de Cancún se han establecido 22 mil familias (el 16 % de la población), en colonias que con una longitud de 115 kilómetros de vialidades de terracería que representan el 64% de la extensión vial que no cuenta con pavimentos. (SEDUMA-IPN 2012 p. 38)

Tratamiento de Aguas Residuales: El Programa Institucional de Infraestructura hidráulica y sanitaria señala que se tiene una cobertura de casi el 69% de la población estatal; sin embargo, se estima que solo se aprovecha el 70% de la infraestructura existente, dado que los usuarios utilizan descargas a través de fosas sépticas que en su mayoría no garantizan el adecuado tratamiento de las aguas residuales, con la consecuente contaminación que se genera al manto freático; lo cual a su vez pone en riesgo la actividad turística por la contaminación del subsuelo, el acuífero y las costas. (CAPA 2012 p.8)

Agua potable: El mismo documento señala que el consumo promedio de un usuario doméstico urbano es de alrededor de 120 litros por habitante. El servicio en el municipio de Quintana Roo lo proporciona la concesionaria Aguakan. (CAPA 2012, p. 11)

---

#### INFRAESTRUCTURA

Cancún Zona Hotelera cuenta con infraestructura satisfactoria para la prestación de servicios turísticos y la mitigación de su impacto ambiental. En los horarios pico el tránsito vehicular es muy lento, debido a la gran cantidad de vehículos que transitan al mismo tiempo en la única vía de acceso de 2 carriles por sentido y aproximadamente 30 kilómetros de largo. Los principales centros nocturnos de Cancún se encuentran saturados debido a una sobredemanda de pocos lugares de moda. Cancún Zona Centro cuenta con infraestructura satisfactoria para la prestación de servicios turísticos y poco satisfactoria para la mitigación de su impacto ambiental.

Las características geológicas de la región no favorecen la formación de acuíferos superficiales, de tal manera que la fuente de abasto de agua para la población proviene del acuífero subterráneo. El agua que se utiliza en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres proviene de 6 zonas de captación ubicadas en el poniente de Benito Juárez, sur de Isla Mujeres y Puerto Morelos. (Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030)

Agua Potable: La infraestructura de abasto de agua potable consta de 185 pozos distribuidos en las 6 zonas de captación, con una capacidad de instalada de 3,169.52 litros por segundo que significan 100,252,848 m<sup>3</sup>/año. La red que permite el abasto hacia los asentamientos humanos de Benito Juárez resulta hasta el momento suficiente para atender la demanda de Benito Juárez e Isla Mujeres que es de 75,244,604 m<sup>3</sup>; sin embargo, el desarrollo del mismo Centro de Población de Cancún y el incremento de oferta turística de Isla Blanca en el municipio de Isla Mujeres requieren ampliar la superficie de captación y la capacidad instalada. Cada año la demanda de servicios de tratamiento de aguas residuales se incrementa en 1.4 millones de metros cúbicos. (Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Q. Roo 2018 – 2030)

Tratamiento de Aguas Residuales. El municipio cuenta con 9 plantas de tratamiento de las cuales tres están en la zona hotelera; una está en proceso de terminación de módulos, y tres requieren ampliación. En conjunto representan una capacidad de 545 litros por segundo en la zona hotelera y 983 en la zona urbana, dando un total de 23,844,931 m<sup>3</sup> trimestralmente. (Sánchez Rivera, 2019)

Residuos sólidos: De acuerdo con el Diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos de Quintana Roo 2016-2017 elaborado por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo, el municipio cuenta con 59 unidades recolectoras compactadoras, de las que 37 se encuentran en buen estado y 22 en estado regular; así como de 454 trabajadores. El servicio del municipio está concesionado.

El relleno sanitario está concesionado; lo comparten los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos. Este consta de: Caseta de vigilancia; Bascula; Camino de acceso; Pozo de monitoreo; Sistema de captación y control de biogás; Sistema de captación y control de lixiviado; Laguna de lixiviado; Bandas de separación. (SEMA 2018, p. 13)

Abastecimiento de agua potable: 185 pozos, 2 mil 295 km de tuberías para distribución y 43 km para la conducción. También se cuenta con 51 estaciones de rebombeo y almacenamiento. 25% de las viviendas particulares habitadas carecen de agua entubada. Las zonas de la ciudad donde se carece del servicio de agua potable coinciden con aquellas sin drenaje; en 2016 el 17.4% de las

viviendas no disponían del servicio de drenaje público, solo fosas sépticas caseras.

Electricidad: hay 3 subestaciones de transmisión y 17 subestaciones de distribución. En 2016, el consumo de energía eléctrica en el municipio fue de 2 millones 255 mil 654 mega watts por hora. Hay 52 mil luminarias como parte del sistema de alumbrado público, de las cuales únicamente 80 % se encontraban en funcionamiento

Sistema de Salud pública: 13 hospitales generales, 3 hospitales de especialización, 7 clínicas y 11 consultorios generales. En el municipio el personal médico atiende a 53% más derechohabientes que la media recomendada a nivel internacional por la OMS.

Sistema de Salud privado: ofrece 16 hospitales generales, 10 de especialidades, 5 clínicas médicas, 136 consultorios generales, 132 consultorios de especialidades y 4 consultorios de optometría.

Sistema educativo: En el municipio hay 221 escuelas de nivel preescolar, 278 primarias y 109 secundarias, 70 de nivel medio superior y 22 de nivel superior, además de 27 centros de capacitación laboral. se cuenta con un total de

6,047 aulas y 10,379 profesores, para una población de 190,756 estudiantes entre 3 y 24 años de edad. Toda la población de 6 a 14 años es atendida; mientras que 29% de los jóvenes entre 15 y 17 años no continúan con sus estudios, además de que sólo el 18% de los jóvenes entre 18 y 24 años continúan estudiando. 3 de cada 10 estudiantes asisten a un centro de enseñanza privado.

---

#### MANTENIMIENTO

Cancún está dividido en una zona hotelera y en una zona centro, a la cual bordean los núcleos habitacionales conocidos como supermanzanas o regiones. En la zona hotelera el mantenimiento está a cargo de Fonatur. En la zona centro y las supermanzanas y regiones el mantenimiento está a cargo del Ayuntamiento de Benito Juárez.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA EN CANCÚN

- Rehabilitar los predios en zonas turísticas que están en situación de abandono y regular las nuevas construcciones en la zona hotelera para reducir la densidad poblacional en esa zona.

- Rehabilitar la zona centro y regularizar los terrenos invadidos ofreciendo el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para todas las viviendas y comercios.
- Intervenir y coadyuvar en la regularización de la tenencia de la tierra en asentamientos irregulares, así como en los procesos de incorporación al desarrollo urbano y la vivienda de tierras de origen ejidal o proveniente del patrimonio de la federación o del estado. (CPI Cancún 2018, p. 113)
- Lanzar una campaña permanente que informe e incida en las conductas de los habitantes para que realicen la separación de residuos urbanos (CPI Cancún 2018, p. 114)
- En amplias zonas urbanas y suburbanas, por las características de construcción de las unidades habitacionales, es imposible que se realice la recolección de aguas residuales a partir de redes públicas hidrosanitarias; lo que genera una contaminación del subsuelo que no es visible pero que afecta los acuíferos y en ciertas épocas aflora de manera superficial.
- Asimismo existe incumplimiento de hoteles y restaurantes que envían efluentes con grasas y productos de desalinización y/o pluviales; lo que afecta los procesos de tratamiento de aguas residuales.
- En los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres estiman que existan 140,000 viviendas ubicadas en sitios irregulares, carentes de servicios públicos; se recomienda a las autoridades municipales y estatales que actualicen con frecuencia los planes de desarrollo urbano y dotar a estas zonas de infraestructura básica para los servicios de agua potable, drenaje sanitario y saneamiento, así como también establecer estrategias conjuntas de desarrollo e inversión en infraestructura con los desarrolladores de viviendas del estado. (CAPA, 2012:p-10)

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030 establece la siguiente descripción del medio físico de este municipio.

Extensión: 1,664 km<sup>2</sup>, con 22 km de litoral.

Geología: Rocas sedimentarias calizas que se ven sujetas a procesos de intemperismos físico y químico, dando lugar a oquedades del terreno que constituyen elementos de riesgo debido a posibles colapsos del terreno. Las rocas sedimentarias del cuaternario pueden generar condiciones de riesgo por deslizamientos y hundimientos debido a que no se encuentran consolidadas, así como de corrosión por la presencia de compuestos de azufre.

Edafología: suelos no consolidados cuyo principal material lo componen partículas disgregadas de arenas de diversos tipos por lo que son muy susceptibles a la erosión. Este tipo de suelo es el dominante, son muy pedregosos y tienen como limitante de su fertilidad la rápida lixiviación de los nutrientes debido a las precipitaciones y por la escasa cantidad de materia orgánica que presentan y cuando están asociados a ambientes costeros presentan una elevada salinidad que los hace tener propiedades corrosivas. Se distribuye en la costa y tiene su origen en la acumulación de arenas marinas de origen biogénico.

Topografía: las mayores alturas no rebasan 20 msnm; sin embargo, las condiciones del terreno determinan la

presencia de diversos tipos de relieve resultado de su historia geológica. Colindante con la actual zona de playa, existe una zona de inundación permanente que permite la presencia de comunidades de hidrófitas.

Fisiografía: no existen corrientes superficiales debido a la elevada infiltración del agua de lluvia; de tal manera que se conforma una red difusa de drenaje subterráneo que se mueve desde el centro de la Península hacia las costas en un sentido radial.

Hidrología: La presencia de cuerpos de agua y humedales se localizan en la parte este. A lo largo de la costa se encuentran los cuerpos de agua relacionados al Litoral Marino Norte de Benito Juárez y al Litoral Marino de la Zona Hotelera. El humedal más importante es el llamado Humedal Poniente del Sistema Lagunar Nichupté junto con el Manglar de borde del Cuerpo Lagunar. Hacia el sur se ubica una porción de terreno perteneciente al humedal del corredor Aeropuerto Puerto Morelos. (Agenda de Competitividad Turística 2013-2018)

La naturaleza cárstica de la región no favorece la presencia de existencia de flujos superficiales. Hacia la zona costera hay presencia de humedales que conforman zonas bajas o

cuencas de manglar y cenotes abiertos. La microcuenca se encuentra prácticamente en la unidad hidrológica denominada Humedales de Puerto Morelos, cuya extensión es de aproximadamente 4,000 hectáreas, tiene un radio mayor de aproximadamente 22 Km (paralelo a la costa) y un radio menor de 1.8Km (perpendicular a la costa). La presencia del agua contenida en dicha unidad hidrológica se debe a que la elevación topográfica del terreno desciende por debajo del potencial hidráulico del acuífero; lo que hace que las aguas freáticas afloren y den lugar a zonas de humedales perennes. A su vez, la existencia de bocas que conectan los humedales con el mar da lugar a un efecto de salinización estacional; no obstante, también se tiene salinización por medio de filtraciones subterráneas a través de la duna costera y a profundidad debido a las calizas cársticas.

Hidrología subterránea: El paisaje cárstico de la Península de Yucatán es el origen de la formación de un acuífero subterráneo que normalmente se desplaza en forma masiva, pero que puede llegar a formar auténticos ríos que transcurren por las cavernas formadas por la disolución de las calizas.

Clima: El Municipio de Benito Juárez se ubica en la zona intertropical de baja altitud, lo que determina la presencia de un clima cálido subhúmedo. Cancún recibe la influencia de la Corriente del Golfo de México, que propicia un clima cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. La temperatura media anual ronda los 25.5 grados centígrados. El total anual de las lluvias oscila entre los 1.000 y 1.300 milímetros. Predominan los vientos del Este y Sureste; durante el verano la zona se ve afectada por tormentas tropicales y ciclones. La temporada de huracanes comienza a mediados de Junio; los meses más afectados son septiembre y octubre.

Eventos climatológicos extraordinarios: Masas de aire frío provenientes del norte del continente y que al pasar por el Golfo de México se cargan de humedad generando rachas de hasta 40 km/h y generan fuerte oleaje que dificulta la navegación. Estos eventos ocurren generalmente desde noviembre hasta febrero o marzo, y las lluvias que ocasionan son una fuente importante de recarga del acuífero. Los eventos ciclónicos que incluyen depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes se presentan en la temporada que abarca desde mayo hasta noviembre; siendo

los meses de septiembre y octubre cuando se han registrado los más destructivos en la región.

Usos de suelo y vegetación: La vegetación original del municipio se conformaba por selvas, diversos tipos de comunidades de manglar, vegetación de tular y vegetación de dunas costeras. Con el crecimiento del centro urbano y el desarrollo de la oferta turística, así como alteraciones naturales e incendios forestales, se ha generado una alteración a este elemento biótico y en la actualidad se encuentra en un estado de deterioro.

Fauna: Hay 566 especies de vertebrados; entre las que destacan 26 especies de peces, 15 de anfibios, 57 de reptiles, 406 de aves, y 62 de mamíferos. Entre las especies con estatus de protección están las 4 especies de tortugas marinas, el jaguar y el mono araña.

Áreas Naturales Protegidas: Se registran 4,257.5ha bajo alguna categoría de protección; lo que representa el 5% de la superficie municipal. El Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté representa poco más del 90% de la superficie de conservación en la localidad.

El Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc forma parte de la barrera arrecifal denominada “Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental” (también conocido como “Gran Arrecife Maya” y pertenece al “Sistema Arrecifal Mesoamericano”) considerada como la segunda barrera arrecifal más grande del mundo. El parque marino está dividido en tres polígonos, cada uno se encuentra frente a las costas descritas en el mismo nombre del parque. La formación arrecifal del polígono punta Nizuc se extiende al sur hasta la colindancia del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. La corriente marina superficial pasa por el Canal de Yucatán y sale por el Estrecho de la Florida.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

La vegetación de dunas costeras ha sido la más afectada y prácticamente ya no existe en el municipio, observándose sólo pequeños manchones en algunas playas. Los diversos tipos de comunidades de manglar, particularmente el denominado mangle chaparro, también han sido afectados; principalmente por el desarrollo de la oferta turística.

La mayor parte de zonas urbanizadas del municipio ocupadas por la población se ha desarrollado a expensas de

la vegetación de selva mediana subperennifolia; la que además ha presentado afectaciones por grandes incendios forestales. la creciente demanda para vivienda y servicios va en detrimento de la vegetación de selva mediana subperennifolia.

Regiones Prioritarias para la Conservación (RPC): son espacios territoriales que la Comisión Nacional para el Estudio de la Biodiversidad (Conabio) ha identificado debido a su importancia para la conservación de la biodiversidad nacional; tanto como regiones prioritarias para la conservación como áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)

*Tabla 56 Regiones Prioritarias para la Conservación*

<i>RPC</i>	<i>Nombre</i>	<i>Superficie</i>	<i>% que se encuentra en este municipio</i>
<i>Terrestre</i>	Dzilam-Ría Lagartos Yum Balam	416.48	0.40 %
<i>Marina</i>	Dzilam-Contoy	3,943.74	37.60 %
<i>Marina</i>	Punta Maroma-Punta Nizuc	17,925.67	19.30 %
<i>Hidrológica</i>	Contoy	61,588.62	66.20 %
<i>AICA</i>	Corredor Central Vallarta-Punta Laguna	26,164.56	28.10 %

Emisión de Gases Con Efecto Invernadero (GEI): El Municipio de Benito Juárez cuenta con un Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) actualizado en 2015 y en el cual se indica de manera amplia el inventario de emisión de contaminantes GEI y las medidas de mitigación para dichas emisiones. El transporte genera el 72.8% de las emisiones totales anuales de CO2. Los Residuos Sólidos Municipales (RSM) contribuye con 15.2% del total del inventario debido a las emisiones de metano que emiten por la forma en que se realiza su manejo final. La actividad comercial contribuye con 6.1%, y la subcategoría residencial (quema de gas LP en los hogares) aporta 3.5% y el restante 3.3% corresponde a diversas fuentes.

Calidad del aire: El Municipio de Benito Juárez carece de sistemas de verificación vehicular a pesar de que existe un parque vehicular importante; lo que favorece la emisión de contaminantes atmosféricos. El relieve plano del municipio y características de los vientos dominantes en la región, favorecen una dispersión de contaminantes atmosféricos y no existe su acumulación que genere por el momento daños crónicos hacia la población. Sin embargo, en ciertos horarios

existe una evidente contaminación en las vialidades de mayor tránsito debido al lento flujo vehicular.

Calidad del agua: Las zonas de captación que en su inicio se encontraban alejadas de la mancha urbana, en la actualidad se encuentran cada vez más próximas y actualmente la zona de captación 2 denominada Isla Mujeres se encuentra rodeada de asentamientos humanos. Considerando el riesgo de contaminación en las zonas de captación, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) del Gobierno del Estado de Quintana Roo realizó un estudio para determinar superficies de protección (Zona de Reserva y Zona de Amortiguamiento) de las zonas de captación. Resulta indispensable decretar polígonos de protección del acuífero a partir de la categoría de Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población que señala la LEEPA en su Artículo 63 con la finalidad de dar cumplimiento a lo que se señala en su Artículo 67 (Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030).

---

#### MOVILIDAD URBANA

La ciudad de Cancún cuenta con 36 rutas establecidas de transporte público. Cancún Zona turística cuenta con aeropuerto, taxi, servicio privado de traslados, y ruta de microbús urbano colectivo que recorre la zona turística hacia la zona centro. La zona turística cuenta con una Ciclopista y banquetas peatonales; cada kilómetro hay una parada de microbús. En Cancún Centro se cuenta con terminal foránea de autobuses, microbús foráneo, microbús urbano, taxi, y vehículos automotores privados, motocicletas y bicicletas sin contar con Ciclopista. En hora pico el tránsito vehicular es muy lento y en la zona de transición entre la zona hotelera y la zona centro se dificulta realizar el cambio de ruta de transporte debido a la alta demanda de servicios en los horarios de salida de los turnos turísticos.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Cancún se llega por carretera federal o autopista concesionada. Cancún cuenta con servicio público concesionado, de transporte urbano, suburbano y foráneo. Cuenta con aeropuerto, terminal de autobuses de pasajeros, sitios de taxi, paradas de transporte y renta de autos. Hay una ciclovía turística.

---

## PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en mejorar las rutas de transporte público existente, modernizar la flota de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y no solo sean un elemento decorativo en las zonas turísticas.

---

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores

ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

#### *Ecuación 16 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su

cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 17 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

## CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios

recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

---

## PLANES DE MANEJO EXISTENTES<sup>xxiii</sup>

- Política Nacional Turística
- Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2016-2022
- Programa Sectorial de Diversificación y Desarrollo del Turismo
- Programa Municipal De Desarrollo Urbano De Benito Juárez, Quintana Roo 2018 -2030

- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
- Reglamento de Ecología y Gestión Ambiental del Municipio de Benito Juárez (2008).
- Reglamento del Gobierno Interior del Ayuntamiento del Municipio de Benito Juárez.
- Reglamento de Anuncios y Publicidad del Municipio de Benito Juárez (2016).
- Reglamento de Construcción para el Municipio de Benito Juárez (2016)

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD CANCÚN

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	51.26 %
Mujeres	49.36 %
Población Indígena	23.28 %
Menores de 15 años	28.40 %

Población de 15 a 65 años	69.32 %
---------------------------	---------

Mayores de 65 años	02.28 %
--------------------	---------

Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	61.8 %
----------------------------------	--------

Hombres mayores de 12 años que trabajan:	59.66%
--	--------

Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	33.60%
--	--------

índice de desempleo	3.8 %.
---------------------	--------

Pobreza y Rezago

Población en pobreza:	27.7 %
-----------------------	--------

Población vulnerable por carencias:	35.8 %
-------------------------------------	--------

Turistas con pernocta**	Ene-Dic 2018
-------------------------	--------------

Cuartos Disponibles	35142
---------------------	-------

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018) 74.62%

Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018) 8,515,701

Estancia promedio 2.97

Densidad Promedio por habitación 2.66

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU)

El municipio cuenta con 59 unidades recolectoras compactadoras, de las que 37 se encuentran en buen estado y 22 en estado regular; así como de 454 trabajadores. El relleno sanitario está concesionado; lo comparten los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos.

Capacidad de Manejo Turístico RSU = Alto

##### AGUAS RESIDUALES (PTAR)

El municipio cuenta con 9 plantas de tratamiento de las cuales tres están en la zona hotelera; una está en proceso de terminación de módulos, y tres requieren ampliación. En conjunto representan una capacidad de 545 litros por segundo en la zona hotelera y 983 en la zona urbana, dando un total de 23,844,931 m<sup>3</sup> trimestralmente. (Sánchez Rivera, 2019)

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = Alto

##### AGUA POTABLE:

185 pozos, 2 mil 295 km de tuberías para distribución y 43 km para la conducción.

51 estaciones de rebombeo y almacenamiento. 25% de las viviendas particulares habitadas carecen de agua entubada. Las zonas de la ciudad donde se carece del servicio de agua potable coinciden con aquellas sin drenaje; en 2016 el 17.4% de las viviendas no disponían del servicio de drenaje público, solo fosas sépticas caseras.

---

**ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES.  
(INEGI 2017)**

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 616

- Gerentes y directivos: 6
- Administrativos y contables: 161
- Técnicos y operativos: 449

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 167 pozos

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca y mar.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 1,095,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 74 vehículos.

- Con compactador: 74
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 98%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 14
- Hombres: 151



Ubicación de Plantas de Tratamiento y Relleno Sanitario, Cancún



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 57 Numeralía por Localidad: Cancún*

Población al 2015	743,626
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	35,142
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax por habitación)	25,653,660
Densidad promedio por habitación	2.66
Ocupación promedio	74.62%
Turistas noche 2018 (Total anual)	25,274,363
Excursionistas INAH 2018 (Museo Maya de Cancún)	72,302
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	198
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	97%
Conectividad doméstica al drenaje	99.5%
Capacidad de Recolección de RSU	95.2%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	78.36%

*Tabla 58 Capacidad de Manejo: Cancún*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Cancún	95.2	99.5	97	97.23

*Tabla 59 Capacidad de Carga Efectiva: Cancún*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Cancún	814,108	813,069	97.23	790,574

Con una capacidad de manejo del 97.23%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 790,574 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA CANCÚN - PLAYA DELFINES

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo

- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez,

(2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxiv</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor a considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

Sitio turístico evaluado: Playa Pública Delfines

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
1 PLAYA DELFINES CANCUN	1,850	6	6	4.0	4	6	24	30

	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF	CCR por hora
Capacidad de Carga Turística							
Playa Delfines Cancún	2	62	247	6	1	463	77

Este sitio puede ser visitado diariamente por 463 personas. A este sitio pueden llegar 77 personas cada hora

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Cancún puede recibir turismo en su zona hotelera, y su zona centro. Cancún no puede recibir turismo en su zona habitacional, especialmente las áreas conocidas como Regiones. Tampoco en su ejido Alfredo Bonfil.

En Cancún Zona Hotelera hay suficiente infraestructura para albergar al turismo que recibe, así como en el centro original de la ciudad donde se encuentran los hoteles de tres estrellas o menos. La zona habitacional requiere de mantenimiento en su infraestructura urbana y recuperación de espacios públicos para poder atraer turismo. La avenida Tulum está en franco decaimiento, así como zonas de la avenida restaurantera Yaxchilán. La zona centro tiene pocos espacios de estacionamiento disponibles y su diseño circular y calles estrechas en forma de herradura dificulta al visitante

encontrar la dirección a la que se dirigen y estacionarse cerca del lugar al que se dirigen es complicado.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:**

Cancún Zona hotelera km 2 al 7 y del km 14 al 25. La capacidad de carga de Cancún ya se encuentra al límite en infraestructura disponible y servicios. La demanda de agua del crecimiento turístico planeada para Isla Blanca, en el vecino municipio de Isla Mujeres, pero colindante en su territorio continental con el municipio de Benito Juárez, donde se ubica Cancún, llevaría el consumo diario de agua al límite diario disponible.

**ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA**

Km 7-12 Zona Hotelera de Cancún, distrito Party Center. Saturado de 6 pm a 4 am. El Boulevard Kukulkán que atraviesa la zona hotelera de Cancún ya presenta una importante saturación vehicular.

Las dunas costeras presentan una erosión importante debido a la alta densidad de construcciones sobre la línea costera.

**RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.**

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS

	Descripción	Localidad Elegida
	Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos	Cancún
Justificación	Cancún es el estandarte del crecimiento económico generado por el turismo, pero no ha logrado reducir su desigualdad entre regiones de la misma ciudad. La población local solo tiene acceso a trabajos temporales en los que goza de los mínimos beneficios sociales y no puede acceder a créditos de vivienda o bancarios para mejorar su entorno domiciliar; y como no puede acceder a una vivienda digna ha lotificado una vivienda en un lote irregular que carecen de servicios urbanos. Se puede frenar este ciclo proporcionándole vivienda social a los	

	trabajadores de base y prestaciones sociales como transporte o alimentos para que mejoren su calidad de vida mediante acciones cotidianas.
Estrategia Principal	Es necesario que se siga trabajando en la inclusión social, la mejora de las zonas suburbanas y las zonas de población irregulares deben ser dotadas de servicios urbanos pues no se puede ignorar que una vasta población radica en esos lugares y a la vez transita y labora en la ciudad y la zona turística. Esos trabajadores merecen regresar a un hogar digno con espacios de calidad como los que diariamente pueden ver que están disponibles sólo para los visitantes; no solo la playa, también el paisajismo y jardinería urbana.

---

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.

Rehabilitar los predios en zonas turísticas que están en situación de abandono y regular las nuevas construcciones en la zona hotelera para reducir la densidad poblacional en esa zona.

Rehabilitar la zona centro y regularizar los terrenos invadidos ofreciendo el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para todas las viviendas y comercios.

El diagnóstico elaborado por Infonavit, en colaboración con ONU Hábitat para la evaluación del índice de Ciudades Prósperas CPI 2018 determinó que Una parte significativa de las viviendas de baja calidad se asocian a asentamientos irregulares donde

No existe certeza en la tenencia de la tierra, motivo por el cual no son considerados en las zonas de atención prioritaria (ZAPS) e imposibilita a la autoridad atender el rezago social existente en dichas zonas como lo es el mejoramiento de la vivienda e introducción de servicios básicos; y propone intervenir y coadyuvar, conforme a la legislación aplicable, en la regularización de la tenencia de la tierra en asentamientos irregulares, así como en los procesos de incorporación al desarrollo urbano y la vivienda de tierras de

origen ejidal o proveniente del patrimonio de la federación o del estado. (CPI Cancún 2018, p. 113)

En materia de Residuos Urbanos, el diagnóstico presentado en el CPI de Cancún 2018 señala que no existe una campaña permanente que informe e incida en las conductas de los habitantes para que realicen la separación de dichos residuos, tal y como marca las normas establecidas en el municipio. Además, la autoridad municipal encargada del manejo de residuos sólidos sólo autoriza la recaudación de cuotas a comercios para su recolección, sin que esto se aplique a los domicilios particulares; lo cual implica una merma en la capacidad económica para implementar una estrategia integral de manejo y disposición final de residuos sólidos domiciliarios. (CPI Cancún 2018, p. 114)

Al respecto del tratamiento de aguas residuales, el diagnóstico presentado en el CPI 2018 de Cancún detectó que en amplias zonas urbanas y suburbanas, por las características de construcción de las unidades habitacionales, es imposible que se realice la recolección de aguas residuales a partir de redes públicas hidrosanitarias; lo que genera una contaminación del subsuelo que no es

visible pero que afecta los acuíferos y en ciertas épocas aflora de manera superficial.

El diagnóstico también señala que esta grave problemática no tiene en la actualidad ningún planteamiento para su solución a partir de sistemas no tradicionales; además de la falta de inversión en las plantas de tratamiento que mejore la eficiencia y capacidad en zona hotelera.

Asimismo existe incumplimiento de hoteles y restaurantes que envían efluentes con grasas y productos de desalinización y/o pluviales; lo que afecta los procesos de tratamiento de aguas residuales.

El diagnóstico de CPI 2018 de Cancún propone exigir que la autoridad competente cumpla la normatividad en la materia, a partir de obligar a los usuarios a acudir a los centros de verificación a fin de que acrediten el cumplimiento de los parámetros establecidos. Impulsar de manera formal e informal, la educación ambiental permanente que informe e incida en las conductas de los habitantes para que realicen la separación de dichos residuos, tal y como marca las normas establecidas en el municipio.

El Programa Institucional de Infraestructura Hidráulica y Sanitaria de Quintana Roo (Capa, 2012) señala que las ciudades como Playa del Carmen, Tulum y Cancún se ven constantemente rebasados en sus pronósticos de crecimiento poblacional; lo que ocasiona problemas adicionales como la demanda de suelo urbano, vivienda y servicios. Este documento señala que en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres estiman que existan 140,000 viviendas ubicadas en sitios irregulares, carentes de servicios públicos.

Este programa recomienda a las autoridades municipales y estatales que actualicen con frecuencia los planes de desarrollo urbano y dotar a esta zonas de infraestructura básica para los servicios de agua potable, drenaje sanitario y saneamiento, así como también establecer estrategias conjuntas de desarrollo e inversión en infraestructura con los desarrolladores de viviendas del estado. (CAPA, 2012:p-10)

La llegada del sargazo, aun cuando es un proceso atípico requiere hacer un análisis más exhaustivo sobre su impacto en la actividad turística ya que al momento se desconoce su impacto real tanto en la afluencia turística como en los ecosistemas que están presentando esta afectación.

MAPAS

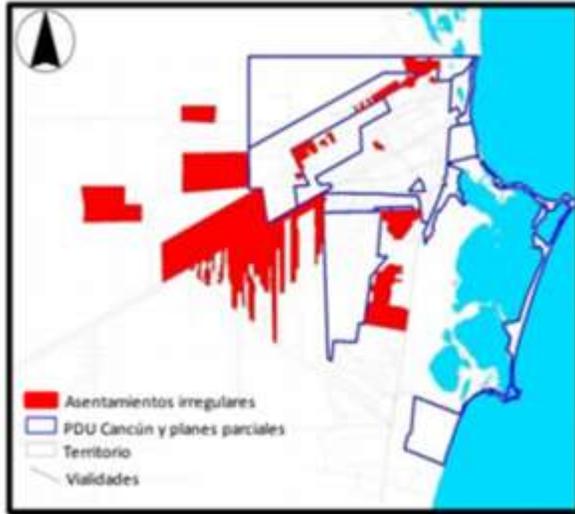


Ilustración 196 Asentamientos Irregulares en Cancún © CAPA 2012:19)



Ilustración 197 Municipio de Benito Juárez (Tomado de CPI Cancún 2018)



Ilustración 198 Urbanización de Cancún y la Riviera Maya (Tomado de CPI Cancún 2018)

#### LOCALIDAD: FELIPE CARRILLO PUERTO



*Ilustración 199 Felipe Carrillo Puerto © Tomado del portal de gobierno municipal.*

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del municipio de Felipe Carrillo Puerto, en Quintana Roo; este es el más grande del estado y comprende 28% del territorio estatal, incluyendo una parte muy significativa del litoral central con el Mar Caribe. En contraste, también es el municipio con menor población de toda la entidad, representando el 5.4% del total estatal.

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Este es el único destino turístico que no es de sol y playa en Quintana Roo. El atractivo de este municipio radica en su

riqueza cultural; en haber sido un bastión de los indígenas Mayas en su rebelión contra el cacicazgo español y mestizo. En Tihosuco se ubica el Museo de la Guerra de Castas.

En el municipio se ha desarrollado la marca Maya Ka'an, que unifica a las cooperativas turísticas locales en un mismo canal de comercialización. De esta forma se pone al alcance del público en general un listado de actividades que pueden llevarse a cabo al visitar Carrillo Puerto.

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Felipe Carrillo Puerto tiene el potencial turístico de ser un destino de Turismo Cultural y Natural, en el que se haga énfasis en la importancia que tiene esta zona como bastión de la resistencia Maya a la colonización española, así como la importancia que tiene la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an para la consolidación del turismo de naturaleza en Quintana Roo.

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

El turismo en este municipio está organizado bajo la marca local Maya Ka'an. Mediante esta iniciativa se fomenta el turismo de naturaleza en nueve sitios del municipio a través de 16 excursiones.

*Tabla 60 F.C.P. Descripción de las principales actividades turísticas*

<p>Aventura en Laguna Negra: Relájate caminando a través de un exuberante sendero interpretativo dentro de una reserva patrimonio mundial. Disfruta desde el mirador la majestuosidad y belleza de este paraíso y después aventúrate en un agradable paseo en kayak.</p>	<p>chicle para después, en armonía con la naturaleza, refrescarte y relajarte en los canales de Muyil.</p>
<p>Aventura en Bicicleta: Descubre en compañía de un guía local, diferentes ecosistemas característicos de la Reserva de Sian Ka'an a través de un desafiante y divertido recorrido en bicicleta de montaña.</p>	<p>Mayaking: Rema por las silenciosas aguas del ecosistema lagunar utilizado por los antiguos mayas como parte de su ruta comercial y durante el paseo descubre hermosas variedades de aves.</p>
<p>Observación de Fauna: Disfruta en los mejores escenarios naturales de la observación de un sinfín de aves y animales marinos, recorre en lancha las lagunas, manglares y el heroso mar, esnorqueleando en el arrecife meosamericano.</p>	<p>Recorrido de Sanación: experimenta una profunda sanación del alma, la mente y el corazón a través de una perfecta combinación de conocimientos ancestrales, danzas, música y plantas utilizadas en la medicina tradicional.</p>
<p>Kayak en Laguna de Sijj Noh Ha: Excelente lugar para entrar en contacto con la naturaleza y disfrutar un relajante paseo en kayak a lo largo de una hermosa laguna.</p>	<p>Tour Cultural Comunitario: Aprende sobre la cultura maya de una localidad rica en tradiciones, conoce sobre las abejas meliponas, y deléitate con la gastronomía local.</p>
<p>Pesca deportiva: En compañía de expertos guías nativos recorrerás los bajos manglares en busca de tu próxima captura de macabí, palometa, robalo entre otros.</p>	<p>Recorrido gastronómico: saborea deliciosos platillos típicos, conoce el pan medicinal tradicional y participa en la elaboración de alimentos enterrados en tierra (al pib).</p>
<p>Muyil Selva y Flotación: una fascinante inmersión cultural con un guía local que comparte los misterios de la zona arqueológica de Muyil y Chunyaxché.</p>	<p>Recorrido de Aventura: Recorre la selva en bicicleta de montaña hasta llegar a una cueva donde habitan las serpientes colgantes y sé testigo de cómo se alimentan de murciélagos.</p>
<p>El Chicle: Un legado Maya: Descubre un importante legado de los antiguos mayas a través de la técnica de extracción del</p>	<p>Circuito Xiimbal Maya: Oportunidad de combinar actividades de naturaleza y culturales a través de la interacción directa con pobladores de la región. Visita el museo de la Guerra de Castas, demostraciones de hilado de algodón y henequén, plantas medicinales y artesanías.</p>

---

## NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Cuenta con 11 hoteles de 3 estrellas en Felipe Carrillo Puerto y uno en Tihosuco, así como 3 Airbnb en Tihosuco y 12 más en Carrillo Puerto. En Felipe Carrillo Puerto se cuenta con 45 restaurantes con categoría turística. En Tihosuco hay un restaurante y una lonchería. En las cercanías de Carrillo Puerto se encuentran algunos centros ecoturísticos, entre los que destacan Sijil No ha y Balam Nah, en las cercanías de la laguna Ocom.



*Ilustración 200 localidades Maya Ka'an © Mayaka'an Travel*

---

## PERFIL DEL VISITANTE

No existe información oficial sobre el tipo de visitantes de este municipio. En base a la experiencia, los visitantes provienen principalmente de la ciudad de Tulum y vienen en busca de conocer más sobre la cultura maya viva y la guerra de castas que definió este territorio. Aunque hay algunos extranjeros, la mayoría son mexicanos. Felipe Carrillo Puerto es uno de los puntos urbanos tradicionales para los mayas que habitan las comunidades y rancherías de este y otros municipios, incluido el vecino estado de Yucatán. Felipe Carrillo Puerto tiene vías de acceso desde Tulum, Valladolid y Bacalar, principalmente; y también se dirige hacia el municipio de José María Morelos.

---

## TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

Un día

---

## RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Comercializar los circuitos que ya se tienen diseñados. Mencionados en la tabla 60 de este apartado informativo, proporcionados por la empresa turística local Maya Ka'an.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- **Ecológica Medio/ambiental:** El Plan Municipal de Desarrollo señala que existe una fuerte oposición de los sectores ambientalistas radicales al desarrollo económico de actividades económicas, y que las limitaciones al desarrollo del turismo por la presencia en su territorio de un área natural protegida con restricciones ambientales excesivas con respecto a las que se aplican en otras zonas del estado. También reconoce que hay crecimiento desordenado de las manchas urbanas y pérdida de ecosistemas conservados.
- **Física:** de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo, no se cuenta con suficiente infraestructura turística y la red de caminos está poco desarrollada. Faltan servicios bancarios y financieros.
- **Socio-Perceptual:** La postura municipal es de resentimiento hacia no contar con acceso a los recursos costeros por estar limitado el acceso al pertenecer a la Reserva de la Biósfera de Sian K'aan. De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo, la

mayor parte de la población es menor de edad y la población en general presenta un importante rezago educativo.

- **Económica:** Este municipio cuenta con una ubicación privilegiada pero está carente de la infraestructura necesaria para su crecimiento.
- **Psicológica:** El sentir del municipio es que otros municipios que tienen acceso al turismo de sol y playa generan una derrama económica mayor y que este municipio al estar restringido de su acceso a la costa no puede alcanzar tal desarrollo. Por otra parte, también expresan que existe un crecimiento en la demanda mundial de turismo ecológico y de naturaleza, como algo favorable para este destino.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

La población ronda los 91,816 habitantes, el grupo más numeroso es el de los 5 a 9 años de edad, seguido por 10 a 14 años, el de 15 a 19 años y el de 0 a 4 años; con lo que obtenemos un total de 30,539 individuos menores de edad, lo que representa el 33.26% de la población. El 91.64% de la población es indígena. El 94.65% de la población es

bilingüe Maya-Español; el 2.82% no habla español. Además de Maya yucateco, la migración de indígenas chiapanecos trajo el idioma tzeltal.

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

Del PIB Estatal, el municipio de Felipe Carrillo Puerto sólo aporta el 0.6%. El 71.8% de la población municipal presenta situación de pobreza, el 24.7% presenta pobreza extrema. La principal actividad productiva es la cosecha de milpa para autoconsumo y el aprovechamiento forestal de la selva. El Territorio municipal está dividido en 56 ejidos con aprovechamiento forestal en desarrollo o potencial, con el equivalente al 68% del territorio municipal, es decir alrededor de 881,831.63 hectáreas. 47 de estos ejidos ya cuentan con plan de ordenamiento territorial, estableciendo zonas para asentamientos humanos, uso agropecuario, aprovechamiento forestal y conservación.

La población económicamente activa es del 40.79% de la población, alrededor de 24,703 personas, la población económicamente activa que no trabaja, por encontrarse estudiando, o ser jubilados, discapacitados, padecer alguna enfermedad o dedicarse a las labores doméstica es del 59.7%.

31% de la población económicamente activa trabaja en el sector primario, 13.9% en el sector de la construcción y 54.8% en el sector de servicios. En comparación con el resto del estado, en este municipio la población que se dedica al sector agropecuario es de 29,76%, mientras que a nivel estatal es de 4.98%. En contraste, mientras que el 80.5% de la población estatal pertenece al sector de servicios, en el municipio es de 54.8%. La tasa de desempleo es de 3.76%; siendo el nivel estatal el 2.82%.

La actividad económica del municipio es rural, con gran proporción de la tierra en régimen ejidal; donde la mayor parte de las actividades son la agricultura de autoconsumo, la ganadería a pequeña escala y el aprovechamiento forestal; la apicultura y la horticultura son actividades complementarias. Hay algunas empacadoras y exportadoras, especialmente de miel, que se produce en todas las comunidades, y el chicle, que se produce en algunos ejidos. El sector secundario se limita a la extracción de material pétreo para utilizarse en construcción, así como contados proceso silvícolas en algunos ejidos. El sector terciario está enfocado a los servicios para la población local, ya que el turismo es casi inexistente.

La actividad ganadera, principalmente de pollo y puerco, generó en 2017 una derrama anual de 248.3 millones de pesos; la agricultura 137.6 millones, la silvicultura 66.8 millones y el comercio de miel y cera 60 millones de pesos.

La agricultura, debido a la composición del suelo es muy difícil de lograr; sin embargo, este municipio conserva la segunda mayor superficie de cultivo del estado; detrás solo de Othón P. Blanco, que cuenta con mejores suelos y condiciones para la agricultura. La agricultura es de autoconsumo. El padrón PROAGRO 2017 tiene contabilizados a 6,757 productores a cargo de 19.646 hectáreas de cultivo, o un equivalente a 2.9 hectáreas por productor; mientras que en el municipio de Othón P. Blanco cada productor dispone de 4.2 hectáreas.

53 ejidos cuentan con planes de manejo forestal para aprovechar más de 300 mil metros cúbicos de madera y 65 toneladas de chicle. La mayoría de los ejidos venden la madera en rollo y solo 5 cuentan con capacidad de transformación y comercialización. La apicultura, aunque es considerada una actividad secundaria, cuenta con más de 50 mil colmenas, generando más de 1500 toneladas de miel

al año; y duplicando la producción de los demás municipios juntos.

El Plan Municipal de Desarrollo señala que la pobreza ha aumentado en años recientes, aumentando hasta seis puntos porcentuales entre los censos poblacionales de 2010 y 2015. El 39.2% de la población no gana lo suficiente para cubrir el costo de la canasta alimentaria.

---

#### SERVICIOS

Residuos sólidos: el municipio cuenta con 5 camiones recolectores de residuos, 2 camiones recolectores compactadores y 2 camiones tipo volquete. Se cuenta con rutas establecidas por colonias de la cabecera municipal, con un itinerario definido y fijo, de lunes a domingo, con tres turnos al día. Se recolectan 140 toneladas diarias. Los residuos sólidos no reciben ningún tratamiento, sólo se compactan y se depositan en el relleno sanitario, que está por cumplir su vida útil. En las demás localidades rurales la basura se quema y se deposita en tiraderos a cielo abierto.

---

## INFRAESTRUCTURA

Saneamiento: Este municipio no cuenta con sistema de drenaje, saneamiento de aguas residuales. Su relleno sanitario está cerca del final de su vida útil.

Salud: Los servicios de salud cuentan con un importante nivel de rezago, en cuanto a infraestructura, personal y servicios médicos, por debajo de las cifras recomendadas por la Organización Mundial de la Salud, lo que genera una situación de mayor morbilidad y esperanza de vida menor a la media nacional.

La mayor parte de los pobladores cuenta con Seguro Popular y solo una pequeña fracción cuenta con IMSS o ISSSTE.

El municipio cuenta con un hospital de la Secretaría de Salud y 46 unidades médicas de consulta externa, de las cuales son 1 del IMSS, 1 del ISSSTE, 1 del DIF y 43 de la SSA. Se cuenta con un total de 108 médicos, con lo que hay un médico cada 850 habitantes.

Educación: 19.9% de la población presenta rezago educativo, la tasa de asistencia en educación básica es del 95.3%. pero en educación media es de 78.9% y en

educación superior es de 19.5% hay 25 escuelas primarias y 8 secundarias en todo el municipio. En Educación superior se cuenta con un instituto tecnológico, una universidad pedagógica nacional, un centro regional de educación normal y una escuela particular donde se pueden cursar las licenciaturas de enfermería, psicología y derecho.

Vivienda: el 29.9% de la población presenta carencias por calidad y espacios de vivienda; 73.6% carece de los servicios básicos en la vivienda, siendo los principales problemas que están construidas con materiales endeble y presentan hacinamiento. No hay servicio de drenaje; la población se encuentra dispersa en localidades pequeñas lo que dificulta su atención.

Aguas Residuales: CAPA reporta una planta de tratamiento con capacidad de 5 litros por segundo, reporta que recibe 0.88 lps. Y que el volumen anual fue de 25,583 m<sup>3</sup>.

---

## MANTENIMIENTO

Se requiere mejorar la red de caminos, el sistema de recolección de residuos e implementar una red de drenaje y tratamiento de aguas residuales. El abastecimiento de agua potable también necesita ser mejorado y ampliado.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- La actividad turística es prácticamente inexistente en el municipio, pero cuenta con la suficiente infraestructura para acomodar a los turistas que actualmente recibe. A través de las excursiones ofrecidas por Maya K'aan todavía hay oportunidades de crecimiento bajo ese esquema de turismo de naturaleza.
- Se requiere mejorar la red de caminos, el sistema de recolección de residuos e implementar una red de drenaje y tratamiento de aguas residuales. El abastecimiento de agua potable también necesita ser mejorado y ampliado.
- Mejorar la gestión de residuos. Los residuos sólidos no reciben ningún tratamiento, sólo se compactan y se depositan en el relleno sanitario, que está por cumplir su vida útil. En las demás localidades rurales la basura se quema y se deposita en tiraderos a cielo abierto.
- Mejorar la calidad de vivienda de la población así como sus servicios urbanos, pues el 29.9% de la

población presenta carencias por calidad y espacios de vivienda; 73.6% carece de los servicios básicos en la vivienda, siendo los principales problemas que están construidas con materiales endebles y presentan hacinamiento. No hay servicio de drenaje; la población se encuentra dispersa en localidades pequeñas lo que dificulta su atención.

- Fortalecer la vinculación entre municipio, ejidatarios, cooperativas turísticas, personal encargado del Área Natural Protegida, la Secretaría de Turismo, la Secretaría de Bienestar para que la población se vea beneficiada de la colaboración multisectorial y reduzcan sus niveles de rezago, sin afectar el equilibrio ambiental que caracteriza a su municipio, pues deben de revalorar la aportación que la Reserva de la Biósfera tiene a nivel global.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

Superficie: 12,941.72 Km<sup>2</sup>

Localización: Longitud 88°41'57.84"W a 87°24'37.08"W, Latitud 19°3'6.48"N a 20°25'26.76"N. Colinda al norte con el estado de Yucatán y con el municipio de Tulum; con el

municipio de José María Morelos al oeste; con el municipio de Bacalar al sur y con el Municipio de Tulum y el Mar Caribe al este.

Localidades: La población se distribuye en cuatro localidades urbanas, Felipe Carrillo Puerto, Señor, Tepich, Tihosuco y Chunhuhub, que concentran al 55% de la población; y por 211 localidades rurales, distribuidas principalmente al oeste, de las cuales 61 se consideran lotificadas y el resto es de viviendas dispersas.

Geología: 90% del territorio se compone de material cárstico, con áreas de origen sedimentario lacustre y aluvial y materiales de origen marino en la franja litoral, en forma de playas y dunas antiguas. El municipio se encuentra en una planicie sin fallas o fracturas, con relieve de pequeñas elevaciones y depresiones de origen cárstico. Sobre esa planicie se desarrolla el borde de la zona costera y el sistema de bahías. La formación del lomerío con depresiones es lo que los expertos llaman relieve cárstico denudante; el promedio de altitud del municipio es de 21.5 msnm.

Hidrología: el municipio se haya repartido en cuatro cuencas hidrológicas; la mayor parte está en la cuenca Chichancanab, por el noreste hay una porción del territorio

en la cuenca Yucatán, por el noreste está en la cuenca Chunyaxché y por el sur la cuenca Bacalar. El relieve plano y la geología cárstica muy permeable impide la formación de ríos superficiales, a excepción de un pequeño cauce conocido como El Tigrito. Los principales cuerpos de agua superficial son alrededor de 20 lagunas, en la zona noreste, cerca de la colindancia con Tulum, y por el suroeste, cerca de la colindancia con Bacalar. En temporada de lluvias se forman aguadas en los bajos, dispersas en el municipio. La llanura cárstica da lugar a la formación de cenotes, algunos en uso para turismo de naturaleza y otros con potencial para esta actividad. En la zona costera se encuentran dos bahías de aguas someras, que se prolongan tierra adentro en zonas de humedal y de inundación temporal o intermitente. La mayor parte del municipio se asienta sobre dos grandes acuíferos, el 3105 Península de Yucatán y el 2301 Cerros y Valles, con una disponibilidad de agua de 300 millones de m<sup>3</sup> por año.

#### Áreas Naturales Protegidas:

Los litorales del municipio se encuentran protegidos por un área natural protegida que prohíbe hacer caminos; no obstante, los espacios costeros del municipio están siendo

aprovechados por actores externos. Gran parte de los predios colindantes con la playa fueron adquiridos por particulares mediante el trámite de titulación de terrenos nacionales, para los cuales el gobierno federal emitió muchos títulos, y en los cuales ya hay hoteles y casas, a la vez que prestadores de servicios turísticos que salen desde Tulum y Playa del Carmen; sin embargo el municipio de Carrillo Puerto no tiene acceso a estos recursos.

Flora: Selva perennifolia en 73.41% del territorio, con 15% de vegetación hidrófila como tular y manglar, y un 5.33% de selva espinosa en los bajos inundables. De las 168 especies endémicas de la Península de Yucatán, en Quintana Roo se encuentra el 11.30%.

Fauna: La fauna incluye el jaguar, puma, ocelote, tigrillo, jaguarundi, mono aullador, tapir, venado cola blanca, temazate, jabalí de labios blancos, pecarí de collar, tepescuincle, sereque, oso hormiguero, viejo de monte, manatí, 320 especies de aves residentes y migratorias, entre las que destacan el zopilote rey, el águila elegante, el tucán real, el loro yucateco y el loro mejillas amarillas.

Clima: Cálido subhúmedo en 73.76% del territorio, caracterizado por una temperatura media anual mayor a

22°C y lluvias concentradas en verano, y solo del 5 al 10% en invierno.

Eventos climatológicos extraordinarios: Al igual que el resto de la costa de Quintana Roo, el municipio se ve afectado por tormentas tropicales y huracanes. En junio de 2018 se presentó una lluvia atípica en la región central de Quintana Roo que repercutió en una severa inundación en la zona de Chumpón, al norte del municipio.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

Gran parte de la cobertura vegetal ha sido afectada por el sistema de milpa tradicional que ha causado desmontes de nuevas áreas para cultivar cada dos o tres años; por lo que la mayor parte de la superficie del municipio presenta solamente vegetación secundaria en diferentes grados de recuperación; así como áreas dispersas de uso agrícola y pecuario.

---

#### MOVILIDAD URBANA

En la cabecera municipal el único medio de transporte público es el taxi. Existen rutas de transporte colectivo hacia Tulum, Playa del Carmen y Chetumal.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Felipe Carrillo Puerto se llega por la carretera federal que conecta Chetumal con Cancún, así como la carretera federal que conecta Mérida con esta ciudad. No cuenta con servicio público concesionado ni transporte urbano, pero sí tiene transporte en modalidad suburbano y foráneo. Cuenta con una estación de autobuses de pasajeros, y servicio de taxis.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flota de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

También es necesario pavimentar las calles y construir banquetas.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 18 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 19 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Felipe Carrillo Puerto

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

##### Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	50,64%
Mujeres	49,35%
Población Indígena	90,53%
Menores de 15 años	34,89%
Población de 15 a 65 años	60,31%
Mayores de 65 años	4,8%

##### Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	40.8%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	50.01%
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	25.22%
índice de desempleo	3,8%.

#### Pobreza y Rezago

Población en pobreza:	71.8%
Población vulnerable por carencias:	19.1%
Turistas con pernocta**	Ene-Dic 2018
Cuartos Disponibles	186
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	48.74%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	18.131
Estancia promedio	1 noche
Densidad Promedio por habitación	2,0 personas

---

CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 98,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos

Capacidad de Manejo Turístico RSU = Bajo

Cuenta con un Relleno Sanitario para la disposición final de residuos, el cual de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003, se categoriza como tipo "C". Por su operación se categoriza como tiradero a cielo abierto.

Con respecto al equipo utilizado para la disposición final de los residuos, actualmente no se cuenta con maquinaria para el confinamiento

Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 5 lps.

Caudal Tratado: 0.9 lps.

La población genera 14,690.56 m<sup>3</sup> al día.

El municipio cuenta con 1 planta de tratamiento de aguas residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = Bajo

Capacidad de Manejo Población Local = Bajo

Agua Potable

se consumen 18,363.20 m<sup>3</sup> de agua potable al día.

---

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES.  
(INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 73
  - Gerentes y directivos: 4
  - Administrativos y contables: 22
  - Técnicos y operativos: 47
2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 82 pozos y 3 canales o drenes
3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 98,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 5 vehículos.

- Con compactador: 3
- Con caja abierta: 2

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 98%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 33
- Hombres: 35

## UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención a lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 61 Numeralia por Localidad: Felipe Carrillo Puerto*

Población al 2015	91,816
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	186
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	135,780
Densidad promedio por habitación (estimado)	2
Ocupación promedio (estimado)	48.74%
Turistas noche 2018 (Total anual)	Sin datos
Excursionistas INAH 2018	Sin datos
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	Sin datos
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	98.0%
Conectividad doméstica al drenaje	77.5%
Capacidad de Recolección de RSU	48%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0%

*Tabla 62 Capacidad de Manejo: Felipe Carrillo Puerto*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Felipe Carrillo Puerto	48	77.5	98	74.50

*Tabla 63 Capacidad de Carga Efectiva: Felipe Carrillo Puerto*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
F.C.P.	92,250	91,878	74.50	68,449

Con una capacidad de manejo del 74.50%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 68,449 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxv</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del

sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

**DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Laguna Muyil	1,980	6	6	2.0	10	6	60	66

	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF	CCR por hora
Capacidad de Carga Turística							
Laguna Muyil	3	30	300	6	1	990	165

Estos cálculos consideran el perímetro navegable de la Laguna Muyil y Chunyaxché.

La capacidad de carga diaria de la zona de Muyil es de 165 personas por hora; considerando que visitan en grupos de

10 personas y permanecen 2 horas remando en kayak o paseando en bote, flotando o visitando la zona arqueológica.

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:**

Felipe Carrillo Puerto cuenta con una infraestructura turística extremadamente limitada y requiere modernizarse, ampliarse y mejorar su calidad. Solo se puede albergar turismo en Felipe Carrillo Puerto y Tihosuco como se detalló previamente; se pueden llevar a cabo excursiones en los poblados de Muyil, Señor, Chunhuhub, Tihosuco y Punta Allen arriba mencionadas.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:**

En Felipe Carrillo Puerto no está superada la capacidad de carga aunque no se cuenta con los servicios municipales necesarios para detonar el turismo. La actividad turística es prácticamente inexistente en el municipio, pero cuenta con la suficiente infraestructura para acomodar a los turistas que actualmente recibe. A través de las excursiones ofrecidas por Maya K'aan todavía hay oportunidades de crecimiento bajo ese esquema de turismo de naturaleza.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Sin relleno sanitario para gestionar los residuos ni plantas de tratamiento, alcantarillado la capacidad turística ya está saturada. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS

	Descripción	Localidad Elegida
	Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	Felipe Carrillo Puerto
Justificación	Esta localidad a pesar de resguardar en su territorio la Reserva de la Biósfera de Sian K'aan, ha quedado rezagada del crecimiento económico derivado del turismo de sol y playa. A fin de seguir preservando la integridad de la Reserva de la Biósfera se debe apoyar a la comunidad local a mitigar sus necesidades	

	básicas de sustento a fin de que sigan preservando su riqueza natural. Esta localidad carece de la infraestructura municipal básica para el saneamiento de la población y no posee los recursos municipales para regularizarse.
Estrategia Principal	Fomentar la canalización de recursos a nivel estatal y/o federal para implementar programas sociales, de mejoramiento en vivienda, de ampliación de servicios municipales y de recuperación de espacios públicos. Estos recursos pueden provenir de la derrama turística del norte del estado, además de que se podría establecer o ajustar la cuota de acceso a la Reserva de la Biósfera

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

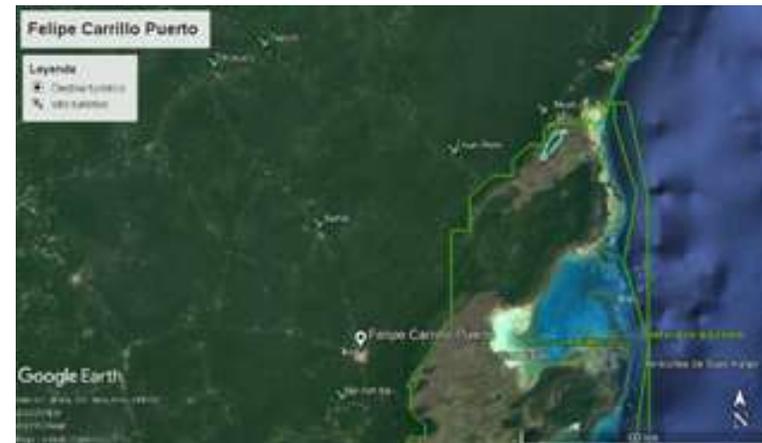
- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.

- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Fortalecer la vinculación entre municipio, ejidatarios, cooperativas turísticas, personal encargado del Área Natural Protegida, la Secretaría de Turismo, la Secretaría de Bienestar para que la población se vea beneficiada de la colaboración multisectorial y reduzcan sus niveles de rezago, sin afectar el equilibrio ambiental que caracteriza a su municipio, pues deben de revalorar la aportación que la Reserva de la Biósfera tiene a nivel global.

## MAPAS



*Ilustración 201 Límites territoriales del municipio de Felipe Carrillo Puerto*



*Ilustración 202 Felipe Carrillo Puerto y sus principales sitios turísticos*

#### LOCALIDAD: COBÁ



*Ilustración 203 Pirámide de Nohoch Muul, Z.A. Cobá © Imaginative*

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

La Zona Arqueológica cubre una superficie de 70 km<sup>2</sup>, con sus principales grupos de edificios situados cerca de los lagos Cobá y Macanxoc. Tiene una importante red de caminos prehispánicos de diversas longitudes que conectan los grupos edificados dentro de la zona arqueológica así como también se dirigen hacia otras ciudades de la cultura Maya; por ejemplo, el Sacbé 1, de 100 km de largo, llega hasta el sitio de Yaxuná, 24 km al sur de Chichén Itzá. Los

grupos de edificios se clasifican en cuatro y se les conoce como Cobá, D, Nohoch Mul y Macanxoc. Los principales caminos fueron construidos entre el 600 y 800 d. C., en la misma época se erigieron las estelas,

Se estima que en el siglo VIII la población de Cobá era de 55.000 habitantes. Entre el 800 y 100 d. C. tuvo su apogeo. Su estilo arquitectónico clásico cobaeño se asemeja al del Petén guatemalteco más que al del norte de Yucatán. En el Posclásico Temprano (1000 -1250 d. C.), sufre la invasión o influencia de los itzaes, que probablemente lo convierten en un centro cívico-ceremonial. En este período se emplean los basamentos de las grandes construcciones anteriores para superponer otras nuevas.

En el Posclásico Tardío (1250-1450 d. C.) recibe profundas influencias de Mayapán y pierde fuerza hegemónica ante el surgimiento de las ciudades de la costa -ej. Tulum-. A partir de entonces, es probable que Cobá se haya convertido en un centro de peregrinaje. Las evidencias indican que para esa época, poca gente habitaba el lugar; al momento de la consolidación del control español de la península (hacia el 1550) Cobá se encontraba totalmente deshabitada. (Conaculta-INAH 2010)



*Ilustración 204 Zona Arqueológica de Cobá . © INAH*



*Ilustración 205 Ejido Ecoturístico Pacchén © Imaginative*

Otros atractivos de la zona son las comunidades ecoturísticas, que se ubican en varios de los ejidos de esta zona, y funcionan como cooperativas, o sociedades de producción rural. Las principales son Punta Laguna, Nuevo Durango, Tres Reyes, y Pacchén.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Cobá tiene un gran potencial para desarrollar proyectos ecoturísticos, es una zona de gran belleza natural, muy cerca del polo turístico de Tulum; en esta parte del estado hay varias lagunas que ya son trabajadas ecoturísticamente por los ejidatarios a las que pertenecen, desde hace más de 20 años de forma sostenible y exitosa.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Los cenotes del Ejido de Cobá son amplios, y cuentan con estructuras para accesibilidad tal como barandales, escaleras, e iluminación.

El Área Natural Otoch Ma'ax Yetel Kooh en el ejido Punta Laguna, a pocos kilómetros de Cobá ofrece actividades de turismo de naturaleza y recorridos interpretativos para observar aves y monos araña.

Los ejidos ecoturísticos de Nuevo Durango, Pacchén y Tres Reyes ofrecen recorridos de aventura, cultura, agroturismo y volunturismo con capacidad de atender a más de 200 personas diariamente.



*Ilustración 206 Mono araña y cría ©*

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Cobá está diseñado para excursionistas a la zona arqueológica, los cenotes y los ejidos ecoturísticos. Existen seis opciones de alojamiento de 1 o 2 estrellas y 1 de 4 estrellas. También se pueden encontrar 8 restaurantes, dos de tipo buffet.

---

#### PERFIL DEL VISITANTE

Cobá, al igual que Chichen Itzá es visitado más por excursionistas que por turistas. De acuerdo con las estadísticas de INAH, en Julio de 2019 recibió 70,903 visitantes, alrededor de 2,300 personas cada día. 73% extranjeros, 10% nacionales, 10% estudiantes locales, 5% mexicanos en entrada dominical, 1% jubilados y 1% profesores.



*Ilustración 207 Turista de Aventura*

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

2.5 horas en zona arqueológica, 2.5 horas en comunidad ecoturística

---

#### REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Idear proyectos ecoturísticos gestionados por la población local que ofrezcan experiencias personalizadas a los visitantes.

Dar a conocer la variedad de actividades que ofrecen los ejidos ecoturísticos de la zona, desde cuidado de abejas meliponas, trabajo en huertos orgánicos, preparación de alimentos de forma tradicional, recorridos de aviturismo, fotografía de flora y fauna, senderos interpretativos, observación de monos en su hábitat natural, y dar a conocer las opciones de hospedaje que hay en Cobá y cercanías.

Cobá está a media hora de distancia de Tulum y también de Valladolid, muchos de sus visitantes vienen en tránsito de un lugar a otro, pero siguen de largo ante la falta de información sobre el lugar.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: se está deforestando sin control para urbanizar, lotificar y desarrollar viviendas sin servicios.
- Física: Cobá es una población que rodea una laguna, no excede los 4 km<sup>2</sup> de territorio urbanizado.
- Socio-Perceptual: La única actividad turística es visitar la zona arqueológica, comer y nadar en algún cenote antes de volver al hotel.
- Económica: Los únicos beneficiarios de la derrama económica que podría generar la visita a Cobá son los intermediarios de agencias de viajes masivos que comercializan las excursiones en los hoteles de la Riviera Maya. Como la única actividad es visitar la zona arqueológica, el INAH es quien recibe esos ingresos. Hay dos restaurantes turísticos y dos fondas pequeñas también turísticas, así como un par de tiendas de artesanía en el estacionamiento de la zona arqueológica. Los habitantes del ejido viven en precariedad y el ejido carece de la mayoría de los servicios de urbanización.

- Psicológica: los turistas llegan de forma masiva en autobús y saturan los espacios de los visitantes a la zona arqueológica.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES.

De acuerdo con la información obtenida del sitio SCITEL de INEGI, se puede establecer lo siguiente relativo a la localidad de Cobá:

Superficie: 4 km<sup>2</sup>

Localización: Longitud: -87.4410 O Latitud : 20.2941 N  
Altitud 10m.

Localidades: el Ejido de Cobá pertenece al municipio de Tulum, en Quintana Roo. Colindantes a este ejido se encuentran los ejidos San Juan, Manuel Antonio Ay, y Campamento Hidalgo. Este ejido limita con el estado de Yucatán.

Edafología: suelo pedregoso tipo Litosol y Rendzinas.

Topografía: planicie de origen tectónico; en el municipio, las máximas elevaciones son inferiores a los 25 metros sobre el nivel del mar. La localidad se encuentra a una mediana altura de 15 metros sobre el nivel del mar.

Hidrografía: De acuerdo con lo señalado por el Pla Municipal de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tulum (2019) se describe la Microcuenca Coba; la cual se encuentra dentro de la Región Hídrica Yucatán Este; Cuenca Hidrológica de Quintana Roo y Subcuenca Hidrológica Mérida 2, en las coordenadas UTM. X= 410,012.398; Y= 2, 250, 526.582. Con presencia de cuerpos de agua perene cuyo coeficiente de escurrimiento es de 0 a 5%. Presenta áreas con material consolidado con posibilidades altas (rocas que, por su fracturamiento intenso y alta porosidad intercomunicada, permiten el flujo del agua) y áreas de material no consolidado con posibilidades bajas (Depósitos de material con granulometría variada y alto porcentaje de arcilla y limo que los hacen casi impermeables). (PMOT Tulum 2019 p. 45)

La laguna de Cobá pertenece a la Región Hídrica Prioritaria n° 107 Cenotes Tulum-Cobá. Recursos hídricos principales:

- Lénticos: cenotes
- Lóticos: sistema de aguas subterráneas (única fuente de agua)
- Limnología básica: intrusión salina.

Áreas Naturales Protegidas: La laguna de Cobá pertenece a la Región Hídrica Prioritaria n° 107: Cenotes Tulum-Cobá, la cual tiene una extensión de 1,422.67 km<sup>2</sup>.<sup>xxvi</sup> Además, a 20 km de Cobá se encuentra el Área Natural Protegida Otoch Ma'ax Yetel Kooh, en la zona limítrofe entre Yucatán y Quintana Roo; a 43 km se encuentra el Parque Nacional Ruinas de Tulum y a 55 km inicia la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an.

Uso de Suelo y Vegetación: La vegetación se conforma de selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, y selva baja subperennifolia, que son particularmente valiosas para la explotación forestal debido a la presencia de maderas preciosas como la caoba y el cedro.

Flora: Destacan el Zapote, Ramón, Chechén, Chacah, Cedro, Ya'axche, Kitanche, Papaya, Sa'kbob, Mahahau, Hiraea Obovata, Bisil, Mansoa Verrucifera, Tatsi, Habín, Kaniste, Guaya y Palma Chit.

Fauna: Los animales de la región corresponden mayoritariamente de origen neotropical, sin embargo están presentes animales de origen neártico como el venado. Los principales grupos representados son los anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Las aves se encuentran representadas

por zanates, garzas blancas, colibríes y hay pequeños mamíferos como la zorra gris, ardillas, ratones, tlacuaches y murciélagos. La zona todavía es territorio de jaguares y pumas; se pueden encontrar pecaríes de cuello blanco, osos hormigueros, coatíes, tepescuincles, familias de monos araña y zaraguato. La laguna de Cobá es hábitat de cocodrilos moreletti.

Clima: El clima del municipio es cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad. La temperatura media anual es de 26° C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano. (Inafed s/F)

Eventos climatológicos extraordinarios: Como todos los puntos que se encuentran sobre la Península de Yucatán, Cobá también está expuesto al embate de ciclones y tormentas tropicales, entre los meses de junio a noviembre de cada año. El exceso de lluvias puede ocasionar que el nivel de las lagunas suba varios metros y permanezca así por varias semanas.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

La principal problemática de Cobá es la modificación del entorno; el turismo excesivo; la desforestación; y la contaminación por aguas residuales. Además, la introducción del pez Tilapia (*Oreochromis mossambicus*.) De acuerdo con la información proporcionada por Conabio en la descripción de la Región Hidrológica prioritaria a la que pertenece esta zona, debe frenarse la desforestación, restringir la introducción de especies exóticas y controlar el manejo de aguas residuales. (Conabio s/f)<sup>xxvii</sup>

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

La población total de Cobá según el censo INEGI de 2010 fue de 1278 personas, de cuales 668 eran hombres y 610 mujeres. Por cada 100 mujeres en esta localidad hay 109.51 hombres. La población menor a 15 años suma 447 integrantes, la población entre 15 y 64 años es de 779 personas y 36 habitantes de la localidad son mayores de 65 años. Se contabilizaron 1206 personas en Cobá que viven en hogares indígenas. 834 personas son hablantes bilingües Maya-Español y 51 personas solo hablan Maya; el resto sólo habla español.

De la población mayor de 15 años, 124 personas no tienen ninguna escolaridad; 259 tienen una escolaridad básica incompleta; 153 cuentan con escolaridad básica completa y 124 cuentan con una educación post-básica. Además de tenerse registro de 173 personas analfabetas mayores de 15 años, hay 14 niños entre 6 y 14 años que no asisten a la escuela; mientras que 89 de la generación de jóvenes entre 15 y 24 años se encuentran estudiando; la escolaridad promedio entre la población es de 6.41 años de educación.<sup>xxviii</sup>

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

Actividad económica principal: turismo, agricultura y silvicultura.

En la comunidad hay una población Económicamente Activa de 393 personas, de las cuales 326 son hombres y 67 son mujeres. El 39.59% de la Población se encuentra Económicamente No Activa. El índice de desempleo es de 1.78%.

---

## SERVICIOS

Este ejido cuenta con electricidad, agua entubada y servicio de telefonía celular. No cuenta con otros servicios urbanos a excepción de recolección de basura dos veces por semana.

---

## INFRAESTRUCTURA

En Cobá se tiene un registro de 388 viviendas. La ocupación promedio es de 4.17 habitantes por vivienda. 31 viviendas tienen piso de tierra; 45 consisten en una sola habitación; 86 viviendas no disponen de drenaje; 71 viviendas no disponen de agua entubada y 8 no tienen electricidad. El 64% de las viviendas cuenta con sanitario.

Este ejido cuenta con un centro de salud, y centros educativos de preescolar a bachillerato. El ejido no cuenta con relleno sanitario o sistema de tratamiento de agua, no hay drenaje o alcantarillado y cada predio cuenta con sus propios sistemas de tratamiento de aguas negras, generalmente sumideros o descargas directas.

El sitio de disposición final de residuos sólidos del municipio se ubica en el Km. 10 de la Carretera a Coba, cuenta con una superficie de dos hectáreas, donde ingresan

diariamente 60 toneladas y no se cuenta con un estudio de impacto ambiental que avale su localización. La distancia comprendida entre el sitio y el límite de la zona urbana es de 10 kilómetros; y la distancia estimada al límite más cercano del cuerpo de agua es de 4 kilómetros (cenote). (PMOT 2019 Tulum, p. 20)

---

## NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- No existe un sistema de gestión de residuos en el municipio .
- Se necesita Drenajes pluviales, drenajes sanitarios, planta potabilizadora, pozos de absorción, cárcamo, deposito o tanque de agua potable, norias, olla colector de captación de agua pluvial, pozo artesiano, pozo profundo de agua potable, red de alcantarillado, red o sistema de agua potable, líneas de conducción, tanque séptico conectados a fosas sépticas o drenaje, toma domiciliaria dentro de la vivienda o terreno, electrificación no convencional (energía eólica, aerogeneradores, energía solar, paneles solares, solar fotovoltaica, solar térmica, estufas ecológicas, electrificación rural.

---

#### MOVILIDAD URBANA

A Cobá se puede llegar desde Valladolid, Tulum o Nuevo Xcan, usando las carreteras estatales que conectan las carreteras federales Cancún-Mérida y Tulum-Valladolid. Cuenta con sitio de taxis y ninguna otra opción de movilidad. No existe transporte público a excepción de un sitio de taxis en la zona arqueológica. Algunos autobuses que van de Tulum a Valladolid generalmente hacen parada en Cobá. Los visitantes llegan en auto propio o rentado, o como parte de una excursión guiada con el traslado ida y vuelta a su hotel ya incluido.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y

población local, especialmente en su tramo Coba-Tulum y Cobá-Nuevo Xcan.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y

la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 20 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 21 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus

procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número

de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente

la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

Programa Municipal De Ordenamiento Territorial, Ecológico y Desarrollo Urbano Sustentable de Tulum, 2019.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)	
Hombres	52%
Mujeres	48%
Población Indígena	55.02%
Menores de 15 años	27.6%
Población de 15 a 65 años	70.3%
Mayores de 65 años	2.02%
Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	59.7%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	59.49 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	30.28 %
índice de desempleo	1.8%.

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

#### Pobreza y Rezago

Población en pobreza: 32.2 %

Población vulnerable por carencias: 58.2 %

Turistas con pernocta\*\* Ene-Dic 2018

Cuartos Disponibles 40

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018) 55%

Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018) 4,400

Estancia promedio turismo individual 1.0 noches

Densidad Promedio por habitación 2.0 personas

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 100,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos

El tiradero a cielo abierto ha colapsado.

Capacidad de Manejo Turístico RSU = bajo

##### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 172.5 lps.

Caudal Tratado: 25.1 lps.

Aguas Residuales generadas por la población: 5,234 m<sup>3</sup> al día-

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio cuenta con 5 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Capacidad de Manejo Población Local = Medio, falta conectar al drenaje las viviendas irregulares.

Agua Potable: el consumo de agua potable del municipio es de 6,542.80 m<sup>3</sup> al día

---

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

Estos datos corresponden al municipio de Tulum, al que pertenece la comunidad maya de Cobá.

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 66

- Gerentes y directivos: 4
- Administrativos y contables: 23
- Técnicos y operativos: 39

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 19 pozos y 3 canales o drenes

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca y mar.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 100,510 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 7 vehículos.

- Con compactador: 7
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 79%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 41
- Hombres: 43

---

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO

No existen.

---

#### INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y capacidad de tratamiento de aguas residuales. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores Para evaluar la capacidad de manejo de estos se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y tratamiento de sus aguas residuales; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la

localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 64 Numeralia por Localidad: Cobá*

Población al 2010 (microrregiones.gob.mx)	1278
Número de habitaciones de hotel (estimado)	12
Densidad promedio por habitación (estimado)	2
Ocupación promedio (estimado)	30%
Turistas noche 2018 (Total anual)	Sin Datos
Turistas noche 2018 (Total anual)	Sin Datos
Excursionistas INAH 2018 (Z.A. Cobá)	755,801
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	2,070
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	99.0%
Conectividad doméstica al drenaje	Sin datos
Capacidad de Recolección de RSU	Sin datos

*Tabla 65 Capacidad de Manejo: Cobá*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Cobá	Sin datos	Sin datos	99.00	Sin datos

*Tabla 66 Capacidad de Carga Efectiva: Cobá*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Cobá	3,372	3,324	Sin datos	3,324

Sin infraestructura municipal, esta localidad no tiene una capacidad de carga pero se estima que actualmente ronda en 3,324 personas, incluyendo residentes y visitantes.

---

#### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas

- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP) * NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCSoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxix</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Cobá	4,000	3	9	3.0	20	6	60	66

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Z.A. Cobá	3	61	1212	6	1	4,000	444

Se calcula que 444 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que recorre la zona arqueológica.

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Cobá cuenta con infraestructura turística limitada y depende de su conectividad a otros polos turísticos, especialmente de la ciudad de Tulum en Quintana Roo.

Identificación de áreas donde No está superada la capacidad de carga:

En Cobá no ha sido superada la capacidad de carga en los servicios turísticos, pero cuentan con un deficiente manejo de aguas residuales y gestión de residuos sólidos.

#### ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO

Cobá está diseñado para visitarse durante el día, las opciones de pernocta son extremadamente limitadas, y enfocadas al turismo mochilero o carretero.

#### ÁREAS DONDE NO ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Senderos de la zona arqueológica de Cobá.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

La estructura Nohoch Muul, la más alta de la península, y que evoca el estilo Tikal es visitada por más de 2 mil personas diariamente. Se sigue permitiendo subir a la cima, sin embargo, los escalones ya presentan desgaste, erosión y la experiencia de subir y bajar ya se ve afectada por la sobrecarga turística pues constantemente hay numerosos grupos de excursionistas bajando y subiendo de la estructura.

La lotificación de predios “ecológicos” para que se desarrollen viviendas sin servicios urbanos están expandiéndose en la zona sin que exista un sistema de verificación que las construcciones sean realmente ecológicas y que los pobladores están gestionando sus residuos sólidos y aguas residuales de la forma correcta.

La deforestación para crear lotes habitacionales, calles y avenidas ha salido de control y se expande sin control ni límites.

Los servicios municipales están sobrepasados, especialmente la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales.

Los grupos de visitantes suelen llegar en autobús, lo que satura momentáneamente taquillas, baños, accesos, senderos, restaurantes y las entradas a los cenotes, especialmente entre 11 am y 3 pm.

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

	Descripción	Localidad
	Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	Cobá
Justificación	Cobá se encuentra en la zona de recarga del acuífero, a pocos kilómetros de Tulum y de Valladolid. Es muy importante preservar la cobertura vegetal de este lugar para permitir al sistema de ríos subterráneos recargarse con las lluvias y humedad que capta esta área. En esta zona se encuentran la mayoría de las comunidades indígenas del norte de Quintana Roo, viviendo en	

	rancherías sin acceso a servicios. El acceso a fuentes de energía no contaminantes les permitirá gozar de este servicio aun cuando su población esté dispersa en amplias extensiones territoriales, ya que estos sistemas son autónomos.
Estrategia Principal	Seguir fomentando que las familias rurales reciban paneles solares, baños secos ecológicos, sistemas de captación de agua de lluvia, humedales para aguas jabonosas y biodigestores para sus aguas grises domésticas y generadores de biogás para sus residuos orgánicos y agropecuarios. Estas personas se desplazan en bicicleta o tricitaxi y requieren una ciclopista segura.

- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas e implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Frenar la deforestación y la lotificación de las parcelas ejidales.
  - Fortalecer el tejido social para restaurar el sentimiento de arraigo de los pobladores, y que dejen de fragmentar su patrimonio.
  - Instalar a la brevedad sistemas de tratamiento de aguas residuales para prevenir la contaminación del acuífero en esta zona ya que está comprobado que es una zona de recarga del acuífero de la región.

---

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.

- Capacitar y empoderar a la población local para que conformen cooperativas prestadoras de servicios turísticos, ya se han dado los primeros pasos con la cooperativa de artesanos y de operadores de cenotes, pero se pueden incrementar las ofertas de servicios y actividades turísticas garantizando que se genere una derrama equitativa para los habitantes del ejido y sus familias, o para contribuir al crecimiento y mejora de la infraestructura comunitaria.

---

#### MAPAS



*Ilustración 208 Cobá, Vista aérea. © INEGI-AGEB*

LOCALIDAD: PLAYA DEL CARMEN / RIVIERA MAYA



*Ilustración 209 vista aérea Playa del Carmen. © Beach.Com*

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Las principales actividades turísticas del municipio son sol y playa, actividades acuáticas como nado, snorkel, buceo, velleo, paracaidismo, juegos acuáticos como parasailing y recorridos en motos de agua; actividades deportivas como triatlón y actividades relacionadas con el turismo de naturaleza y el turismo de aventura. Además, se pueden visitar los sitios arqueológicos de Tulum y Cobá que se

encuentran a corta distancia del municipio. También se puede jugar al Golf.

El municipio de Solidaridad, en el que se encuentra playa del Carmen también es conocido como la Riviera Maya; esta a su vez se divide en Riviera Maya norte, hacia Puerto Morelos; y Riviera Maya Sur, hacia Akumal y Tulum.

En el municipio de Solidaridad se encuentran los parques temáticos Xcaret, Xplor, Xenses, Cirque du Soleil, Emotions, Punta Venado, y Río Secreto. Además de los parques temáticos, el municipio de Solidaridad ofrece excursiones guiadas a Tulum, Cobá, Chichen Itza, Cozumel, Sian Ka'an e Isla Holbox.

Dentro del municipio de Solidaridad, colindante con Quintana Roo se encuentra el Área Natural Protegida Otoch Ma'ax Yetel Kooh donde se pueden realizar actividades ecoturísticas y de observación de flora y fauna.

El municipio de Solidaridad cuenta con las playas Del Secreto, Maroma, Paraiso, Xcalacoco, Playa del Carmen, Paamul, Puerto Aventuras y Xpuha. Además de las playas de la Riviera Maya, un atractivo importante son los cenotes, por su gran valor paleo-arqueológico y por su riqueza en

especies y el entorno natural en que se encuentran. En estos cenotes se puede realizar las actividades de nado, snorkel y buceo. Destacan los cenotes Jardín del Edén, Chikin Ha, Taj Majal, Chac Mool y Cristalino; todos ubicados en la zona de la Riviera Maya Sur.

Desde la cabecera municipal en Playa del Carmen se puede cruzar en ferry a la isla de Cozumel.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Puerto Morelos tiene el potencial turístico de ser un destino de larga estancia para viajeros estacionales, pero es necesario abatir la delincuencia, la venta de drogas, el ambulante de la quinta avenida, así como prevenir que los drenajes desemboquen al mar, ya que estos alimentan el sargazo.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Zona de Cenotes de Riviera Maya Sur. El Resto del Municipio ya está desarrollado turísticamente.

En el municipio de Solidaridad existe un Reglamento para el Uso Recreativo de los Cenotes. Aunque cada cenote es propiedad privada, los cenotes están conectados entre sí y

lo que contamine a uno contamina a todo el sistema hidrogeológico.

---

#### COZUMEL

La Isla de Cozumel se localiza a 20 kilómetros de la costa oriental de Playa del Carmen. sus dimensiones mayores son “45 kilómetros de largo por 17 kilómetros de ancho, con una superficie de 864 km<sup>2</sup>” (Palafox y Segrado, 2008) Es de clima húmedo con abundantes lluvias en verano y escasa en invierno, con una temperatura anual media mayor a los 18°C (Instituto de Geografía, 2007). Está rodeada por arrecifes de coral, los cuales constituyen su principal atracción turística; también recibe gran cantidad de cruceros turísticos en tres muelles internacionales. Cozumel cuenta con dos áreas naturales protegidas, una federal y una estatal. La principal ocupación económica de los residentes es la actividad turística, vinculada con el buceo y servicios complementarios a la actividad. Sin embargo la derrama económica generada por el buceo es absorbida por operadores y empresas mayoristas; además, los turistas de pernocta arriban a la isla vía aérea y son llevados directo a su alojamiento todo incluido; por lo que la derrama económica que su visita genera tiene baja permeabilidad en

la oferta complementaria de servicios de la localidad. (Palafox y Segrado 2008)

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

El Barómetro Turístico de la Riviera Maya 2018, elaborado por el CPTQ, reporta que las habitaciones en Riviera Maya se dividen en:

*Tabla 67 Nivel de Desarrollo Turístico Riviera Maya*

Localidad	Hoteles	Cuartos	Categoría
Playa del Carmen Centro	179	8,745	1 a 4 estrellas
Playacar	24	6,771	4 y 5 estrellas
Riviera Maya Norte	40	13,671	5 estrellas y Gran Turismo
Riviera Maya Sur	31	10,976	5 estrellas y Gran Turismo
Total Riviera Maya	274	40,163	

El nivel de desarrollo turístico en cada punto sería:

- Playacar: Muy Alto
- Playa del Carmen Centro: Medio
- Puerto Aventuras: Muy Alto
- Riviera Maya Norte: Alto (dentro de los hoteles) Bajo (fuera de los hoteles)

- Riviera Maya Sur: Alto (dentro de los hoteles) Bajo (fuera de los hoteles)

En plataformas digitales se pueden encontrar 9,539 opciones de renta vacacional, y 1,010 hoteles y hostales. En Airbnb hay 300 opciones de alojamiento disponibles. Se pueden encontrar más de 200 restaurantes; más de 40 sobre la Quinta Avenida. En Puerto Aventuras hay aproximadamente 60 restaurantes en el centro, de los cuales 20 están dentro de la marina y cinco en playas cercanas a Puerto Aventuras.

#### PERFIL DEL VISITANTE

Este Perfil de Visitante fue realizado por la Secretaría de Turismo de Quintana Roo, y refleja el perfil de visitante que tuvo el destino Riviera Maya durante julio de 2018.

*Tabla 68 Perfil del Visitante. Playa del Carmen y Riviera Maya*

Categoría	Respuesta	Porcentaje
Procedencia	Estados Unidos	32.1%
	México	23.4%
	Canadá	20.0%
	Latinoamérica	10.4%
	Europa	13.3%
	Resto del mundo	0.7 %

<i>Edad del Visitante</i>	30 a 39 años	20.4%
	40 a 49 años	20.2%
	20 a 29 años	19.7%
	50 a 59 años	18.7%
	60 o más años	11.5%
	menores de edad	9.4%
<i>Motivación para viajar</i>	amigos/familia	51.9%
	visita anterior	31.1%
	otros motivos	16.9%
<i>Veces que ha visitado el destino</i>	primera vez	48.9%
	segunda vez	21.2%
	tercera vez	9.2%
	más de 4 veces	20.8%
<i>Estancia promedio</i>	Estancia promedio	6.9 días
<i>Tamaño del grupo</i>	Tamaño del grupo	2.7 personas
<i>Acompañantes</i>	en pareja	48.3%
	en familia	30.9%
	con amigos	9.9%
	solo	11.0%
<i>Tipo de paquete vacacional</i>	todo incluido	33.6%
	por separado	32.5%
	paquete avión y hotel	18.3%
	sin paquete vacacional	15.6%

<i>Forma en que adquirió el viaje</i>	Agencia de Viajes	30.7%	
	Agencia online	22.0%	
	Buscador	12.2%	
	Web aerolínea	17.7%	
	Web hotel	5.7%	
	Tiempo compartido	8.1%	
<i>Razón del viaje</i>	Vía telefónica	2.3%	
	Sol y Playa	81.2%	
	Luna de miel	4.4%	
	Cultura Maya	3.3%	
	Boda	3.0%	
	Visita Familiar	2.9%	
	Negocios	4.4%	
	Otros	2.0%	
	<i>Tipo de hospedaje</i>	Hotel	79 %
		Tiempo compartido	5.9%
Airbnb		3.6%	
Renta Vacacional		3.3%	
Casa propia		3.4%	
Casa de amigos		3.3%	
<i>Pernocta en otros destinos</i>	Sitios web	1.3%	
	Porcentaje de turistas	7.3%	
	Estancia promedio	6.0 noches	

<i>Distribución de pernocta en otros destinos</i>	Tulum	2.1%
	Cancún	2.1%
	Cozumel	1.5%
	Mérida	1.4%
	Bacalar	0.9%
	Holbox	0.8%
	Valladolid	0.8%
	Mahahual	0.4%
	Puerto Morelos	0.2%
	Chetumal	0.2%
<i>Estancia en otros destinos</i>	1 noche	30.6%
	2 noches	26.9%
	3 noches	13.0%
	4 o más noches	29.6%
<i>Excursiones</i>	Zonas Arqueológicas	57.0%
	Actividades acuáticas	27.4%
	Parques Recreativos	38.9%
	Cenotes y cavernas	19.0%
	Ecoturismo	6.9%
	Ciudades cercanas	12.5%
	Entretenimiento	4.4%

---

TIEMPO DE ESTANCIA PROMEDIO:

**6.9 días**

---

RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Favorecer al turismo estacional de larga estancia (invierno)

---

LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

Ecológica Medio/ambiental: La fragilidad del suelo cárstico que es propenso a la contaminación por descargas de aguas negras mal-gestionadas. Las costas están recibiendo recale estacional de sargazo.

Física: la capacidad de gestión de aguas residuales y gestión de residuos sólidos requiere mayor eficiencia operativa. La franja costera ya está desarrollada en hoteles de gran turismo, la zona centro de Playa del Carmen está saturada de viviendas, comercios y hoteles pequeños, gentrificando la zona y desplazando a la población originaria hacia la periferia, la zona de invasiones en la ciudad de Playa del Carmen está causando graves afectaciones al subsuelo por su nula gestión de residuos. La zona turística de la 5ª avenida se encuentra saturada tanto de visitantes

como de vendedores y ambulantes, haciendo que se pierda el atractivo.

Socio-Perceptual: La población local está siendo desplazada por los desarrollos turísticos y los predios habitacionales que están siendo transformados en hoteles y condominios de renta vacacional. Los precios de los alquileres son muy altos en relación a las dimensiones de las propiedades en renta. Las zonas habitacionales de interés social están deforestando la vegetación y creando planchas de concreto que impiden la absorción de la lluvia y la absorción de CO2. El crimen organizado está creando una ola de inseguridad a través de la guerra entre narcomenudistas. Las personas que pasean en la 5ª avenida o en los centros nocturnos son acosados por narcomenudistas quienes insistentemente les ofrecen droga en cada oportunidad que tienen.

Económica: La población económicamente activa carece de prestaciones sociales y beneficios laborales; la explosión demográfica del municipio sigue siendo la mayor del país, sin embargo el crecimiento económico y las oportunidades laborales no crecen a la par de la población.

Psicológica: En este destino se encuentra activa la alerta de género; en 2018 se denunciaron 2,720 casos de violación,

que se suman a los 2462 denunciados en 2017, los 872 denunciados en 2016 y los 2165 denunciados en 2015. A estas denuncias hay que agregarle las más de 2500 denuncias por robo en 2018 y las correspondientes, en años anteriores. Igualmente, se deben considerar las más de mil cien denuncias por violencia familiar en 2018. 94% de la población no considera este municipio como un lugar seguro, y el 79% siente desconfianza en las fuerzas de seguridad pública; 49% de la población considera que la inseguridad es debido a falta de vigilancia, el 23% lo atribuye a falta de alumbrado público y 28% lo atribuye a falta de espacios recreativos. (Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, Solidaridad 2018)

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

Solidaridad pasó de tener una población de 28 mil personas en 1995 a 135 mil en 2005; considerando que aún el municipio de Tulum pertenecía a este territorio. Para 2015 tan sólo el municipio de Solidaridad ya contaba con más de 209 mil habitantes; tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de 6% anual, actualmente la población del municipio excede los 250,000 habitantes. (PMD Solidaridad, 2018-2021; con datos de CONAVI)

La mitad de la población en Playa del Carmen es menor a 26 años. 67.8% de sus habitantes nacieron fuera del Municipio. Playa del Carmen es la cabecera municipal de Solidaridad, Quintana Roo. El municipio de Solidaridad se compone de dos principales núcleos urbanos; Playa del Carmen y Puerto Aventuras; así como también la franja hotelera que va del límite de Puerto Morelos al límite con Akumal, en el municipio de Tulum. La isla de Cozumel, que forma su propio municipio, se encuentra frente a las costas de Playa del Carmen.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, el crecimiento demográfico acelerado plantea fundamentales desafíos para la viabilidad turística, económica y social del municipio.

El municipio ocupa el primer lugar a nivel nacional en el porcentaje de población consumidora de sustancias tóxicas, desde alcohol y tabaco además de marihuana, cocaína y crack. (PMD Solidaridad 2018-2021; con datos de la Encuesta Nacional de Consumo de Drogas 2014-2015)

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

19.56% de la población se encuentra en situación de pobreza, y el 2% en situación de pobreza extrema.

67.14% de la población es económicamente activa. El índice de desempleo en este sector de la población es de 3.65%. 86.24% de la población económicamente activa es asalariada y el 12.72% es no asalariada. En el municipio de Solidaridad, 0.78% de la población económicamente activa participa en el sector primario, en alguna actividad agropecuaria; el 13.26% en el sector secundario; exclusivamente en la construcción; el 84.7%% labora en el sector terciario, o de servicios.

Aunque Solidaridad cuenta con un menor número de unidades económicas que otros municipios, es el segundo municipio con más aportaciones al estado, mayor presencia de personal ocupado y producción bruta total. La disparidad de género en el ingreso por trabajo está presente. Hay 106 mil hombres con empleo y solo 36,900 mujeres; además, 25% de las mujeres sólo recibe menos de dos salarios mínimos por su trabajo.

Playa del Carmen cuenta con el Índice Básico de las Ciudades Prósperas, elaborado por Infonavit y el programa ONU Hábitat, en 2018. En este índice podemos observar los indicadores que dan a Playa del Carmen un diagnóstico de su composición como núcleo urbano:

*Tabla 69 Índice de Ciudad Próspera 2018 ONU Hábitat - Playa del Carmen*

	Municipio		Playa del Carmen	
PRODUCTIVIDAD	73.61		72.66	
Crecimiento económico	73.49		72.37	
Producto urbano per cápita	46.97		44.74	
Relación de dependencia de la 3a edad	100.0		100.0	
Aglomeración económica	63.56		62.95	
Densidad económica	63.56		92.95	
Empleo	83.79		82.94	
Tasa de desempleo	79.59		82.0	
Relación empleo-población	87.99		83.9	
INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO	64.60		63.68	
Infraestructura de vivienda	79.44		79.16	
Vivienda durable	95.67		95.48	
Acceso a agua mejorada	99.15		97.26	
Espacio habitable suficiente	100.0		100.0	

Densidad poblacional	22.94		23.9	
Infraestructura social	67.63		67.07	
Densidad de médicos	67.63		67.07	
Infraestructura de comunicaciones	31.0		44.35	
Acceso a Internet	18.55		45.25	
Velocidad de banda ancha promedio	43.44		43.44	
Movilidad urbana	82.28		72.02	
Longitud de transporte masivo	0		0	
Fatalidades de tránsito	82.28		72.02	
Forma urbana	62.65		55.80	
Densidad de la interconexión vial	85.95		81.05	
Densidad vial	40.39		30.46	
Superficie destinada a vías	61.62		55.89	
CALIDAD DE VIDA	57.36		60.95	
Salud	65.22		66.20	
Esperanza de vida al nacer	72.39		72.39	
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	58.05		60.01	
Educación	88.47		93.67	
Tasa de alfabetización	93.31		93.91	
Promedio de años de escolaridad	83.64		93.43	
Seguridad y protección	57.57		60.41	

Tasa de homicidios	57.57	60.41
Espacio público	18.18	23.51
Accesibilidad al espacio público abierto	28.84	35.75
Áreas verdes per cápita	7.53	11.27
<b>EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL</b>	75.03	74.12
Equidad económica	48.52	50.15
Coefficiente de Gini	47.67	51.22
Tasa de pobreza	49.39	49.08
Inclusión social	83.12	83.53
Viviendas en barrios precarios	78.17	79.27
Desempleo juvenil	88.07	87.79
Inclusión de género	93.44	88.67
Inscripción equitativa en educación secundaria	93.44	88.67
<b>SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL</b>	33.31	34.12
Calidad del aire	37.03	37.03
Número de estaciones de monitoreo	0.0	0.0
Concentraciones de material particulado	65.0	65.0
Concentración de CO2	46.08	46.08
Manejo de residuos	62.91	65.33
Recolección de residuos sólidos	96.08	95.96
Tratamiento de aguas residuales	29.73	34.69

Energía	0.0	0.00	
Proporción de generación de energía renovable	0.0	0.00	
<b>GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA</b>	54.56	55.90	
Participación y rendición de cuentas	33.34	40.96	
Participación electoral	33.34	40.96	
Capacidad institucional y finanzas municipales	90.99	87.38	
Recaudación de ingresos propios	85.88	76.75	
Deuda subnacional	87.09	85.38	
Eficiencia del gasto local	100.0	100.0	
Gobernanza de la urbanización	39.36	39.36	
Eficiencia en el uso de suelo	39.36	39.36	
Claves de color:	Consolidar políticas urbanas	Fortalecer políticas urbanas	Priorizar políticas urbanas

Fuente: CPI Solidaridad, ONU Hábitat-Infonavit 2018.

#### SERVICIOS

60.3% de la población tiene al menos una carencia social. 51.7% no tiene acceso a la seguridad social; el 24.7% tiene alguna carencia en su calidad y espacios en su vivienda; el 8.9% carece de acceso a los servicios básicos en la

vivienda. 16.1% tiene carencias alimentarias, y 15% rezago educativo. Solo el 32.35% de los hogares cuenta con acceso a internet. 48% de la población considera que el servicio de recolección de basura es regular, el 19% malo y el 2% no tiene este servicio.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Educación: El municipio cuenta con 264 escuelas de todos los niveles educativo; de las cuales 238 están ubicadas en la ciudad de Playa del Carmen, donde además se ubican tres Centros de Atención Múltiple para estudiantes con alguna discapacidad; 7 centros de formación laboral; y 6 instituciones de educación superior. El Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad resalta que hay un gran índice de deserción agravándose conforme avanzan los grados académicos.

Salud: el municipio cuenta con dos Centros de Salud Urbanos, dos hospitales del IMSS, un hospital general de la Secretaría de Salud y tres hospitales privados; así como también clínicas privadas de varias especializaciones.

Aguas Residuales: El municipio recibe 8,837,798 m<sup>3</sup> de aguas residuales trimestralmente. Las plantas de

tratamiento del municipio tienen una capacidad de 775 lps. Una de las plantas de tratamiento está ubicada en Playacar, una en Puerto Aventuras, una en la colonia Centro y otra en la zona Urbana Ejidal. El gasto promedio tratado es de 450 lps. (Sánchez, 2019)

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- identificar los lugares y horarios en que suceden los delitos más recurrentes.
- reforzar la vigilancia en las áreas más conflictivas. Incorporar lineamientos de diseño y gestión del espacio público en la normativa local que reduzcan la oportunidad delictiva y la sensación de inseguridad, enfatizando las necesidades de iluminación nocturna.
- analizar los lugares más concurridos y adecuarlos para garantizar la visibilidad, mantenimiento y presencia de personas a lo largo del día.
- Simplificar y comunicar claramente los mecanismos de denuncia en el Ministerio Público.
- Desarrollar e implementar el uso de tecnologías de información geográfica para territorializar el delito y tomar decisiones estratégicas para impulsar la

construcción de infraestructuras que fomenten la educación y formación laboral.

- Concentrar las inversiones públicas relativas a movilidad sustentable, mejoramiento de la infraestructura urbana, oferta educativa y de servicios de salud, mejoramiento del espacio público, mejoramiento de vivienda y acceso a las TIC en los polígonos, asentamientos, colonias y/o barrios con mayor incidencia de inseguridad, enfocando dichas inversiones a los lugares y grupos sociales que afectan y son afectados por la inseguridad.
- Aprovechar los terrenos baldíos intraurbanos para crear nuevos espacios abiertos mayores proveedores de servicios ambientales, transformando espacios generalmente considerados como inseguros en nuevos espacios públicos y creando una nueva relación con el paisaje urbano y natural.
- Crear un programa de reforestación urbana, orientado a la plantación de arbolado local en espacios públicos como calles, plazas y parques

(CPI Playa del Carmen, ONU Hábitat, 2018)

---

#### MANTENIMIENTO

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo, el 70% de las calles se inundan, el 46% necesitan pavimentación, el 33% de las calles necesitan banquetas y el 27% de las calles requiere de alumbrado público. Las ciclistas existentes requieren de una integración de las mismas, y mantenimiento, especialmente barreras y pintura señalizando los carriles.

De acuerdo con el diagnóstico, se detectaron las siguientes recomendaciones:

Tratamiento de aguas residuales. Mide el porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas. En el municipio, este indicador es muy bajo y es posible que la infraestructura de tratamiento sea obsoleta, que el costo de operarla sea muy alto, o que no se disponga de ella. Otra posible causa es que las aguas residuales sean tratadas en otro municipio. Además existen dificultades en la medición de todas las fuentes receptoras de aguas residuales tratadas. Si el agua no es tratada apropiadamente después de su uso, daña los

ecosistemas y puede causar graves problemas de salud pública.

Proporción de generación de energía renovable. Mide la proporción de energía producida mediante fuentes renovables, respecto al total generado. Un resultado muy bajo refleja que el municipio mantiene una fuerte dependencia de la energía producida en centrales eléctricas y plantas de ciclo combinado, y el uso de energías renovables en la generación de electricidad, transporte y suministro de energía primaria es limitado o inexistente. Estos niveles de dependencia pueden contribuir al cambio climático global.

Participación electoral. Mide la proporción de personas mayores de 18 años que ejercen su derecho al voto en una elección. En el municipio, este indicador presenta un valor muy bajo, por lo que es posible que los encargados de la toma de decisiones no reflejen la voluntad de la mayoría de la población.

Eficiencia en el uso de suelo. Mide la relación entre la tasa de consumo de suelo y la tasa de crecimiento de la población urbana. Para su cálculo se utilizan datos de crecimiento urbano y demográfico de 1980 a 2015 y 2018, según la

disponibilidad de información. Un resultado muy bajo indica que la mancha urbana crece a ritmos mayores que la población, lo que implica un consumo ineficiente del suelo. Este tipo de crecimiento es ineficaz, inequitativo y financieramente insostenible. Genera estructuras urbanas discontinuas y con alto grado de fragmentación, en el predominio de gran número de espacios urbanos vacíos, baja densidad residencial, alteraciones ecológicas y altos costos sociales relacionados con la movilidad urbana. (CPI Solidaridad 2018, p. 22)

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

De acuerdo con el diagnóstico general del municipio, presentado en el Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad, 2018-2021; se establece lo siguiente:

Superficie: 2,205 km<sup>2</sup>.

Localización: Ubicada entre los paralelos 20°21' y 20°49' Norte y los meridianos 86°55' y 87°46' longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Puerto Morelos y Lázaro Cárdenas; al este con el municipio de Cozumel y el Mar Caribe; al oeste con el estado de Yucatán y al sur con el municipio de Tulum.

Localidades: Playa del Carmen y Puerto Aventuras; así como algunos pequeños asentamientos en la periferia de las zonas turísticas

Topografía: Pertenece a las subprovincias Carso Yucateco (98.64%) y Costa Baja de Quintana Roo (1.36%). El suelo es una llanura rocosa de piso rocoso o cementado (91.21%), Llanura rocosa de transición de piso rocoso o cementado (7.14%) y Playa o barra de piso rocoso o cementado (1.36%)

El 95.05% de la tierra no es apta para la agricultura, el 4.76% es apta para la agricultura manual estacional; de igual forma, el 99.68% del suelo no es apto para uso pecuario. Las zonas urbanas están creciendo sobre suelos del Cuaternario y rocas sedimentarias; donde antes había suelos Arenosol y Leptosol. (INEGI 2009)

Hidrología: El municipio de Solidaridad, perteneciente a la Región Hidrológica de Yucatán Norte de Quintana Roo y a la Cuenca Quintana Roo, tiene una superficie de roca calcárea que no permite que se formen corrientes de agua superficiales, las aguas se trasminan al subsuelo para la formación de ríos subterráneos que afloran a la superficie en los cenotes. (CAPA 2008) La totalidad del flujo hidrológico es subterráneo y conforma un solo cuerpo de agua

denominado el Acuífero de Yucatán; siendo este la principal fuente de agua potable, y también el principal receptor tanto de la lluvia como de las aguas residuales que se infiltran sin tratamiento. La extracción de agua se encuentra en veda rígida y solo se permite con fines de potabilización. (PMD Solidaridad 2018-2021)

Áreas Naturales Protegidas: El municipio de Solidaridad reconoce al Área Natural Protegida *Otoch Ma'ax Yetel Kooch* como ubicada dentro de su territorio; sin embargo, esta zona está en litigio territorial entre Quintana Roo y Yucatán. La población adscrita a la localidad de Punta Laguna, y el área natural protegida mencionada son administrados por el municipio de Valladolid, en Yucatán.

La Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano incluye las costas del municipio de Solidaridad, por lo tanto también Playa del Carmen y Puerto Aventuras.

Flora: La Selva baja subperennifolia es el tipo predominante y se ubica en el 95.73% de la extensión municipal.

Fauna: están presentes 20 especies de hongos, 244 de aves, 328 de insectos, 33 de arácnidos, 332 de plantas, 84 de peces, 50 animales marinos, 44 tipos de caracoles,

almejas y pulpos, 67 especies de reptiles, 4 de algas pardas, 42 especies de mamíferos, 14 de anfibios (naturalista.mx s/f)

Clima: cálido sub-húmedo con lluvias en verano, la temperatura promedio oscila entre los 24 y los 28°C. tiene un rango de precipitación entre 1100 y 1500 mm

Eventos climatológicos extraordinarios: al igual que todos los municipios costeros de Quintana Roo, el territorio de Solidaridad presenta una temporada de huracanes activa del 1° de junio al 30 de noviembre

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

La calidad del agua superficial varía entre excelente y contaminada. Se cuentan con seis puntos de monitoreo realizados sobre la playa; donde se busca detectar la presencia de coliformes fecales, originados por la contaminación por aguas residuales. Las dos playas más concurridas en Playa del Carmen y Puerto Aventuras son también las más contaminadas.

La presencia de sargazo, que prolifera en aguas contaminadas con coliformes se ha convertido en una

amenaza estacional, agravada por las altas temperaturas del océano a nivel mundial.

La deforestación del municipio es evidente. La mancha urbana que se ha ido expandiendo durante los pasados 25 años ha devastado toda la vegetación costera, se ha erosionado la línea de playa, se han presentado hundimientos de tierra, las constructoras rellenan los cenotes con cemento y varillas para ubicar cimientos de las construcciones; y en las zonas habitacionales de cualquier nivel adquisitivo, desde invasiones hasta residenciales de lujo, a excepción de la zona de Playacar, han talado todos los árboles de los predios. Dejando espacio sólo para casas, calles, y lugares de estacionamiento. Las viviendas particulares carecen de jardines y la flora de la región se ha visto mermada sin posibilidad de recuperación; con cada nueva supermanzana que es urbanizada la poca fauna silvestre de la zona pierde un reducto más de hábitat.

El Índice Básico De Las Ciudades Prósperas, ONU Habitat, 2018, edición Solidaridad, reporta que de un puntaje de 100 puntos disponibles, la calificación de Solidaridad en espacios públicos es de 18.18 y el de áreas verdes per

cápita es de 7.53 (Plan Municipal de Desarrollo de Solidaridad, 2018-2021)

Aunado a esto, la extracción de material pétreo del suelo en el municipio de Solidaridad, y por un tecnicismo Cozumel, ya que el predio Calica, propiedad de la empresa estadounidense Vulcan Materials, de donde se extrae el material pétreo pertenece en su mayor parte al territorio de Cozumel, aunque se ubica en el corazón del municipio de Solidaridad, ha causado ya graves afectaciones a la cobertura del manto freático exponiéndolo tanto a la evaporación como a la absorción de contaminantes, afectando así la única fuente de agua potable en la Península de Yucatán a la que tienen acceso los habitantes de Solidaridad.

---

#### MOVILIDAD URBANA

El municipio no cuenta con suficiente transporte público para dar servicio a la población. Los microbuses son escasos, la versión más común son camionetas pequeñas que van excedidas de capacidad, los taxistas, agremiados en un sindicato, aunque cuentan con unidades en buenas condiciones, discriminan a la población local a favor de trasladar turistas; además de que cobran tarifas dispares y

en muchas ocasiones abusivas, tanto a locales como a visitantes. La población que debe trasladarse de sus hogares a sus centros de trabajo encuentra grandes dificultades para llegar a tiempo, debida a la mala calidad del transporte público. Muchas personas han optado por adquirir motonetas, en las que transportan a varios miembros de su familia al mismo tiempo, infringiendo todas las leyes de seguridad vial y uso de estos vehículos. Hay un sistema de mototaxis no regularizados que ha comenzado a brindar servicio de transporte de las colonias populares a la zona centro, lo cual ha causado tanto accidentes viales por ser conducidos de forma imprudente, hasta conflictos territoriales con el sindicato de taxistas y sus agremiados.

En un comienzo, la población local de Playa del Carmen se trasladaba en bicicleta o caminando; sin embargo las calles tan estrechas y con tanta carga vehicular ha impedido que el ciclismo se practique en forma segura. Se han habilitado ciclistas ineficientes, de dimensiones muy reducidas y sin conexión entre ellas. El tránsito vehicular satura todas las arterias, sin importar la hora, especialmente las avenidas principales y la carretera federal que cruza el municipio. Se habilitó un paso elevado para que los conductores de

vehículos que se trasladan desde Cancún y Puerto Morelos hacia la Riviera Maya sur no tuvieron que verse afectados por el tránsito vehicular; sin embargo los dos semáforos de entrada y salida de Playa del Carmen en ambos sentidos están tan saturados como en la gran ciudad de México. Se diseñó una vialidad denominada arco vial para aligerar la carga vehicular de la carretera federal, pero los semáforos no están sincronizados por lo que el recorrer esta avenida no es fluido.

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 señala que durante 2017 se registraron 502 accidentes de tránsito; principalmente atropellamientos de peatones y ciclistas; con un saldo de 63 decesos.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Playa del Carmen se llega por la carretera federal que conecta Chetumal con Cancún, así como la Autopista Concesionada Playa del Carmen-Holbox. Cuenta con servicio público concesionado, transporte urbano, suburbano y foráneo. Cuenta con dos estaciones de autobuses de pasajeros, sitios de taxi y renta de autos, así como algunos tramos de ciclovía sin conexión entre ellas.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

---

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotta de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local. También es necesario pavimentar las calles y construir banquetas.

---

#### PLANES DE MANEJO

Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021

Programa de Ordenamiento Ecológico Local

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

- Diariamente se recolectan 600,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos. El relleno sanitario está concesionado.
- Capacidad de Manejo Turístico RSU = Alto

##### Aguas Residuales (PTAR)

- Capacidad de Tratamiento: 423 lps.
- Caudal Tratado: 310 lps.

- La población genera 33,541 m3 al día.\*
- (calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)
- El municipio cuenta con 4 plantas de tratamiento de aguas residuales
- Capacidad de Manejo Turístico PTAR = Alto
- Capacidad de Manejo Población Local = Medio, falta conectar al drenaje las viviendas irregulares.

#### Agua Potable:

Se consumen 41,926.80 m3 de agua potable al día.

---

#### ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 209

- Gerentes y directivos: 2
- Administrativos y contables: 49
- Técnicos y operativos: 158

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 26 pozos

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca y mar.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 600,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 29 vehículos.

- Con compactador: 29
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 95%

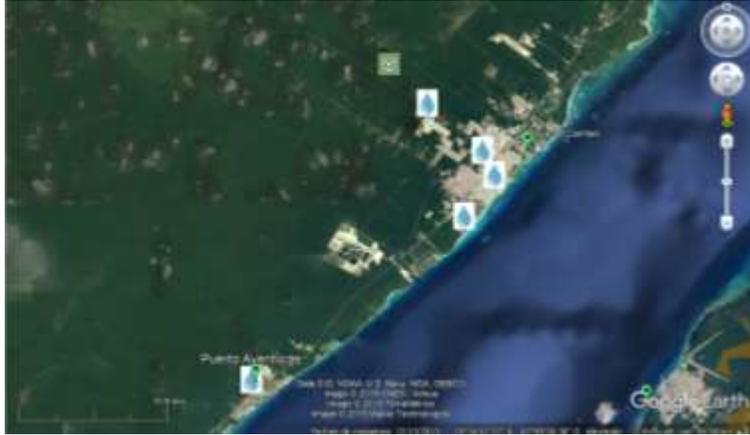
8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 231
- Hombres: 237

UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO,  
PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD.



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 70 Numeralia por Localidad: Playa del Carmen (Solidaridad)*

Población al 2015	209,634
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	40,201
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	29,346,730
Densidad promedio por habitación	2.06
Ocupación promedio	73.1%
Turistas noche 2018 (Total anual)	27,763,325
Excursionistas INAH 2018	Sin datos
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	Sin datos
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	98.3%
Conectividad doméstica al drenaje	99.4%
Capacidad de Recolección de RSU	98.5%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	94.3%

*Tabla 71 Capacidad de Manejo: Playa del Carmen (Solidaridad)*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Playa del Carmen	98.5	99.4	98.3	98.73

*Tabla 72 Capacidad de Carga Efectiva: Playa del Carmen (Solidaridad)*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Playa del Carmen	290,036	285,698	98.73	282,079

Con una capacidad de manejo del 98.73%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 282,079 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas

- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez,

(2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxx</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

L SP Hv Tv n° DG SG D

3 Playa Pública PDC

14,160	6	8	4.0	4	6	24	30
--------	---	---	-----	---	---	----	----

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF	CCR por hora
Playa Pública PDC	2	472	1888	6	1	4,720	590

Estos cálculos consideran la playa pública desde Av. Juárez hasta Playa Esmeralda, un aproximado de 3.5km de largo y 3 metros de ancho y no considera las playas dentro de los hoteles todo incluido de la Riviera Maya Norte y Sur; Puerto Aventuras o Playacar. La capacidad de carga diaria de la playa pública es de 4,720 personas al día.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	52,39%
Mujeres	47,6%
Población Indígena	23,95%
Menores de 15 años	27,94%
Población de 15 a 65 años	70,81%
Mayores de 65 años	1,29%

Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	67,1%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	64,13%
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	36,88%
índice de desempleo	2,4%.
Pobreza y Rezago	
Población en pobreza:	19,6%
Población vulnerable por carencias:	49,8%
Turistas con pernocta**	Ene-Dic 2018
Cuartos Disponibles	40,201
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	73,10%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	4,307,287

Estancia promedio 5,85 días

Densidad Promedio por habitación 2,06 personas

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Playa del Carmen no tiene infraestructura turística en su zona ejidal.

ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO

Sólo hay infraestructura para albergar turismo en la franja costera y en la zona centro de Playa del Carmen. Aunque existen opciones de renta vacacional y espacios Airbnb en toda la ciudad, tanto en la zona turística como en la zona habitacional.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

En Playa del Carmen no está superada la capacidad de carga aunque se está llegando al límite espacial para nuevas construcciones.

ÁREAS DONDE NO ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

La zona turística de Playa del Carmen centro, al encontrarse combinada con la zona residencial ya está al límite de su capacidad de Carga. Playacar y Puerto Aventuras, al ser predios privados con acceso controlado mantienen una capacidad de carga saludable. La zona de cenotes de la Riviera Maya sur ya está al límite de su capacidad de carga y se corre riesgo de contaminación del manto acuífero por la falta de regulación a usuarios y propietarios.

ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

- Lugares de Estacionamiento
- Ferry a Cozumel
- 5ª Avenida
- Calle 12
- Carretera Federal, Arco vial y puente.
- Avenidas Constituyentes y Juárez.

RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS

	Descripción	Localidad Elegida
Justificación	Objetivo 17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible	Playa del Carmen
	Playa del Carmen ha promovido por varios años un Consejo de Sostenibilidad Multisectorial, en el cual se han integrado líderes empresariales, directores de área municipales, académicos e investigadores y un nutrido grupo de representantes de asociaciones civiles. A través de este consejo se toman mensualmente las decisiones concernientes al desarrollo turístico, económico, social y ambiental tanto de Playa del Carmen como ciudad, como también de la Riviera Maya como destino turístico. Playa del Carmen	

	también se encuentra en vías de certificación como destino sustentable de la consultora Earthcheck.
Estrategia Principal	seguir consolidando los mecanismos de participación para la discusión abierta de las políticas públicas relacionadas con la consolidación del destino como una marca turística de vanguardia, preocupada por el medio ambiente y el crecimiento personal de sus habitantes. Fortalecer las capacidades del gobierno local para la mejor gestión de los programas sociales y seguir fomentando la participación de la iniciativa privada en la solvencia de las necesidades más apremiantes para el destino.

---

#### SUGERENCIAS PARA EL MANEJO DEL DESTINO

Reducir los niveles de inseguridad, combatir la venta de estupefacientes, restricciones a la venta de alcohol o ingesta de alcohol en la vía pública. Capacitar a la policía turística, supervisar el desempeño del sindicato de taxistas, estandarizar tarifas de transporte público, incrementar las

rutas de transporte colectivo y ampliar la flotilla vehicular de microbuses; regularizar las estancias de renta vacacional y Airbnb; implementar la separación obligatoria de residuos sólidos y concluir la conexión de todas las viviendas y centros de consumo a la red de drenaje y alcantarillado. Aumentar el nivel de aguas tratadas reutilizadas. Implementar un sistema de supervisión y amonestación de incumplimiento de las normas ambientales para prestadores de servicios turísticos.

---

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.

- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Ampliar la red de drenaje y la capacidad de tratamiento de aguas residuales, fomentar la reutilización de estas. Implementar programas de separación de residuos e implementar sanciones a centros de consumo y de servicios turísticos que incumplan con sus obligaciones ambientales.

Los resultados arrojados por el diagnóstico realizado por ONU Hábitat para calcular el índice de ciudades prósperas de 2018 en Playa del Carmen contienen las siguientes observaciones:

Tasa de homicidios: Mide el número anual de homicidios, ponderados con la población total del municipio. El número

de homicidios registrados es relativamente alto, comparado con una media global máxima. La tasa de homicidios aporta una aproximación al grado de criminalidad en el municipio. El crimen perjudica a la ciudad, a sus habitantes y a sus comunidades. (CPI 2018 Solidaridad, p. 59)

Accesibilidad al espacio público abierto: Mide el porcentaje de área urbana del municipio cercana a los espacios públicos de acceso gratuito y libre, como parques, plazas, jardines, instalaciones recreativas y deportivas, y áreas verdes. El bajo resultado indica que posiblemente una proporción importante de la población deba recorrer largas distancias para llegar a estos espacios, lo cual evidencia que la distribución espacial es inadecuada e insuficiente para satisfacer las funciones sociales, culturales y ecológicas que tienen este tipo de espacios. (CPI 2018 Solidaridad, p. 59)

Áreas verdes per cápita: Mide la cantidad de superficie que una ciudad dedica a espacios verdes (bosques, parques y jardines) y si son suficientes para su población. El bajo resultado indica que la cantidad de espacios verdes urbanos se aleja mucho de una media óptima internacional de 15 m<sup>2</sup>/hab. Estudios sugieren que una ciudad sin áreas verdes suficientes y distribuidas equitativamente, ponga en riesgo la

sostenibilidad urbana, reduzca su capacidad para capturar emisiones contaminantes del aire y cuente con entornos urbanos de mala calidad. (CPI 2018 Solidaridad, p. 60)

Calidad del aire/ concentración de material particulado (PM10): Mide el nivel de concentración media diaria anual de PM10 en la atmósfera. En el municipio se supera de manera moderada el nivel mínimo permitido a nivel global (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), por lo que es posible que haya fuentes de contaminación en el municipio, y que la población esté expuesta a moderados niveles de contaminación exterior. A pesar de que sean moderados los niveles de concentración, es posible que incidan en la salud de la población, al incrementar la ocurrencia de enfermedades respiratorias y limitar el desarrollo de actividades en espacios abiertos. (CPI 2018 Solidaridad, p. 76)

Energía: Proporción de generación de energía renovable: Mide la proporción de energía producida mediante fuentes renovables, respecto al total generado. El resultado con valor cero indica que el municipio no genera energía renovable, por lo que es posible que mantenga una fuerte dependencia de la energía producida en centrales eléctricas y plantas de ciclo combinado, y el uso de energías

renovables en la generación de electricidad, transporte y suministro de energía primaria sea limitado o inexistente. Estos niveles de dependencia pueden contribuir al cambio climático global y a incrementar los riesgos ambientales asociados a éste (inundaciones, sequías, desequilibrio de ecosistemas, entre otros). (CPI 2018 Solidaridad, p. 77)

Eficiencia en el uso de suelo: Mide la relación entre la tasa de consumo de suelo y la tasa de crecimiento de la población urbana. Para su cálculo se utilizan datos de crecimiento urbano y demográfico de 1980 a 2015 y 2018, según la disponibilidad de información. El resultado muy bajo indica que la mancha urbana crece a ritmos mayores que la población, lo que implica un consumo ineficiente del suelo.

Este tipo de crecimiento es ineficaz, inequitativo y financieramente insostenible. Genera estructuras urbanas discontinuas y con alto grado de fragmentación, en el predominio de gran número de espacios urbanos vacíos, baja densidad residencial, alteraciones ecológicas y altos costos sociales relacionados con la movilidad urbana. (CPI 2018 Solidaridad, p. 81)

A raíz de estos resultados, se emiten las siguientes recomendaciones:

- Seguridad y protección
  - identificar los lugares y horarios en que suceden los delitos más recurrentes.
  - reforzar la vigilancia en las áreas más conflictivas. Incorporar lineamientos de diseño y gestión del espacio público en la normativa local que reduzcan la oportunidad delictiva y la sensación de inseguridad, enfatizando las necesidades de iluminación nocturna.
  - analizar los lugares más concurridos y adecuarlos para garantizar la visibilidad, mantenimiento y presencia de personas a lo largo del día.
  - Simplificar y comunicar claramente los mecanismos de denuncia en el Ministerio Público.
  - Desarrollar e implementar el uso de tecnologías de información geográfica para territorializar el delito y tomar decisiones estratégicas para

impulsar la construcción de infraestructuras que fomenten la educación y formación laboral.

- Concentrar las inversiones públicas relativas a movilidad sostenible, mejoramiento de la infraestructura urbana, oferta educativa y de servicios de salud, mejoramiento del espacio público, mejoramiento de vivienda y acceso a las TIC en los polígonos, asentamientos, colonias y/o barrios con mayor incidencia de inseguridad, enfocando dichas inversiones a los lugares y grupos sociales que afectan y son afectados por la inseguridad.
- Espacio público
  - Elaborar un inventario preciso sobre la localización, tipología y estado actual de todo tipo de espacios públicos en el municipio, con el objeto de planificar y evaluar su distribución, cobertura y accesibilidad equitativa.
  - Aprovechar los terrenos baldíos intraurbanos para crear nuevos espacios abiertos mayores proveedores de servicios ambientales,

transformando espacios generalmente considerados como inseguros en nuevos espacios públicos y creando una nueva relación con el paisaje urbano y natural.

- Crear un programa de reforestación urbana, orientado a la plantación de arbolado local en espacios públicos como calles, plazas y parques. Se recomienda que el ejercicio involucre directamente a vecinos, asociaciones de la sociedad civil y al sector privado para su realización.
- Asegurar la accesibilidad universal en los espacios públicos mediante la adecuada señalización de los cruces peatonales, eliminación de barreras arquitectónicas que dificulten la circulación de personas con discapacidad y la disminución de la velocidad vehicular en los entornos próximos a los principales lugares de reunión y esparcimiento.
- Estimular la participación ciudadana para el rescate, activación y apropiación de los espacios públicos. Colaborar con organizaciones de la

sociedad civil, artistas o centros educativos para generar programas que fomenten la ocupación de estos espacios con actividades deportivas, recreativas y culturales.

- Proteger legalmente mediante los instrumentos de planeación urbana, territorial y ecológica las áreas con alto valor ambiental para la ciudad y su región.
- Inclusión de género
  - Establecer mecanismos de monitoreo cotidiano que inhiban la agresión a mujeres en el transporte público y en los espacios comunitarios. Asimismo,
  - crear grupos a nivel social y dentro de los sistemas de seguridad pública para mejorar la atención a denuncias y reducir efectivamente la agresión hacia las mujeres.
  - Definir programas específicos con recursos públicos dedicados a atender las necesidades educativas de las mujeres, con énfasis en las que trabajan, que son madres o que atienden y

defienden la vivienda en asentamientos precarios.

- Manejo de residuos:

- Crear un sistema integral de gestión y tratamiento de residuos sólidos, incluyendo sistemas de recolección, plantas separadoras y de reciclaje de residuos sólidos.
- En el caso de las aglomeraciones urbanas mayores a 500,000 habitantes, crear un sistema integrado entre los diferentes municipios, impulsando el uso de los materiales reciclados con base en incentivos fiscales dirigidos al sector privado e impuestos a la producción y manufactura de productos desechables.
- Fomentar el desarrollo de la industria especializada en el reciclaje, con la creación de unidades industriales especializadas. En su caso, crear un centro de acopio y reciclaje para materiales provenientes de la actividad industrial.
- Promover la educación ambiental y la cultura cívica. Para ello, se deberán desarrollar

programas participativos y campañas de comunicación para la producción y consumo responsable, la cultura de la separación de la basura, el uso respetuoso de los espacios públicos y áreas naturales, así como el uso consciente del agua.

- Crear un sistema de monitoreo e información que incluya la contaminación atmosférica, la contaminación del agua y los sistemas de tratamiento, y la contaminación de las tierras urbanas.
- Asimismo, poner a disposición la información e involucrar a la población en la colecta de información mediante una plataforma participativa.
- Crear un plan integral de manejo de la red hidráulica y tratamiento de aguas servidas, que incluya la evaluación de la calidad de las redes de abastecimiento y alcantarillado y su mejora, la creación de un plan maestro para el tratamiento de aguas residuales y la instalación de plantas tratadoras para la reutilización del agua tratada.

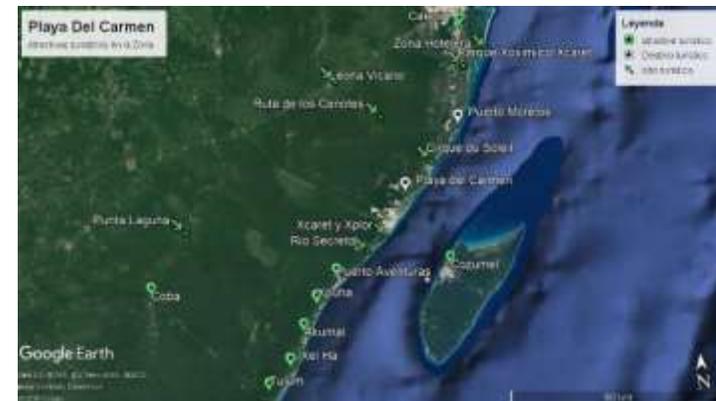
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, bordes de los ríos, barrancas o tierras contaminadas por materiales industriales, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano.

- Energía

- Impulsar esquemas de financiamiento de carácter público-privado e incentivos fiscales para aumentar el uso de ecotecnologías para la cogeneración energética y consumo responsable de agua y energía en los entornos domésticos, las empresas y en las instituciones públicas.
- Generar y fortalecer alianzas interinstitucionales en los tres órdenes de gobierno con el fin de homologar la normativa local y orientar programas de generación de energía renovable.
- Además, impulsar programas que promuevan el autoabastecimiento de energía en sitio incentivando los recursos naturales existentes.

- Promover desde los gobiernos municipales, normas y lineamientos que permitan el tránsito hacia fuentes de energía renovables y no contaminantes en todas las funciones urbanas. (CPI 2018, Solidaridad, p. 86)

#### MAPAS



*Ilustración 210 Atractivos Turísticos Playa del Carmen*

MAPA 4 • Accesibilidad al espacio público abierto en el municipio de Solidaridad

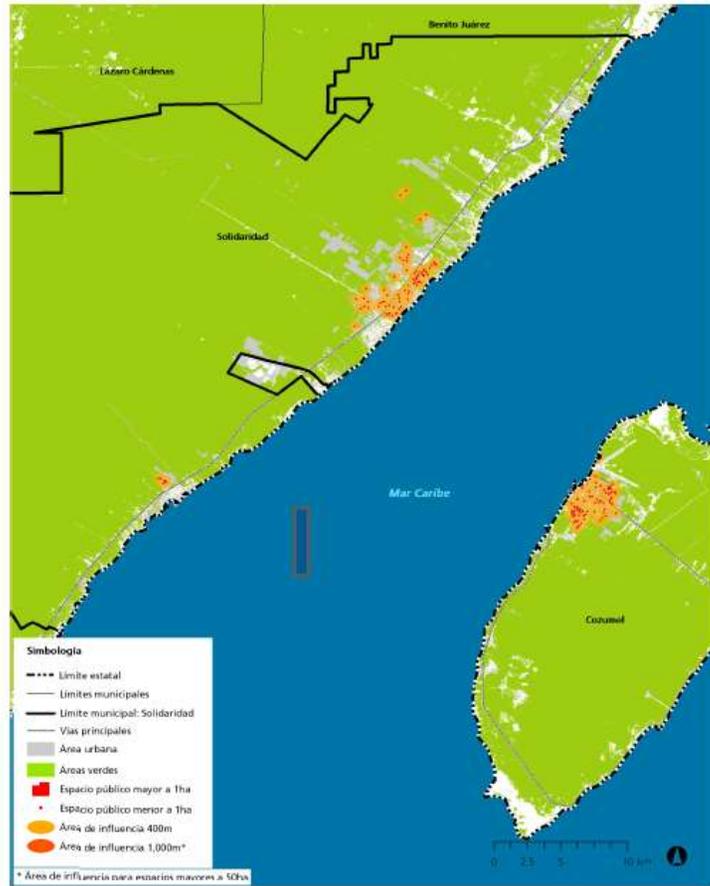


Ilustración 211 Accesibilidad al espacio público

## LOCALIDAD: PUERTO MORELOS



*Ilustración 212 Puerto Morelos, ubicado a 35 km al sur de Cancún, es el principal puerto del estado de Quintana Roo*

### ATRATIVOS TURÍSTICOS

- Playa de arena blanca y sin oleaje. Cuenta con accesos públicos desde la plaza principal.
- Parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos
- Ruta de los Cenotes.
- Reserva Toh, Selvática, Cenote Kin ha, entre otros
- Club de Polo El Rey

- Jardín Botánico Alfredo Barrera y Zoológico Crococun.
- Bodega del Chicle en Central Vallarta.
- Pesca deportiva
- Barco hundido (para repoblación de corales)

Se puede realizar buceo, snorkel, kayak y tablapela. Están prohibidas las motonetas acuáticas o waverunners.

Otros atractivos turísticos en la zona:

- Al igual que con Cancún se pueden visitar los siguientes sitios turísticos:
- Cancún, Isla Mujeres, Isla Contoy, Isla Holbox, Playa del Carmen, Tulum
- Las zonas arqueológicas de Tulum, Cobá y Chichen Itzá

Centros de investigación:

- Centro Regional de Investigación Pesquera
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Puerto Morelos tiene el potencial turístico de ser un destino receptor de turismo de bodas y viajes de reunión entre familiares, exalumnos, graduaciones, XV años, etc.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Parque Marino Nacional Arrecifes de Puerto Morelos, Ruta de los Cenotes. En el área marina se pueden realizar visitas guiadas al arrecife, tanto con snorkel como con buceo; actividades recreativas en la playa, natación en aguas abiertas, tablavela, remo en kayak, pesca deportiva controlada y en la ruta de los cenotes se ofrecen actividades ecoturísticas y senderismo.

Ruta de los Cenotes: En la Ruta de los Cenotes hay 40 cenotes, de los cuales 25 tienen desarrollo turístico; además de contar con desarrollos habitacionales, ecoparques, hoteles ecológicos, áreas de observación de aves, un campo de polo, restaurantes, escuela de cocina, alberca con toboganes y spa; por ejemplo:

*Tabla 73 Principales Cenotes en Puerto Morelos*

Cenote	Características	Capacidad
--------	-----------------	-----------

Kin Ha	Cenote cerrado, iluminado con luz natural, recorrido en tirolesa y cuatrimotos	400 personas
La Noria	Cenote de 47 m de diámetro y 18 m de profundidad apto para realizar espeleobuceo	40 personas
Boca del Puma	Cenote cerrado, iluminado con luz natural, recorridos en bicicleta o cuatrimotos y tirolesa	100 personas
Siete Bocas	Cenote y formaciones	40 personas
Verde Lucero	Cenote abierto con paredes verticales	80 personas
Las Mojarras	Cenote abierto dentro de un parque ecoturístico	150 personas
Zapote	Plataforma de 14 metros de altura	100 personas
Popol Vuh	Grutas y cavernas	180 personas

Jardín Botánico Alfredo Barrera: Establecido en 1983 por el Centro de Investigación de Quintana Roo y ahora manejado por El Colegio de la Frontera Sur; con 65 hectáreas, es el más grande de su tipo en el país. Recorrido entre plantas de la región, ornamentales, medicinales, cactáceas, helechos, epífitas, campamento chiclero, zona arqueológica y puente colgante para ver el manglar y el mar. Lo habita fauna de la región como coatíes y mono araña.

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Se genera una derrama anual de 920 millones de dólares.

Existen 15 complejos turísticos, 41 hoteles de plan europeo, entre ellos 14 pequeños hoteles, 3 posadas, y 300 habitaciones en condominios de renta vacacional además de casas y villas. La distribución de los complejos turísticos hacia las orillas de Puerto Morelos ha permitido que el centro se conserve su zona residencial original.

Cuenta con aproximadamente 80 restaurantes a base de mariscos, comida mexicana, internacional y regional en la zona del casco antiguo y otro tanto en la zona urbana.

En plataformas digitales se pueden encontrar 99 hoteles y hostales, 842 rentas vacacionales, y 306 alojamientos completos en Airbnb.

#### PERFIL DEL VISITANTE

Destino enfocado al turismo no masivo que busque contacto con la naturaleza y actividades deportivas. De acuerdo con datos obtenidos por Sedetur, el perfil del turista entre enero y marzo de 2018 fue como se describe a continuación.

Tabla 74 Perfil del Visitante Puerto Morelos Enero-Marzo 2018

Categoría	Respuesta	Porcentaje
Procedencia	Estados Unidos	48%
	México	10.9%

Edad del Visitante	Latinoamérica	1.5%
	Europa	12.4%
	Canadá	27.2%
	Resto del mundo	0 %
	40 a 49 años	21.2%
	50 a 59 años	20.4%
	60 o más años	18.6%
Motivación para viajar	30 a 39 años	15.9%
	20 a 29 años	12.4%
	menores de edad	11.5%
	amigos/familia	50.6%
Veces que ha visitado el destino	visita anterior	33.7%
	otros motivos	15.6%
	primera vez	47.5%
	segunda vez	19.0%
	tercera vez	13.3%
Estancia promedio	más de 4 veces	20.3%
	Estancia promedio	7 días
Tamaño del grupo	Tamaño del grupo	2.4 personas
Acompañantes	en pareja	58%
	en familia	23%
	con amigos	10%
	solo	9%
Tipo de paquete vacacional	todo incluido	36.5%
	por separado	27.0%
	paquete avión y hotel	25.0%

<i>Forma en que adquirió el viaje</i>	sin paquete vacacional	10.5%	
	Agencia de Viajes	29.7%	
	Agencia online	23.1%	
	Buscador	9.9%	
	Web aerolínea	14.3%	
	Web hotel	8.2%	
	Tiempo compartido	11.5%	
	Vía telefónica	3.5%	
<i>Razón del viaje</i>	Sol y Playa	83.5%	
	Boda	8%	
	Luna de miel	3%	
	Cultura Maya	1%	
	Visita Familiar	2%	
	Otros	2%	
	<i>Tipo de hospedaje</i>	Hotel	87.1%
		Tiempo compartido	5.4%
Renta Vacacional		3.0%	
Casa familiar		2.5%	
Airbnb		1%	
Sitios web		1%	
<i>Pernocta en otros destinos</i>	Porcentaje de turistas	4.4%	
	Estancia promedio	2.9 noches	
<i>Distribución de pernocta en otros destinos</i>	Tulum	2.0%	
	Cancún	1.0%	
	Isla Mujeres	0.5%	
	Holbox	0.5%	

<i>Estancia en otros destinos</i>	Cozumel	0.5%
	Riviera Maya	0.5%
	1 noche	50%
	2 noches	0%
<i>Excursiones</i>	3 noches	0%
	4 o más noches	50%
	Zonas Arqueológicas	29.9%
	Actividades acuáticas	27.5%
	Parques Recreativos	18.1%
	Cenotes y cavernas	13.8%
	Ecoturismo	8.8%
	Ciudades cercanas	2.5%
Entretenimiento	1.5%	

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

7 días en grupos de 2.4 personas.

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

- Incrementar la presencia policial en las áreas turísticas y accesos públicos a la playa. Se requieren casetas de vigilancia, cámaras de seguridad y personal de monitoreo. (PMDU Pto. Morelos 2018-2021)

- Capacitar a la Policía Turística de Puerto Morelos en calidad en el servicio e idioma inglés.
- Habilitar un centro de información turística tanto en casco viejo como en Leona Vicario.
- Instalar las señalizaciones necesarias de calles, carreteras y atractivos turístico.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: la expansión inmobiliaria está causando afectaciones irreversibles a manglares y humedales.
- Física: es necesario ampliar las zonas de drenaje y alcantarillado, y regularizar los asentamientos poblacionales dotándolos de servicios municipales.
- Socio-Perceptual: Los desarrollos habitacionales de vivienda social están convirtiendo esta pequeña población en una ciudad dormitorio. Los habitantes originarios tienen carencias de infraestructura, mientras que la población que habita la zona turística refleja un poder adquisitivo muy superior al de las demás comunidades.

- Económica: la población local no goza de movilidad laboral y su nivel de ingresos es inferior al de sus necesidades.
- Psicológica: una cuarta parte de los visitantes regresa a Puerto Morelos constantemente, por lo que se puede comprobar su nivel de satisfacción. Es necesario recomponer el tejido social con programas de mejoramiento urbano y recuperación de espacios públicos para fortalecer el sentido de pertenencia de la población local.
- Infraestructura: No se cuenta actualmente con servicios sanitarios en las playas públicas. Se requiere alumbrado público en el casco antiguo, y el corredor turístico Ruta de los Cenotes. No se cuenta con mecanismos de difusión promoción comercialización o desarrollo en medios de comunicación. No hay suficientes estacionamientos y el único medio de transporte público es el taxi.

De acuerdo con la versión ejecutiva de la Actualización del Programa Subregional de Desarrollo Urbano de la Región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo, (Seduma 2010), se pretende que la zona de colonias llegue a los 60 mil

habitantes para luego aplicarle la Política de Regulación. Por otra parte, señala que la dinámica de crecimiento poblacional ocasiona que la demanda de servicio supere la capacidad instalada. las ciudades de Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum y Akumal concentran el 56% de la extracción de agua potable del estado.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

Puerto Morelos fue declarado Municipio en el año de 2015.

La localidad ubicada en la costa y al oriente de la carretera federal se conoce como el “Puerto” o “Casco Antiguo de Puerto Morelos”. Adjunta a la carretera en su costado oriente se encuentran los desarrollo habitacionales Pescadores, Punta Arena y Regata.

Las colonias adjuntas a la carretera federal en su costado poniente son la colonia Carlos Joaquín Zetina Gasca, Bucaneros, Villas La Playa, Villas Morelos I y II, Arbolada, Palma Real, la Zona Urbana, entre otras.

En la región noroeste del municipio se encuentran la población de Leona Vicario, y en la región poniente las poblaciones de Central Vallarta y Delirios.

La población del Puerto o Casco Antiguo es de aproximadamente 1,097 habitantes; en las colonias habitan 29,168 personas; en Leona Vicario 7,896 y alrededor de 136 entre Central Vallarta y Delirios. Se estima que un aproximado de 13,690 habitantes son menores de 15 años y 14,800 se encuentren entre los 15 y los 35 años de edad.

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Puerto Morelos 2018-2021 se puede mencionar que:

Desde el inicio del municipio, se han registrado 200 microempresas, las cuales no lograron prosperar debido a problemas en la gestión del negocio, falta de información sobre los apoyos del gobierno, falta de capacitación financiera básica y acompañamiento.

Se ha implementado un tianguis de productores y artesanos que favorece la comercialización directa de los productos con los consumidores.

Hay un sector de la población que es autoempleada; además es importante vincular la oferta y la demanda laboral para reducir tiempos de búsqueda de empleo.

La actividad artesanal cuenta con la participación de 127 artesanos en el municipio, aunque tienen bajo nivel de ventas y una modesta calidad en el acabado de sus productos. Este sector requiere de más capacitación y espacios de exhibición y venta de sus productos.

Los ejidatarios de Leona Vicario desarrollan actividades agropecuarias a pequeña escala, utilizando terrenos de vocación forestal, además de apicultura, la cual se ha convertido en una de las actividades económicas más importantes de la zona, que además contribuye a la conservación del medio ambiente. En Central Vallarta, las parcelas cuentan con árboles frutales, ganado bovino, ovino y aves de corral.

En la parte costera la principal actividad es la pesca; existen varias cooperativas pesqueras que venden pescado fresco. sin embargo los pescadores requieren asesoría técnica para elevar el nivel de productividad de su sector. Los programas de apoyo económico de nivel federal solicitaban además aportaciones del beneficiario dentro de la estructura de

financiamiento, una cuota que los pescadores no podían cubrir fácilmente.

Por otra parte, se desconoce el número y ubicación de estanques de acuicultura así como especies cultivadas y volumen de producción, tanto para consumo como para venta.

---

#### SERVICIOS

Puerto Morelos cuenta con servicios de manejo de mercancías, amarre y desamarre, agua potable, lavandería y recolección de basura.

Puerto Morelos cuenta con un camino de acceso que lo conecta a la carretera Chetumal-Puerto Juárez.

Puerto Morelos cuenta con antena repetidora de TV, Radio y servicio de telefonía, televisión por cable y celular.

Al ser Puerto Morelos un municipio de reciente creación, y debido a su cercanía al municipio de Benito Juárez, del que se separó en 2015, no se poseen estadísticas individuales para este municipio aún.

---

## INFRAESTRUCTURA

Puerto Comercial, Turístico y Pesquero. Cuenta con un transbordador a Cozumel. Tres muelles marítimos, uno para pescadores, y servicios turísticos, un muelle fiscal para transporte de mercancía en contenedores y un tercer muelle en la estación de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

La Administración Portuaria Integral de Quintana Roo cuenta con instalaciones para la industrialización de productos pesqueros. La Terminal Marítima de Puerto Morelos está diseñada para el manejo de carga suelta y contenedores, permite embarcaciones de altura con tráfico nacional e internacional.

Puerto Morelos cuenta con cables submarinos de fibra óptica para comunicarse con Europa, Centro y Sudamérica.

Educación: 25 escuelas del nivel básico (preescolar, primaria y secundaria), 19 son públicas y 6 privadas; 2 planteles públicos de nivel medio superior.

Salud: Tres centros de salud de atención primaria. Los demás servicios médicos están en Cancún, municipio de Benito Juárez.

Aguas Residuales: el municipio cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales en el fraccionamiento Villas Morelos y una en el casco antiguo, En total tienen una capacidad de tratamiento de 93 litros por segundo, de los cuales las colonias conectadas al drenaje gastan 32 lps. Quedan sin conexión el poblado de Leona Vicario y las demás colonias suburbanas de Puerto Morelos. En total se reciben 619,607 m<sup>3</sup> trimestralmente.

Residuos sólidos: Comparten el relleno sanitario con los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres.

---

## MANTENIMIENTO

- Apenas se está instalando drenaje sanitario en el primer cuadro del casco antiguo y en zonas de la colonia Joaquín Zetina Gasca. Se busca así cancelar el uso de fosas sépticas domésticas que generan contaminación marina afectando al arrecife.
- El 18.2% de las viviendas no cuenta con servicio de agua entubada. El 8.8% de las viviendas no cuenta con sanitario, el 8.6% no cuenta con drenaje, el 5.6% tiene piso de tierra y el 2.0% no cuenta con electricidad (Sedesol/INEGI2016)

- No se cuenta con servicio de alcantarillado.
- No se cuenta con plataforma digital para los trámites municipales.
- No se cuenta con suficiente iluminación en la vía pública
- No hay relleno sanitario para la gestión de los residuos.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- Urgente implementar medidas de saneamiento, tratamiento de aguas residuales y una adecuada gestión de residuos.
- Instalar la red de drenaje y alcantarillado.
- Implementar un Plan de Ordenamiento Ecológico.
- Urbanizar los asentamientos irregulares y poblados rurales.
- Incrementar la presencia policial en las áreas turísticas y accesos públicos a la playa. Se requieren casetas de vigilancia, cámaras de seguridad y personal de monitoreo. (PMDU Pto. Morelos 2018-2021)

- Capacitar a la Policía Turística de Puerto Morelos en calidad en el servicio e idioma inglés.
- Habilitar un centro de información turística tanto en casco viejo como en Leona Vicario.
- Instalar las señalizaciones necesarias de calles, carreteras y atractivos turístico.
- Ampliar la oferta de transporte público disponible.
- Instalar baños públicos en las playas.
- Limitar el estacionamiento de vehículos en el primer cuadro del casco antiguo.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

De acuerdo con información vertida en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, se destaca la siguiente información:

Superficie: 1043.921 ha.

Localización: Lat. 20°51' N, Long. 86°54'W

Localidades: Puerto Morelos, Leona Vicario, Delirios, Los Coquitos y Central Vallarta.

El municipio colinda al norte con los municipios de Benito Juárez, y Lázaro Cárdenas, al este con el Mar Caribe, al sur con los municipios de Solidaridad, y Lázaro Cárdenas, y al oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas. Su litoral es de 17.93 km.

Topografía: de relieve escaso y sin ríos superficiales, Puerto Morelos tiene una altura promedio de 3 a 5 msnm, y la zona centro un promedio de 10 msnm. la superficie municipal nunca llega a tener altitudes mayores a 25 msnm. Puerto Morelos está dividido en una zona portuaria y zona urbana por la carretera federal. La zona costera tiene las características cársticas de la región con un relieve escaso cubierto por cuencas donde predomina la vegetación de humedales, manglares y de duna costera.

Hidrología: Debido a la naturaleza calcárea del suelo continental, el agua de lluvia se filtra rápidamente a través de la roca caliza hacia los mantos acuíferos, formando cenotes y ríos subterráneos que desembocan en el mar. La acumulación de aguas pluviales en la matriz rocosa de la Península ocasiona una diferencia de niveles hidrostáticos que determina un flujo subterráneo de tierra al mar. No existen corrientes de agua debido a la permeabilidad del

suelo. Presenta un periodo de lluvias todo el año con mayor precipitación en los meses de verano. El agua pluvial es filtrada por las características cársticas del suelo formando una red de ríos subterráneos cuyas características hidrostáticas generan corrientes que dirigen el flujo hacia el mar. Y una barra arenosa de 2 a 3 metros de altura y 200 m de ancho que constituye la línea de costa actual.

Debido a la barrera de arrecifes se ha formado una laguna arrecifal de entre 2 y 8 metros, en el fondo cuenta con pastos marinos y gran cantidad de fauna.

Entre estos dos rasgos hay depresiones que dan lugar a un ambiente lagunar somero, con esporádico contacto con el mar adyacente. Estas cuencas están interrumpidas por caminos transversales que la dividen de forma no natural, restringiendo, impidiendo el flujo de agua. A lo largo de los bordes de las lagunas existen cinturones angostos de Rhizophora mangle, así como en algunos parches aislados de las partes centrales de las cuencas, predominando una diversa vegetación de humedales en el resto del área .

Áreas Naturales Protegidas: El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos del estado de Quintana Roo es declarada como Área Natural Protegida con el carácter de Parque

Nacional el 2 de febrero de 1998. El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos cuenta con una superficie de 9067 ha. y pertenece al Sistema Arrecifal Mesoamericano. El área abarca una superficie de 9,066 hectáreas frente a las costas de Puerto Morelos; a una distancia entre 350 y 1600 metros se encuentra la barrera arrecifal que forma parte del Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental, perteneciente al Sistema Arrecifal Mesoamericano. Este sistema se extiende desde Cabo Catoche al norte de la península de Yucatán hasta Honduras. Este arrecife forma parte del Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental y colinda al norte con el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, y al sureste se une con el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y es considerada como la segunda barrera arrecifal más grande del mundo.

Arrecife: El flujo oceánico principal en el área es el ramal de la corriente de Yucatán, que fluye paralela al borde de la plataforma continental en dirección al Norte. Las olas de la Laguna arrecifal de Puerto Morelos son bajas ya que la barrera arrecifal funciona como un eficiente disipador de la energía del oleaje.

Las zonas en las que se divide el arrecife son: orilla, laguna, zona Oeste o posterior, cresta arrecifal, zona Este o frontal y plataforma arenosa.

Orilla: La orilla en Puerto Morelos es una extensión de entre 4 y 10 m de grosor paralela a la línea de costa con arena calcárea formada a partir de procesos marinos, excepto en Punta Caracol donde está formada por roca calcárea.

La Laguna arrecifal: Es una con un declive muy tenue que llega hasta los 8 metros en la zona más profunda. La extensión de la Laguna en su porción más distante es de 3000 metros. El piso de la laguna es una zona arenosa con parches de pastos marinos, parches de piso desprovistos de arena que sostienen comunidades o individuos de corales esponjas, equinodermos, *gasterópodos*, que ha reducido su población alarmantemente por el consumo humano.

El arrecife alberga una alta variabilidad de comunidades en las que se encuentran especies consideradas en algún estatus de protección conforme a la NÓMINA-059-ECOL-1994. Esta zona es un área de alimentación y crianza de varias especies de góbidos, de la mojarra, varias especies de sardinas, *vaquitas*, *pargo* y *jureles*. La laguna también es zona de crianza de la *langosta Panulirus argus*.

Zona Oeste o posterior: Es la zona intermedia entre la Laguna arrecifal y la cresta. Es una plataforma de fondo rugoso de una extensión entre 50 y 200 m aproximadamente y una profundidad de entre 1 y 3 m. Esta zona se localiza entre la laguna y la cresta arrecifal sobre una estrecha plataforma cuya extensión oscila entre 50 y 200 m aproximadamente, y su profundidad entre 1 y 3 m. En esta zona arrecifal se aprecia una mayor rugosidad del fondo, por la presencia de abundantes colonias de corales, cuyo sustrato es una capa de esqueletos de coral cuerno de ciervo de 30 a 40 cm de espesor cubierta por una delgada capa de arena (3-5cm) y la planta *Thalassia testudinum*. También se encuentran partes de arena gruesa que sostienen pastos marinos y algas.

En la zona que se encuentra más próxima al mar abierto se encuentran comúnmente comunidades de *Acropora palmata* formando macizos que llegan a emerger durante la marea baja ofrecen protección al barlovento.

Continuando hacia el mar abierto del arrecife Oeste, se encuentra la cresta arrecifal, que corresponde a la parte más somera del arrecife y que es donde rompe la ola en condiciones normales, su extensión oscila entre 30-100 m y

su profundidad varía entre 0.5-1.5 m. En esta zona confluye el barlovento al oeste y el sotavento al Este.

Zona Este o frontal: Es el declive que continúa de la cresta arrecifal. La comunidad coralina se reduce aunque existen canales y sistemas de macizos que desembocan a los 10 metros de profundidad en superficies arenosas que presentan ondulaciones paralelas a la formación arrecifal. La comunidad de gorgonáceos crece conforme aumenta la profundidad llegando a la máxima representación entre los 10 y 20 m de profundidad. La cobertura de corales es baja formando pequeñas comunidades.

Vegetación terrestre: La vegetación que expone del Parque Nacional Puerto Morelos integra comunidades de vegetación características de la zona costera en la porción topográfica de norte a sur de la línea de costa. Esta vegetación está representada por:

- Duna costera Vegetación que vive con grandes cantidades de sales o halófitas. La vegetación de esta zona es de hábitos herbáceos y rastreros, abarcando entre 5 a 25 m de amplitud dispersa sobre la duna de arena de grano fino, que contiene poca materia orgánica y que se encuentra en contacto directo con

el agua de mar. La distribución se observa a lo largo del litoral en la zona intermareal hasta la cúspide más elevada del nivel medio del mar.

- Matorral costero Esta comunidad continúa a la duna costera, la vegetación de esta zona se distribuye en el lomo costero limitando con la zona de manglar. El matorral costero alcanza entre 3 a 4 msnm ampliándose de 50 a 120 m. Esta comunidad cuenta con una densa capa de plantas herbáceas y arbustivas alcanzando hasta 4 m de altura. Dentro de la anterior, en la zona que se denomina “médanos estabilizados”, misma que corresponde a la porción de terreno que limita con el manglar. Es frecuente que en esta zona se combinen los elementos formando franjas ecotonales. En general, la zona de médanos estabilizados alcanza entre 0-3 msnm y cubre áreas de entre 30 a 60 m de amplitud. Esta comunidad se constituye por especies arbóreas y arbustivas, con alturas que varían entre los 4 a 10 m. El piso es muy profundo con arena de grano fino y abundante materia orgánica.

- Manglar: El manglar es vegetación hidrófila, que vive en suelos fangosos, poco profundos, que pueden durar cubiertos de agua dulce o salada durante meses. Las especies dominantes son *Rhizophora mangle* y el manglar de *Conocarpus*. La altura promedio que presentan va de 5 a 10 m. Dentro del manglar se presentan otras asociaciones ocupando menos superficie como son el tular cuyas especies dominantes son *Typha dominguensis* o tule; y el zacatal de *Eleocharis cellulosa*. ambas asociaciones se desarrollan sobre suelos totalmente inundados. En la zona existen varias especies vegetales consideradas bajo algún estatus de protección conforme a la NOM-059-ECOL-2010.
- Petén: Los petenes son asociaciones vegetales, que se caracterizan por la presencia de especies arbóreas en islotes de entre 10 y 50 m de diámetro a una altura de hasta 2 msnm. la parte central más elevada, bordeadas generalmente por manglar y de saibal. Aquí se encuentran especies arbóreas como el chicozapote, el chechem, el chacá, las palmas de chit, xiat y huano. También hay epífitas y trepadoras.

- Selva baja subcaducifolia: Se presenta como una franja transicional entre el manglar y la selva mediana subperennifolia. Se caracteriza por presentar un dosel arbóreo de individuos con alturas de entre 5 y 10 m. Con un dosel arbóreo cerrado. Dentro de esta región sobresalen los estratos herbáceos.
- Selva mediana subperennifolia: Los suelos rocosos que favorecen el drenaje y conservan una gran cantidad de materia orgánica en descomposición donde crecen especies arbóreas de entre 10 y 25 m dominantes como: el chicozapote, el ramón, el caracolillo, el guayabillo y las palmas de chit y Nacax; entre las arbustivas se encuentran el tupkin y la palma de xiat. En el herbáceo predomina el Bobtún y otras especies arbóreas. Es notoria la presencia de epífitas y trepadoras, entre las que sobresalen la bromelia, la orquídea y las cactáceas.

Flora: el 80% de la superficie municipal está cubierto por selva mediana subcaducifolia., se observan porciones de sabanas, tulares, y manglares. Se practica el aprovechamiento de maderas como cedro rojo, caoba y

maderas duras tropicales. La vegetación de marismas se ha reducido con la expansión de los asentamientos humanos. Los manglares y tulares, que se ubican en los terrenos inundables se sitúan a todo lo largo de la costa y se unen con la vegetación de las dunas costeras. Las porciones de sabanas y palmares se han formado por la actividad humana y las actividades agrícolas.

Fauna: Principalmente mamíferos como jaguar, jabirú, zarigüeya, venado cola blanca, jabalí, tepezcuintle, tejón, murciélago, tigrillo, armadillo, ocelote, aves, como garza, zopilote, águila pescadora, faisán negro, chachalaca, torcaza, lechuza, gavián, halcón, gaviotas, flamings y patos; reptiles boa, coralillo, culebra labios blancos, nauyaca cocodrilos, tortugas gravadas y casquito, sapo excavador gecko y peces de arrecife.; crustáceos como el cangrejo ermitaño, camaroncillo, langostinos y mamíferos marinos como el delfín. Los animales en peligro de extinción son el mono aullador, el mono araña, la anguila y la cacerolita de mar.

Tabla 75 Especies registradas en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos<sup>xxxi</sup>:

<u>Orden Cnidarios</u> 14	<u>Orden Esponjas</u> 7	<u>Orden Crustáceos</u> 7	<u>Orden Moluscos</u> 12
Corales escleractineos 41	Especies: 20	Especies: 172	Especies: 33
Gorgonáceos 32	<u>Orden Anélidos</u> 1	<u>Orden Equinodermos</u> 10	<u>Orden Cordados</u> 24
Hidrozoarios 64	Especies: 10	Especies: 31	Peces 226
Otros 16			Reptiles 3
			Mamíferos 21

Total de órdenes: 75; total de especies: 669

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano y parcialmente en invierno; temperatura media de 26.3°C, con una máxima de 35.5°C en verano y 13°C en invierno; precipitación media anual entre 1,200 y 1,300 mm con una estación seca bien definida de marzo a abril y normalmente vientos alisios del este-sureste de febrero a julio.

Eventos climatológicos extraordinarios: Del 1° de junio al 30 de noviembre se presenta la temporada de huracanes; durante la cual se puede observar la formación de tormentas tropicales y huracanes. La influencia del Sistema de Alta Presión genera oleaje máximo de 1.75m mientras que el promedio para el litoral Atlántico es de 0.5 metros.

## ASPECTOS AMBIENTALES

La sobre explotación turística e inmobiliaria en el camino de acceso a Puerto Morelos y las costas ha tenido un efecto muy negativo sobre los manglares y la fauna que en ellos habita.

De acuerdo a un diagnóstico elaborado en 2017 por The Nature Conservancy, la salud de los ecosistemas costeros en el Sistema Arrecifal Mesoamericano ha ido declinando debido a los efectos combinados de las amenazas locales (destrucción de hábitats, prácticas de pesca no sostenibles, rápido crecimiento turístico, especies invasoras y contaminación) y globales, particularmente la elevación de la temperatura del mar ocasionando el blanqueamiento masivo del coral (Kramer et al. 2015). El estado general de salud de los arrecifes del sam se considera ahora “medio” con cobertura de coral baja pero aumentando lentamente (~16-18%), con un alto y creciente predominio de macroalgas carnosas, baja abundancia de herbívoros como erizos de mar *Diadema antillarum*, y baja abundancia de especies pesqueras focales (pargos y meros) y peces herbívoros (peces loro) que son importantes para la

resiliencia del ecosistema (Kramer et al. 2015, citados por Green et al para TNC 2017).

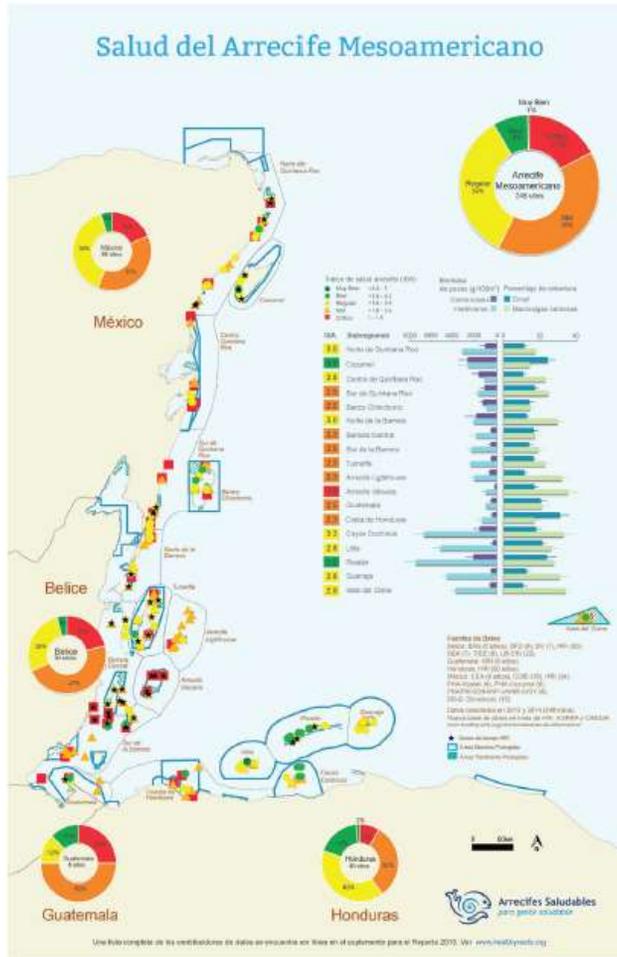


Ilustración 213 Salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Tomado de Green et al para TNC 2017

## MOVILIDAD URBANA

### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

- A Puerto Morelos se llega por la carretera federal que conecta Chetumal con Cancún, así como la carretera estatal que conecta la carretera federal Cancún-Mérida con la Carretera Cancún-Chetumal, mejor conocida como Ruta de los Cenotes. No cuenta con servicio público concesionado, ni transporte urbano, solo transporte suburbano y foráneo. Cuenta con una parada de autobuses de pasajeros, sitios de taxi y renta de autos. El casco viejo presenta saturación vehicular durante los fines de semana.
- El único medio de transporte público es el taxi. El transporte en autobuses es privado o pre-contratado.
- Existe una parada de autobús foráneo.

## PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público,

buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

También es necesario pavimentar las calles y construir banquetas.

Identificación de Zonas donde no hay infraestructura para albergar Turismo:

Puerto Morelos no tiene infraestructura turística en su zona habitacional.

Identificación de áreas donde No está superada la capacidad de carga:

En Puerto Morelos ya está superada la capacidad de carga ya que es una zona de manglares y costa que ya está desarrollada turísticamente al límite.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 22 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 23 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Municipal de Desarrollo de Puerto Morelos 2018-2021.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	50,79%
Mujeres	49,21%
Población Indígena	22,73%
Menores de 15 años	28,41%
Población de 15 a 65 años	65,86%
Mayores de 65 años	2,41 %

Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	55,3%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	46,58%
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	32,22%
índice de desempleo	2,5%.

Pobreza y Rezago

Población en pobreza:	74,3%
Población vulnerable por carencias:	23,9%

Turistas con pernocta\*\* Ene-Dic 2018

Cuartos Disponibles	5,563
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	88
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	975,000
Estancia promedio	7
Densidad Promedio por habitación	2,4

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

- No cuenta con relleno sanitario por lo que hace uso del de Cancún
- El relleno sanitario está concesionado; lo comparten los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres y Puerto Morelos.

Capacidad de Manejo Turístico RSU = Medio

##### Aguas Residuales (PTAR)

El municipio cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales en el fraccionamiento Villas Morelos y una en el casco antiguo. En total tienen una capacidad de tratamiento de 93 litros por segundo, de los cuales las colonias conectadas al drenaje gastan 32 lps. quedan sin conexión el poblado de Leona Vicario y las demás colonias suburbanas

de Puerto Morelos. En total se reciben 619,607 m3 trimestralmente.

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = Alto

Apenas se está instalando drenaje sanitario en el primer cuadro del casco antiguo y en zonas de la colonia Joaquín Zetina Gasca. Se busca así cancelar el uso de fosas sépticas domésticas que generan contaminación marina afectando al arrecife.

No se cuenta con servicio de alcantarillado.

Capacidad de Manejo Población Local = Bajo

#### Agua Potable:

El 18.2% de las viviendas no cuenta con servicio de agua entubada. El 8.8% de las viviendas no cuenta con sanitario. (Sedesol/INEGI2016)

---

#### ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 21

- Gerentes y directivos: 1
- Administrativos y contables: 3

- Técnicos y operativos: 17

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 7 pozos

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca y mar.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 75,630 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 5 vehículos.

- Con compactador: 5
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 100%

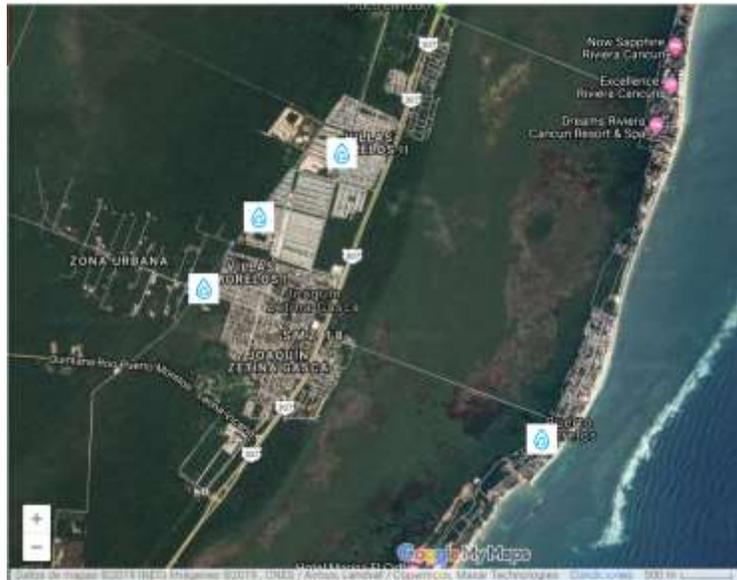
8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 1
- Hombres: 18

UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO,



---

#### INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración

pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de

agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

Tabla 76 Numeralia por Localidad: Puerto Morelos

Población al 2015	37,099
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	5,563
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	4,060,990
Densidad promedio por habitación (estimado)	2.4
Ocupación promedio (estimado)	88%
Turistas noche 2018 (Total anual)	Sin datos
Excursionistas INAH 2018	Sin datos
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	Sin datos
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	81.8%
Conectividad doméstica al drenaje	91.4%
Capacidad de Recolección de RSU	100%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0%

Tabla 77 Capacidad de Manejo: Puerto Morelos

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Puerto Morelos	100	91.4	81.8	91.07

Tabla 78 Capacidad de Carga Efectiva: Puerto Morelos

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Puerto Morelos	48,225	46,488	91.07	42,335

Con una capacidad de manejo del 91.07%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 42,335 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio, considerando los hoteles de Riviera Maya Norte.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxxii</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor a considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Playa Pública Pto. Morelos.	2,350	6	8	4.0	4	6	24	30

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al	CCR por día hora
Playa Pública Pto. Morelos.	2	78	313	6	1	783	98

Estos cálculos consideran la playa pública de Puerto Morelos, aproximadamente 2.35 km<sup>2</sup>. La capacidad de carga diaria de la playa pública es de 783 personas.

#### ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO

Leona Vicario, servicios sanitarios en Playas Públicas.

#### ÁREAS DONDE NO ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

- La Ruta de Cenotes puede recibir más visitantes.
- El parque marino nacional puede recibir más visitantes para actividades acuáticas.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Lugares de Estacionamiento. Lotificación de zona de manglares.

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS

**Objetivo 13.** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efecto.

**Justificación:** Puerto Morelos siempre ha destacado por albergar centros de investigación como el Centro de Investigaciones de Ciencias del Mar y Limnología; así como la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales; sin olvidarnos del Jardín Botánico, que es uno de los más grandes de México. Puerto Morelos además atraviesa un ritmo de crecimiento poblacional acelerado al encontrarse entre los

dos grandes destinos de Cancún y Playa del Carmen, lo que ha convertido a Puerto Morelos en una ciudad dormitorio para habitantes de casas de interés social. Aunque pareciera desfavorecedor, el ordenamiento que aportan los desarrollos urbanos es necesario; sólo requieren ser más amigables con el medio ambiente y con el usuario que las habita ya que suelen ser muy calurosas y pequeñas.

Estrategia principal: Seguir impulsando la investigación que se lleva a cabo en los centros académicos de Puerto Morelos, fomentando el turismo académico, el intercambio estudiantil y las estancias de investigación; tanto locales, regionales, nacionales e internacionales; enfocándose en comprender los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas, la fauna marina, y las dinámicas de sequías y precipitaciones; posicionando a estos centros de investigación como nodos colaborativos.

	Descripción	Localidad Elegida
	Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Puerto Morelos

Justificación	Puerto Morelos siempre ha destacado por albergar centros de investigación como el Centro de Investigaciones de Ciencias del Mar y Limnología; así como la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales; sin olvidarnos del Jardín Botánico, que es uno de los más grandes de México. Puerto Morelos además atraviesa un ritmo de crecimiento poblacional acelerado al encontrarse entre los dos grandes destinos de Cancún y Playa del Carmen, lo que ha convertido a Puerto Morelos en una ciudad dormitorio para habitantes de casas de interés social. Aunque pareciera desfavorecedor, el ordenamiento que aportan los desarrollos urbanos es necesario; sólo requieren ser más amigables con el medio ambiente y con el usuario que las habita ya que suelen ser muy calurosas y pequeñas.
Estrategia Principal	Seguir impulsando la investigación que se lleva a cabo en los centros académicos de



#### LOCALIDAD: TULUM



*Ilustración 215 Tulum. © mexiko.de*

De acuerdo con la información vertida en su Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 se puede establecer lo siguiente:

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

La zona arqueológica de Tulum originalmente se denominaba “SahMá”, que significa amanecer; aunque su nombre contemporáneo data del periodo en el que el asentamiento ya había sido abandonado, y significa muralla, en alusión a su muro perimetral de cinco metros de grosor y cinco puertas de acceso. Este sitio arqueológico pertenece al periodo posclásico entre 1200 y 1521; sin embargo posee elementos más antiguos, como la estela 1 que registra la

fecha 564 d.C.; así como otras estructuras que indican que entre 400 y 500 d.C. este lugar ya estaba habitado.

Otros atractivos son: la zona arqueológica de Cobá, Pueblo de Tulum, Zona Maya, Biosfera de Sian ka'an, Xelha, Caleta Tankah, Cenote Park, Aktun Chen, Cenote Dos Ojos, Punta Allen y más al sur la laguna Chunyaxché y la zona arqueológica de Muyil.

Tulum cuenta con diversos ecosistemas, entre ellos el costero, las selvas, la red de ríos subterráneos, así como los cenotes y cavernas, combinado a la enorme riqueza cultural maya que le dan un carácter único. Por lo que el Desarrollo, tanto urbano como turístico, debe ser sostenible para que se conserven estos recursos naturales.

Akumal, la bahía de las tortugas es un atractivo turístico muy importante para el municipio de Tulum. Es una zona de residencias privadas y pequeñas bahías donde es posible avistar tortugas en su hábitat natural. Actualmente existen restricciones para el nado con tortugas porque el sobre turismo ya estaba alterando el comportamiento de estas.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Tulum tiene el potencial turístico de ser un destino de larga estancia para viajeros estacionales, destino para luna de miel y bodas, así como para turismo holístico, contemplativo, de naturaleza y de bienestar y armonía. En la carretera estatal que conecta Tulum con Cobá se han establecido una serie de fraccionamientos que buscan promover las viviendas sustentables, en terrenos que conserven la mayor parte de su cobertura vegetal

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Se tienen detectados 570 cenotes interconectados, que acumulan más del 80% de las cavernas sumergidas exploradas en el estado.

El sistema Sac Actun, con 347 km de largo, es la cueva sumergida más grande del mundo. Cuenta con 248 cenotes y 130 hallazgos arqueológicos Maya y 68 restos paleoarqueológicos. A este sistema se suman Oxbel Ha con 172.3 km y su ramal Dos Ojos, con 62.2 km explorados, lo que da como resultado al río subterráneo más largo en el mundo.

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

##### Zona hotelera Tulum-Boca Paila: Medio-Alto

Es necesario mejorar el ordenamiento urbano; la zona ya presenta una saturación vehicular y de transeúntes importante, reduciendo los niveles de satisfacción de los visitantes. Los centros de consumo invaden el área peatonal, la cual además no está del ancho necesario para que peatones transiten sobre ella.

Los hoteles no tienen cableado eléctrico, así que generan la electricidad de sus refrigeradores y aires acondicionados usando generadores de gasolina.

##### Zona Centro: Medio-Alto

Se cuenta con hoteles y restaurantes para cubrir la demanda turística pero los hoteles y los restaurantes requieren integrarse a la red de drenaje y contribuir a la gestión de residuos del destino, reduciendo, reciclando y separando sus residuos orgánicos pues el área de depósito de residuos sólidos de Tulum está excedida en su capacidad.

Se pueden encontrar 308 hoteles y hostales; 1035 casas de alquiler vacacional y 220 restaurantes.

## PERFIL DEL VISITANTE

De acuerdo con el Perfil y Comportamiento del Turista Tulum Enero-Marzo 2018, elaborado por la Secretaría de Turismo de Quintana Roo, se puede señalar que:

*Tabla 79 Perfil del Visitante, Tulum*

Categoría	Respuesta	Porcentaje
<i>Procedencia</i>	Europa	31.7%
	Canadá	27.1%
	Estados Unidos	24.6%
	México	9.9%
	Latinoamérica	5.3%
	Resto del mundo	1.4 %
<i>Edad del Visitante</i>	30 a 39 años	24.4%
	20 a 29 años	23.3%
	40 a 49 años	17.4%
	50 a 59 años	13.7%
	menores de edad	13.2%
	60 o más años	8.4%
<i>Motivación para viajar</i>	amigos/familia	56.8%
	visita anterior	27.8%
	otros motivos	15.4%
<i>Veces que ha visitado el destino</i>	primera vez	52.1%
	segunda vez	18.2%

<i>Estancia promedio</i>	tercera vez	11.4%
	más de 4 veces	18.2%
<i>Tamaño del grupo</i>	Estancia promedio	6.6 días
	Tamaño del grupo	2.5 personas
<i>Acompañantes</i>	en pareja	50.7%
	en familia	25.7%
	con amigos	10.1%
	solo	13.5%
<i>Tipo de paquete vacacional</i>	todo incluido	28.5%
	por separado	36.5%
	paquete avión y hotel	19.1%
	sin paquete vacacional	2.8%
<i>Forma en que adquirió el viaje</i>	Agencia online	25.0%
	Agencia de Viajes	22.4%
	Web aerolínea	23.5%
	Buscador	16.9%
	Web hotel	4.8%
	Vía telefónica	3.3%
	Tiempo compartido	2.6%
<i>Razón del viaje</i>	Sol y Playa	86.4%
	Luna de miel	3.8%
	Cultura Maya	3.8%

<i>Tipo de hospedaje</i>	Visita Familiar	3.1%	
	Boda	1.7%	
	Negocios	0.6%	
	Otros	0.3%	
	Hotel	82.8%	
	AirBNB	6.3%	
	Tiempo compartido	3.5%	
	Sitios web	2.2%	
	Casa de amigos	1.8%	
	Casa propia	1.5%	
	Renta Vacacional	1.2%	
	<i>Pernocta en otros destinos</i>	Porcentaje de turistas	13.0%
		Estancia promedio	3.3 noches
<i>Distribución de pernocta en otros destinos</i>	Mérida	5.1%	
	Holbox	2.7%	
	Valladolid	1.7%	
	Bacalar	1.7%	
	Cancún	1.0%	
	Cozumel	0.7%	
	Chetumal	0.3%	
	Isla Mujeres	0.3%	
<i>Estancia en otros destinos</i>	1 noche	14.3%	

*Excursiones*

2 noches	28.6%
3 noches	28.6%
4 o más noches	28.6%
Zonas	81.5%
Arqueológicas	34.6%
Cenotes y cavernas	27.4%
Actividades acuáticas	18.5%
Parques	11.0%
Recreativos	8.6%
Ecoturismo	1.0%
Ciudades cercanas	
Entretenimiento	

TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

Estancia promedio de 6.6 días, en grupos de 2.5 personas.

RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Instalar electricidad en la zona turística. así como la red de drenaje, alcantarillado y solucionar el problema de la mala gestión de residuos sólidos. Regular y sancionar a los constructores de vivienda, hoteles y otro tipo de edificaciones que no respeten uso de suelo, densidad, y no instalen sus propios sistemas de saneamiento.

La zona turística está saturada de afluencia vehicular, no cuenta con banquetas, estacionamientos, Ciclopista, reductores de velocidad, señalamientos de tránsito ni espacio físico para el ordenamiento urbano.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

Ecológica Medio/ambiental: falta de electricidad, drenaje, tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos en la zona turística. Falta de drenaje, tratamiento de aguas residuales y residuos sólidos en toda la ciudad.

Física: Falta de espacio en la zona turística. La única vía de acceso a la zona turística es muy angosta y con demasiado tráfico vehicular.

Socio-Perceptual: La gentrificación ha reducido las zonas residenciales accesibles a la población local. La mayoría de la gente que trabaja en el turismo solo es en los estratos más bajos de servicio, como limpieza y jardinería sin opciones de crecimiento laboral o mejores salarios. Faltan servicios educativos y de salud en la población.

Económica: sólo el 8% de la población residente en Tulum percibe más de 5 salarios mínimos al mes. La mayoría de

los habitantes viven en asentamientos irregulares sin posibilidad de mejorar su patrimonio.

Psicológica: La zona turística fue mal planeada, construida de forma irregular sobre los manglares, sin acceso a servicios, saturando el espacio y causando una sobre densidad. El concepto *Barefoot luxury* se ha perdido, y quedó como gancho publicitario pues los hoteles no son compatibles con este segmento. No hay energías limpias, no hay saneamiento, no hay respeto a la naturaleza, e incluso se han presentado fraudes en la venta y reventa de lotes y predios. Las invasiones de gente viviendo en terrenos irregulares a espaldas de la zona turística y la zona centro demeritan toda la derrama económica que el turismo debiera generar a este municipio.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

Localidades: Lo conforman 17 comunidades entre las que destacan Akumal, Ciudad Chemuyil, Macario Gómez, Francisco Uh May, Manuel Antonio Hay, Cobá, Chanchén Primero, San Juan, SahCab-Mucuy, Hondzonot Yaxché, Chanchén Palmar, San Pedro, Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y Tulum.

La zona Maya está constituida por pequeños poblados indígenas que mantienen sus tradiciones y su cultura viva; su principal actividad económica es la agricultura de autosustento, la construcción de palapas, la fabricación de artesanía y la elaboración de muebles rústicos de maderas tropicales.

La zona Riviera está formada por localidades de personas que migraron al municipio en busca de trabajo en la industria turística; algunos se consideran poblados de apoyo de los desarrollos hoteleros que se ubican frente a la costa. La localidad de Akumal, del lado costero, se caracteriza por ser lugar de residencia de una población extranjera; mientras que su poblado de apoyo al otro lado de la carretera conglomerada a los habitantes mexicanos. Ciudad Chemuyil surge como un proyecto de ordenamiento urbano para ofrecer vivienda social a los habitantes de estos poblados.

La zona de Transición se considera al grupo de 5 localidades que se encuentran entre la zona Maya y la ciudad de Tulum; siendo estas San Juan, Cobá, Macario Gómez, Manuel Antonio Hay y Francisco Uh May y se han convertido en paso de miles de turistas en tránsito hacia Cobá, Valladolid y Chichén Itzá. En estas 5 comunidades se ha dejado atrás

la agricultura de autosustento para favorecer la venta de artesanías y lotes habitacionales en desarrollos eco-sostenibles; así como también trabajar en los desarrollos turísticos de la región.

La ciudad de Tulum se divide en tres zonas, la zona hotelera, la zona arqueológica y la zona centro. La zona hotelera se caracteriza por sus hoteles pequeños de estilo ecológico construidos con materiales perecederos de la región. No cuentan con servicio de tendido eléctrico así que deben generar su electricidad mediante la quema de combustibles en generadores eléctricos.

La zona centro consta de una avenida principal donde se desarrolla toda la actividad comercial, tiendas, restaurantes, estación de autobuses, bancos y el palacio municipal. La zona habitacional presenta un crecimiento desordenado y zonas irregulares producto de la invasión de tierras.

Resalta, como en otros polos turísticos de la Riviera Maya, una marcada división entre los espacios destinados a los visitantes, y los espacios disponibles para los residentes; lo que agrava la disparidad en infraestructura y servicios.

---

## ASPECTOS ECONÓMICOS

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tulum, la población económicamente activa es del 59.7% de los cuales 39.7% son mujeres y 70.3% son hombres. De la población que trabaja, el 28% se dedica al comercio, el 10% al turismo, 9% en la industria de la construcción, el 7% al transporte y el resto a actividades de gobierno, educación, salud y comercio informal. Los trabajadores turísticos realizan actividades de baja jerarquía laboral, caracterizadas por sus bajas remuneraciones. El 92% de la población en el municipio de Tulum percibe menos de 5 salarios mínimos mensuales, siendo la media entre 1.5 y 3 salarios mínimos al mes. La población no económicamente activa está compuesta por 50.1% personas dedicadas al hogar, 30.8% estudiantes, 2.1% jubilados, 1.1% discapacitados y 15.9% desarrolla actividades no económicas.

Los colaboradores turísticos tienen poca movilidad laboral, esto tal vez esté relacionado con su baja capacitación. Los ingresos de la población se destinan a la compra de alimentos, pago de servicios, gastos en educación de los hijos, renta de vivienda, compra de ropa y calzado. Cada

trabajador destina un promedio de 2,000 pesos al mes para trasladarse a sus centros de trabajo.

De la población total del municipio de 32,714 habitantes el 57% tiene hijos en edad escolar: el 47% entre uno y dos hijos, el 7% tres hijos y el 3% más de cuatro hijos; un 5% de estos menores no asiste a la escuela por motivos de trabajo y falta de recursos económicos. el 8.1 por ciento de la población de quince años o más en el municipio es analfabeta, cifra superior a la media estatal que es del 4.8 por ciento y que sitúa a Tulum como región con mayor rezago en este rubro en la zona norte de la entidad.

En la ciudad se registran 32,714 hogares, de las cuales 24,929 tienen jefaturas masculinas y 7,785 con jefaturas femeninas.

En Tulum existe el 66% de población que se considera indígena, el 0.25% se considera afrodescendiente, el 34.41% de población es de 3 años y más que habla lengua indígena y el 6.09% de los habitantes de lengua indígena no hablan español. (SEGOB COESPO Q ROO, 2019), la lengua indígena predominante en la región es el maya yucateco

Grupos vulnerables: Los grupos vulnerables son, por un lado, la población de la zona maya cuyas carencias son del tipo económico, cultural, de vivienda, de educación, de fuentes de trabajo, etc., donde aún existe analfabetismo y grupos de personas que solo hablan la lengua maya, el 40% de la población del municipio radica en esta zona, son personas que aún conservan las tradiciones y que está seriamente amenazada por una planeación de un desarrollo mal enfocado en el municipio. Por otro lado están los habitantes de Punta Allen dedicados en su forma de vida a la pesca y pues su vulnerabilidad solo se enfoca en la temporada de huracanes, el riesgo se nota por lo alejado de la cabecera municipal y el estado físico del camino que lo comunica, la cantidad de pobladores fluctúa en las 800 personas. (SEGOB, COESPO, Q ROO, 2019)

---

#### SERVICIOS

Residuos sólidos: durante un día normal se recolectan alrededor de 180 toneladas de basura, a esto se llega a sumar hasta 50 toneladas en la temporada de fin de año que hacen un total de 230, en la que se ha llegado acumular inclusive 250 toneladas solamente en un día. Desechos que son depositados en tiraderos a cielo abierto.

No hay servicio de drenaje o alcantarillado. La conexión eléctrica es insuficiente. La conectividad de agua potable es insuficiente.

No se cuentan con servicio de salud en la población a excepción de un centro de salud de atención básica.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Agua y Saneamiento: De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tulum, es crítica la ausencia de infraestructura pública para la deposición de aguas negras, éstas son desechadas en su mayoría por fosas sépticas o sumideros. existe un rezago importante en agua entubada al interior de las viviendas, drenaje, condiciones del piso, donde hay pocos bienes materiales, no hay energía eléctrica, entre otros, y eso evidencia condiciones marginales de la población, pese a que ésta se avoca a prestar sus servicios de trabajo, directa o indirectamente al sector turístico.

De acuerdo con la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) el municipio de Tulum cuenta con tres plantas de tratamiento, una ubicada en Akumal, otra en Chemuyil y una más en Tulum. Las plantas de tratamiento de Chemuyil y Tulum están en proceso de rehabilitación y la

de Akumal tiene un proyecto de ampliación a 40 lps. En total, se tiene una capacidad instalada de 155 lps y se reciben 35.56 lps. El sistema de tratamiento a nivel municipal recibe un total anual de 1,084,373.00 m<sup>3</sup>. (Sánchez, 2019)

Residuos sólidos: No se cuenta con Relleno Sanitario; ya van dos tiraderos a cielo abierto que saturan su capacidad y el problema de la basura sigue sin disminuir.

Vivienda: Las viviendas predominantes en la ciudad de Tulum son unifamiliares, con paredes de bloques de concreto y madera, techo de losa, de lámina acanalada o de cartón; en las áreas urbano-rurales las paredes de las viviendas son de madera o bajareque con techo de guano. Debido a la sobrevaluación de las tierras se ha limitado el desarrollo habitacional, puesto que esto origina un encarecimiento del producto final de vivienda haciendo un negocio no redituable en cuanto desarrolladoras de vivienda de interés social, en respuesta a este fenómeno de carencia de vivienda ante un alto índice de crecimiento poblacional ha dado origen a la construcción o adaptación de viviendas (cuarterías) que alquilan cuartos con baño para los trabajadores eventuales que con un empleo seguro pasan de ser trabajadores de paso a habitantes o residentes y esto

conlleva a un déficit en cuanto a vivienda se refiere, de igual manera se ha notado la construcción de pequeños hoteles y hostales en el centro del pueblo, acrecentando las necesidades básicas de agua, saneamiento y recolecta de basura.

Salud: es evidente la falta de infraestructura y servicios de calidad que atiendan la salud local. Hay módulos de Salud en Tulum, Cobá, Chemuyil y Punta Allen. También en Tulum existe un hospital urbano de reciente construcción el cual todavía no cuenta con equipo ni con personal médico, también existen 3 clínicas particulares que prestan sus servicios a costos muy elevados.

Educación: El 55% de los padres de familia refiere insuficiencia de escuelas en todos los niveles para cubrir la demanda de la población local; en el nivel medio hay escasez de cupos, falta generalizada de capacitación en la planta docente y por otra, falta de instituciones públicas de nivel superior

Zona turística: No cuenta con cableado eléctrico y generan su electricidad a partir de la quema de combustibles en generadores de gasolina.

---

## MANTENIMIENTO

Las viviendas no cuentan con drenaje, faltan conexiones de agua potable al interior de las mismas, la gestión de residuos no es la adecuada. En la ciudad de Tulum la mayor parte de las calles está sin pavimentar y presenta hundimientos, y erosión después de lluvias.

---

## NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

El Plan de Desarrollo Urbano Tulum 2006-2030 establece que:

- Establecer claramente una zona de captación de agua potable con su respectiva zona de reserva y protección cuando menos a 5 km de la ubicación actual de los pozos, rumbo a la localidad de Cobá, con la finalidad de evitar asentamientos humanos cercanos y el desarrollo de proyectos que no garanticen la seguridad de la calidad de las fuentes de abastecimiento.
- para el desarrollo de proyectos hoteleros y recreativos (parques, campos de golf, etc.), se deberán efectuar estudios geofísicos, geohidrológicos, hidrológicos y agro-climatológicos que permitan en su conjunto demostrar la factibilidad para su establecimiento

mediante el aprovechamiento de agua salada y/o salobre.

- se deberán proteger las zonas de ríos subterráneos y/o cavernas existentes, garantizando su preservación y permitiéndoles que reciban los volúmenes adecuados que garanticen su sustentabilidad y se deberá promover la potabilización adecuada del agua utilizada en los diferentes proyectos.
- Se deberá contar con red de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales e invariablemente, todos y cada uno de los proyectos deberán estar conectados al sistema de drenaje y saneamiento. Los que por causas diversas no cuenten con estos servicios, deberán incluir en su conjunto de obras el establecimiento de un sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales con nivel secundario avanzado. Asimismo, las aguas tratadas bajo el esquema de saneamiento citado deberán ser reutilizadas en el mayor porcentaje posible, particularmente en riego y promover su reutilización en servicios.

- La disposición final de las aguas tratadas que no se reutilicen, se deberá canalizar a pozos de absorción con una profundidad total media de 80-120 metros, cuyos puntos de descarga serán aquellos donde las condiciones de calidad del agua del cuerpo receptor cumplan lo establecido por la autoridad competente. Atención similar se les deberá otorgar a los pozos de absorción de aguas pluviales, los que invariablemente deberán cumplir con lo establecido por la autoridad competente.
- Un mal manejo de los acuíferos puede provocar el deterioro de la calidad del agua, por contaminación o por intrusión del agua marina. Por ello, es imperativo imponer el cabal cumplimiento de disposiciones para su preservación.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

Superficie: 2,040.94 km<sup>2</sup>

Localización: Coordenadas: 20°13'00" lat. Norte 87°28'00" Long. Oeste.

Límites geográficos: Situado en la parte centro-norte del estado, limita en la parte norte con el municipio de

Solidaridad, en la parte sur con el municipio de Felipe Carrillo Puerto, al este con el municipio de Valladolid, en Yucatán y al oeste con el mar Caribe.

Altitud: en promedio 5 metros sobre el nivel del mar.

Localidades: Tulum y Akumal, además del pequeño asentamiento de pescadores en Punta Allen. En la parte de la costa. Las poblaciones rurales de Akumal Pueblo y Ciudad Chemuyil fungen como localidades dormitorio para los trabajadores de la zona turística. La zona maya comienza con los tres poblados de transición sobre la Carretera Tulum-Cobá, Macario Gómez, Francisco May, y Manuel Antonio Ay. La Localidad de Cobá es la comunidad maya más grande de la zona. Además, se encuentran las pequeñas comunidades mayas de San Juan, Chanchen Palmar, Sahcab Mukuy, Hodzonot y Yaxche.

Geología: los estratos geológicos datan de la época Terciaria, Plioceno y Mioceno, caracterizándose por presentarse como Coquinas, Calizas y Calizas Arcillosas. Pertenecen a la formación Felipe Carrillo Puerto; y son identificadas por su Permeabilidad; pudiéndose clasificar el acuífero como mio-pliocénico. Las rocas calcáreas presentan un echado casi horizontal y forman parte de un

gran banco calcáreo que descansa en un basamento metamórfico del Paleozoico. Potencialmente es importante el agua subterránea almacenada en las rocas calcáreas terciarias. Los suelos lateríticos, acumulados como residuo de la disolución de las calizas, carecen de importancia económica ya que solo tienen unos cuantos centímetros de espesor, es muy alto su contenido de sílice y muy bajo el de aluminio (Bonet, et al 1963, citados por PMD Tulum 2018-2021).

Edafología: suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas; predominan las rendzinas, que son suelos muy someros, por lo regular con espesores menores de 30 cm, reposando sobre el material calcáreo, con más de 40% de carbonato de calcio; con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15%. En algunas partes las rendzinas se asocian con litosoles de textura media y alta permeabilidad. Estos suelos presentan abundante pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea, son suelos que varían en color de café claro a casi negro, con textura arenosa con 10 a 30% de arcilla y presentan un buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas (INEGI, 2002).

Hidrología: Región Hidrológica No. 33 (Yucatán Este) en los límites con la Región Hidrológica 32 (Yucatán Norte). En esta zona, no se encuentran escurrimientos superficiales de importancia y los que existen son de régimen transitorio, bajo caudal, muy corto recorrido y desembocan a depresiones topográficas. El acuífero es de tipo freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura el acuífero presenta notable desarrollo kárstico, a lo que se debe su gran permeabilidad secundaria, a la vez cuenta con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño) y formación de “ríos subterráneos” (cavernas) de grandes longitudes.

Especial atención merece el acuífero en las zonas donde los procesos geoquímicos han formado conductos de disolución para conformar los denominados “ríos subterráneos” que dan origen a cavernas y domos subterráneos. Su formación se origina por la acción geoquímica del agua con el contacto de los carbonatos y bicarbonatos del subsuelo; esto hace que sean la parte más susceptible a contaminación, por lo que se tienen que aplicar medidas que permitan conservar sus condiciones naturales, ya que tienen un extraordinario

valor ambiental por sus especiales configuraciones de cenotes y corrientes

subterráneas y por su gran belleza como sitios de turismo ecológico especialmente para el buceo. Las investigaciones en curso han apuntado a señalar que el sistema de ríos subterráneos de esta región podría ser uno de los más largos del mundo. Actualmente se tienen detectados dos subsistemas que cruzan por las cercanías de la localidad: Ox-bel ha en la parte norte y Sac-Actun en la parte sur.

Fisiografía: El Estado de Quintana Roo está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, subprovincia Costa Baja; se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel medio del mar.

Clima: La precipitación media anual es de 757 mm, alcanzándose un valor máximo de 1,365 mm, el mes más lluvioso es octubre con 142.4 mm en promedio y el más seco marzo con 18.6 mm en promedio. Las lluvias de invierno representan un 25 % del total y son originadas por los “Nortes”. Las temperaturas registradas indican que la Temperatura Máxima Extrema es de 37.3 °C, la Temperatura Mínima Extrema de 4.4 °C y el valor de la

Temperatura Media es de 25.2°C. En lo referente a la evaporación, se tienen valores promedio del orden de 889 mm.

Eventos climatológicos extraordinarios: Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical y afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico. Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje.

Vegetación: el 85% del territorio es Selva Mediana Subperennifolia. Registros sobre la flora que circunda a la zona arqueológica de Coba, hacen mención de algunas otras especies sobresalientes, como son la ceiba, el balché, el palo de corcho (*Anona glabra*), entre otras. El 2.39% es

Selva Baja Subcaducifolia El suelo es somero, calizo, con poca materia orgánica.

Flora: Las especies más representativas son la palma kuka, el chechén, el jabín, la palma chit, el dziu che, entre otras. En la zona entre la carretera federal y la línea de costa se encuentra la zona de Humedal. La vegetación está conformada por Zacates del tipo de *Cladium jamaicense* y mangle mixto chaparro con la presencia de las 4 especies de manglar. También hay Matorral costero; vegetación caracterizada por la presencia de especies arbustivas y herbáceas (rastreras), son especies resistentes a los cambios bruscos de salinidad, humedad y a los fuertes vientos en la zona costera. En la zona existe una gran cantidad de palmas cocoteras así como palma Chit. Se reconoce la importancia de esta vegetación en la protección y en la estabilización de las playas arenosas de la zona, así como la vegetación terrestre posterior a ella.

Fauna: Entre los mamíferos mayores, cabe destacar la presencia en el estado de las cinco especies de felinos neotropicales: jaguar, puma, ocelote, yaguarundi, tigrillo. Destacan también el mono aullador o saraguato, el mono araña, venado cola blanca, venado temazate, jabalí de

labios blancos, jabalí de collar, Tepescuintle, sereque, taira, oso hormiguero, mico de noche. En lo que se refiere a las aves, hay más de 320 especies, entre las que destaca, además de las 70 especies de aves acuáticas, el tucán. En cuanto a reptiles, la lista aún no se encuentra recopilada, pero entre las especies destacan las tortugas terrestres y dulceacuícolas y la nauyaca.

Áreas Naturales Protegidas: El Parque Nacional de Tulum, creado el 23 de abril de 1981 mediante un decreto expropiatorio destinado a proteger una extensión de 6.6 km<sup>2</sup>, comprende un área de selva y manglares característica de la región, así como los sitios arqueológicos de Tulum y de Tankah, pertenecientes a la cultura maya. También se encuentra representada la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, de la cual las costas del municipio forman parte.

El Parque Nacional Tulum se encuentra en la Riviera Maya, entre los kilómetros 179 y 183 de la carretera federal número 307 de Cancún - Chetumal. Tulum está sobre una zona rocosa de material calcáreo emergente del plioceno con material cálido al terciario, con sedimentos de origen marino. En la zona del cuaternario se caracteriza por presentar gran

cantidad de bivalvos y exoesqueletos de coral en ríos de litificación.

Esta Área Natural Las cualidades cársticas de la zona han generado en esta zona, una importante red cavernosa subterránea que expone cuerpos de agua en cenotes, formados a partir del colapsos de la bóveda cárstica más superficial. El suelo de esta zona se compone de tierra roja llamados k'ankab y chac luum que en época de lluvia generan zonas inundadas. Estas zonas se denominan akálches, que se secan y agrietan durante la época de secas. Además de estos existen zonas inundables como marismas y humedales. Este tipo de suelo genera altas posibilidades de drenaje subterráneo al nivel freático que se encuentra a 8 m como máximo. La superficie del Parque Nacional Tulum es parte importante del mantenimiento del sistema hidrológico Sac Actun.

Los cenotes son vastos en esta zona y contienen agua muy transparente, con alto contenido de carbonatos y un pH que varía entre 7.5 y 9.0. El clima es cálido subhúmedo con lluvias de verano y sequía entre diciembre a abril. Normalmente el mes de septiembre es el más lluvioso. La temperatura media anual es de 26°C.

Características biológicas: Los tipos de vegetación que se presentan en el Parque Nacional Tulum son selva mediana, humedal y ecosistemas costeros. Los humedales presentan especies como: mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*) y rojo (*Rhizophora mangle*). En la zona costera desarrolla vegetación del tipo matorral costero y las playas, vegetación halófila que crece en sustrato arenoso o rocoso. Entre las especies registradas en el PNT se mencionan 85 especies y 36 familias. Las especies más abundantes son arbóreas con 42 especies, seguidas de las herbáceas con 23 especies y arbustivas con 16 especies, las palmas son las menos abundantes con 3 especies. La vegetación en los ecosistemas costeros se compone de especies halófitas, en su mayor parte, rastreras y postradas que toleran ambientes con características físicas adversas como falta de sustancias nutritivas, fuertes corrientes de viento, exposición elevada al sol y a salinidad. Las especies más representativas de esta zona son mangle bordoncillo (*Conocarpus erectus*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), Lavanda (*Tournefortia gnaphaloides*) y tronadora (*Distichlis spicata*).

En la zona de dunas costeras, la vegetación puede alcanzar hasta 2 m de altura, con especies como el pantzil y *Coccoloba uvifera*, *Ipomoea pescaprae* y *Tournefortia gnaphaloides*.

Matorral costero. En esta sección, domina una alta densidad de formas arbustivas que tienen como sustrato suelo rocoso con mayor cantidad de materia orgánica y una pendiente menor. Se han registrado 16 especies representativas de 13 familias botánicas. En ella la asociación vegetal dominante está conformada por las especies de palma Chit (*Thrinax radiata*), Sakyab (*Gliricidia sepium*) y Siricote de playa (*Cordia sebestena*).

Manglar: En el Parque se presentan 209 hectáreas de humedales de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) junto con mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) que se desarrollan en zonas poco inundables y mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en zonas con mayor inundación.

Selva mediana subperennifolia: Abarca 337 ha y su estructura vegetal está compuesta de seis estratos: arbóreo alto que presenta como especies dominantes de zapote (*Manilkara zapota*), chacá (*Bursera simaruba*), la palma nacax (*Coccothrinax readii*) y el chechén negro (*Metopium*

*brownei*). Este estrato es el que mayor cobertura presentó, arbóreo bajo, epífita, herbáceo, representado en esta zona por pañuelos (*Bromelia aisodes*), bobotum (*Anthurium schlechtendalii*) y el chit (*Thrinax radiata*) arbustivo.

En el ecotono o zona de transición de la selva al manglar domina la familia de las palmas,

particularmente *Thrinax radiata* y *Pseudophoenix sargentii*, así como el chicozapote (*Manilkara zapota*). De igual forma, el ecotono presenta otras especies de importancia ecológica y comercial como nacax (*Coccothrinax readii*), *Conocarpus erectus*, orquídea (*Enciclia alata*) y orquídea de manglar (*Mirmecophyla tibicinis*), entre otras. Especies consideradas en la Norma Oficial Mexicana 059.

En el Parque Nacional Tulum se encuentran diez especies representativas de siete familias que están consideradas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. Siete de estas especies están bajo protección especial y tres amenazadas. Tres de ellas son consideradas especies endémicas.

Protección especial: La fauna del Parque Nacional Tulum es considerada del tipo neotropical. Entre los mamíferos más destacados que aún es posible encontrar dentro del Parque destaca el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*L. weidii*) y el leoncillo (*Herpailurus yagouarundi*), así como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado temazate (*Mazama americana*) y el pecarí de collar (*Pecari tajasu*). Los mamíferos medianos y pequeños más comunes son el mapache (*Procyon lotor*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el coatí (*Nasua narica*), el sereque (*Dasyprocta punctata*), el tepezcuintle (*Agouti paca*), así como ratones de campo y ardillas; por la noche abundan los murciélagos, entre los que se encuentran los géneros *Artibeus*, *Centurio* y *Carollia*; mono araña (*Ateles geoffroyi*), oso hormiguero (*Tamandua mexicana mexicana*) y el puerco espín (*Coendu mexicanus*) en las selvas medianas del Parque. Se registraron 43 especies correspondientes a 19 familias. Once de las familias se encuentran protegidas dentro de algún estatus de protección a nivel nacional e internacional. La NOM-059- SEMARNAT-2010 protege 10 especies, tres catalogadas como Sujetas a Protección Especial, cuatro como Amenazadas y tres en Peligro de Extinción. En el CITES están protegidas cinco especies y

tres en el Libro Rojo de la UICN. El Parque cuenta con cinco especies endémicas a Mesoamérica y una especie endémica a México. Los mamíferos mayores como el jaguar, puma y tapir han desaparecido de la zona debido a la cacería y la disminución y fragmentación del hábitat.

El Parque Nacional Tulum funciona como sitio de paso de algunas aves migratorias que se dirigen hacia la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an durante el invierno, provenientes de Estados Unidos y Canadá. Además, se considera que la zona de la Península de Yucatán es la segunda en abundancia de especies confinadas, con especies propias de selvas medianas y bajas, así como especies vadeadoras, como garzas que se encuentran en los humedales. Entre las especies de selva más frecuentes están los pericos (*Amazona spp.*).

En alguna categoría de protección (ECOSUR-CONANP, 2007) se registraron: *Aratinga nana* (Pr); *Amazona xantholora* (Pr) y *Ramphatos sulfuratus* (A). Así mismo se registraron dos especies endémicas para la península de Yucatán: *Amazona xantholora* y *Cyanocorax yucatanicus*. A lo largo de toda la costa se pueden observar aves como el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), la fragata (*Fregata*

magnificens), diversas especies de garzas como la garza blanca (*Egretta sp.*) que utilizan la zona costera como sitio de alimentación, pero que anidan y se refugian en el humedal. También es frecuente observar aves rapaces como el halcón negro (*Buteogallus anthracinus*), el águila pescadora (*Pandion haeliatus*), el milano plumizo (*Ictinea plumbea*) y el zopilote cabeza negra (*Cathartes aura*).

Los reptiles están representados, particularmente, por lagartijas, iguanas grises (*Ctenosaura similis*) e iguanas verdes (*Iguana iguana*), nauyaca (*Bothrops sp.*) y de boa (*Boa constrictor*). Más del 50% de especies de herpetofauna se encuentran en categoría de conservación de acuerdo a la NOM-059

Los anfibios presentes incluyen a diversas especies de ranas acuáticas, arborícolas y terrestres, principalmente *Hyla microcephala*, *Phrynohyas venulosa*, *Scinax staufferi*, *Smilisca baudinii* e *Hypopachus variolosus*. su parte, la zona intermareal cuenta 74 especies y cinco tipos (Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata y Chordata). Los moluscos de especies *Nodolittorina angustior* y *Nodolittorina tuberculata* son el grupo taxonómico dominante.

En cuanto a las algas, se encontraron 21 especies en tres divisiones y nueve familias. Las especies dominantes incluían *Acanthophora spicifera* y *Laurencia sp.*

Destacan 212 especies de mariposas diurnas, pertenecientes a las superfamilias papilionoidea y hesperioidea.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

Aunque el Parque Nacional Tulum es reconocido como un Área Natural Protegida desde 1981; su plan de manejo no ha sido publicado.

El terreno que utilizaban como tiradero a cielo abierto quedó gravemente impactado con los residuos sólidos que se acumularon.

El Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de Tulum, (Sedatu 2019) señala que, de acuerdo con las investigaciones realizadas por Beddows (2006) en la zona del Sistema Ox Belha, ha permitido la visualizar la vulnerabilidad del manto acuífero, y unidades subyacentes, a la contaminación; debido a que el agua residual que se genera en centros turísticos y urbanos a lo largo de la Riviera Maya es descargada en pozos profundos de 60 m o más.

Pese a que no se ha comprobado, se presupone que existe la posibilidad de que dichas descargas suban y se mezclen con los flujos rápidos de agua salina debajo de la zona de mezcla; en pleamar las aguas residuales pueden ser transportadas en los pozos de captación de agua potable ubicados a unos cuantos kilómetros de la costa mientras que durante la bajamar son rápidamente descargadas a lo largo de la costa a través de los conductos. (PMOTEDUS, 2019 p. 55)

---

#### MOVILIDAD URBANA

No se cuenta con servicio de transporte público a excepción de taxis y taxis foráneos compartidos. En Tulum hay una terminal de autobuses foráneos. La infraestructura para ciclistas es insuficiente.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Tulum se llega por la carretera federal que conecta Chetumal con Cancún, así como la carretera estatal Cobá-Tulum. No cuenta con servicio público concesionado ni transporte urbano, pero sí tiene transporte en modalidad suburbano y foráneo. Cuenta con una estación de autobuses de pasajeros, sitios de taxi y renta de autos.

---

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

También es necesario pavimentar las calles y construir banquetas.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 24 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf),

equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 25 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y

planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la

infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas

que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

---

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Quintana Roo

- Plan Municipal De Desarrollo De Tulum 2018-2021

---

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

---

##### Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	52%
Mujeres	48%
Población Indígena	55,02%
Menores de 15 años	27,6%
Población de 15 a 65 años	70,38%
Mayores de 65 años	2,02%

---

##### Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	59,7%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	59,49%
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	30,28%
índice de desempleo	1,8%.

---

Pobreza y Rezago	
Población en pobreza:	32,2%
Población vulnerable por carencias:	58,2%
Turistas con pernocta** Ene-Dic 2018	
Cuartos Disponibles	7.129
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	80,61
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	760,110
Estancia promedio	5,85
Densidad Promedio por habitación	2,06

CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 100,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos

El tiradero a cielo abierto ha colapsado.

Capacidad de Manejo Turístico RSU = bajo

Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 172.5 lps.

Caudal Tratado: 25.1 lps.

Aguas Residuales generadas por la población: 5,234 m3 al día-

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio cuenta con 5 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Capacidad de Manejo Población Local = Medio, falta conectar al drenaje las viviendas irregulares.

Agua Potable:

El consumo de agua potable del municipio es de 6,542.80 m3 al día

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

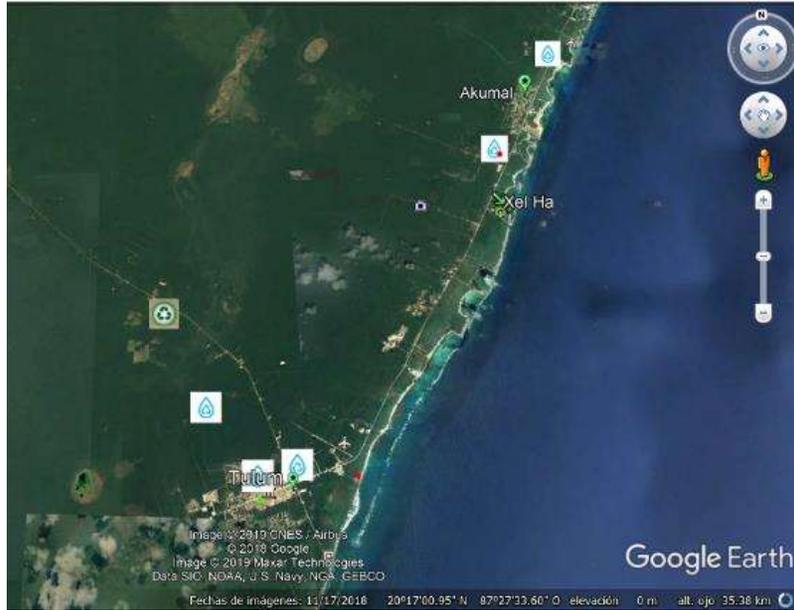
1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 66

- Gerentes y directivos: 4
- Administrativos y contables: 23

- Técnicos y operativos: 39
2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 19 pozos y 3 canales o drenes
  3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca y mar.
  4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 55.6%
  5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 100,510 kg.  
Tipo de recolección: No selectivo (100%)
  6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 7 vehículos.
    - Con compactador: 7
    - Con caja abierta: 0
  7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 79%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:
  - Recolección y disposición final.
9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:
  - Mujeres: 41
  - Hombres: 43

UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO,  
TULUM.



ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 80 Numeralia por Localidad: Tulum*

Población al 2015	32,714
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	7,129
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	5,204,170
Densidad promedio por habitación (estimado)	2.06
Ocupación promedio (estimado)	80.61%
Turistas noche 2018 (Total anual)	Sin datos
Excursionistas INAH 2018	2,189,536
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	5,999
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	99.1%
Conectividad doméstica al drenaje	96.8%
Capacidad de Recolección de RSU	95.6%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	41.2%

*Tabla 81 Capacidad de Manejo: Tulum*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Tulum	48	77.5	99.1	97.17

*Tabla 82 Capacidad de Carga Efectiva: Tulum*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Tulum	55,041	52,277	97.17	50,796

Con una capacidad de manejo del 97.17%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 50,796 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxxiii</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Tulum	2,000	3	9	2.0	20	4	60	64

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Z.A. Tulum	5	31	625	4	1	3,000	333

\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que recorre la zona arqueológica.

Se calcula que 333 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

.

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Tulum no tiene infraestructura turística en su zona ejidal ni en la zona maya.

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

En Tulum no está superada la capacidad de carga aunque se está llegando al límite espacial para nuevas construcciones. La zona hotelera sí presenta saturaciones en tránsito vehicular y densidad de construcciones por km<sup>2</sup>.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Zona Arqueológica de Tulum, Zona Hotelera a Bocapaila, Nado con Tortugas en Akumal.

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

Mientras no se disponga de tratamiento de aguas o gestión de residuos, toda capacidad de carga en este municipio está excedida. Según el Plan municipal de Desarrollo de Tulum, El crecimiento demográfico y la actividad comercial y

turística concentran el uso de energía y recursos; mientras que la generación de desperdicios es tal, al punto en que los sistemas tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas. (p.29)

RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS

	Descripción	Localidad
	Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	Tulum
Justificación	Tulum se ha posicionado como un destino de bienestar, tanto para los visitantes como para los locales, quienes proceden de diversas partes del mundo y se han establecido en este lugar, formando familias biculturales, aprendiendo costumbres mexicanas y transmitiendo costumbres de sus lugares de origen. Estos nuevos pobladores buscan el equilibrio personal, interior y exterior, por lo que promueven inherentemente la salud y el bienestar y eso se ha convertido en un	

	atractivo de la localidad, que motiva a un sector de los viajeros a visitar Tulum.
Estrategia Principal	continuar con el camino recorrido de integración comunitaria mediante la organización de eventos locales de cultura, arte, recreación, esparcimiento, capacitación y educación ambiental, dirigidos a todo público y en puntos de reunión accesibles para la comunidad local; cuyo principal objetivo sea sensibilizar y concientizar a los participantes sobre la urgencia de modificar el estilo de consumo para preservar los recursos naturales.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.

- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios así como protección contra el crimen organizado.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.

El Plan de Desarrollo Urbano Tulum 2006-2030 establece que para el suministro de agua potable para consumo humano, se debe establecer claramente una zona de captación con su respectiva zona de reserva y protección cuando menos a 5 km de la ubicación actual de los pozos, rumbo a la localidad de Cobá, con la finalidad de evitar asentamientos humanos cercanos y el desarrollo de proyectos que no garanticen la seguridad de la calidad de las fuentes de abastecimiento. Para el desarrollo de

proyectos hoteleros y recreativos (parques, campos de golf, etc.), se deberán efectuar estudios geofísicos, geohidrológicos, hidrológicos y agro-climatológicos que permitan en su conjunto demostrar la factibilidad para su establecimiento mediante el aprovechamiento de agua salada y/o salobre. Asimismo, se deberán proteger las zonas de ríos subterráneos y/o cavernas existentes, garantizando su preservación y permitiéndoles que reciban los volúmenes adecuados que garanticen su sustentabilidad y se deberá promover la potabilización adecuada del agua utilizada en los diferentes proyectos.

El área en estudio deberá contar con red de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales e invariablemente, todos y cada uno de los proyectos deberán estar conectados al sistema de drenaje y saneamiento. Los que por causas diversas no cuenten con estos servicios, deberán incluir en su conjunto de obras el establecimiento de un sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales con nivel secundario avanzado.

Asimismo, las aguas tratadas bajo el esquema de saneamiento citado deberán ser reutilizadas en el mayor

porcentaje posible, particularmente en riego y promover su reutilización en servicios.

La disposición final de las aguas tratadas que no se reutilicen, se deberá canalizar a pozos de absorción con una profundidad total media de 80-120 metros, cuyos puntos de descarga serán aquellos donde las condiciones de calidad del agua del cuerpo receptor cumplan lo establecido por la autoridad competente. Atención similar se les deberá otorgar a los pozos de absorción de aguas pluviales, los que invariablemente deberán cumplir con lo establecido por la autoridad competente.

Las características climáticas, hidrogeológicas y fisiográficas del acuífero que lo hacen vulnerable a la contaminación y a la salinización, también permiten que estos fenómenos sean reversibles, mejorándose rápidamente la calidad del agua al cesar la causa que los produce; coadyuvando a esta recuperación la abundante recarga ocasionada por las altas precipitaciones y la rápida circulación del agua en el subsuelo a través de los conductos de disolución.

Un mal manejo de los acuíferos puede provocar el deterioro de la calidad del agua, por contaminación o por intrusión del agua marina. Por ello, es imperativo imponer el cabal

cumplimiento de disposiciones para su preservación, tales como:

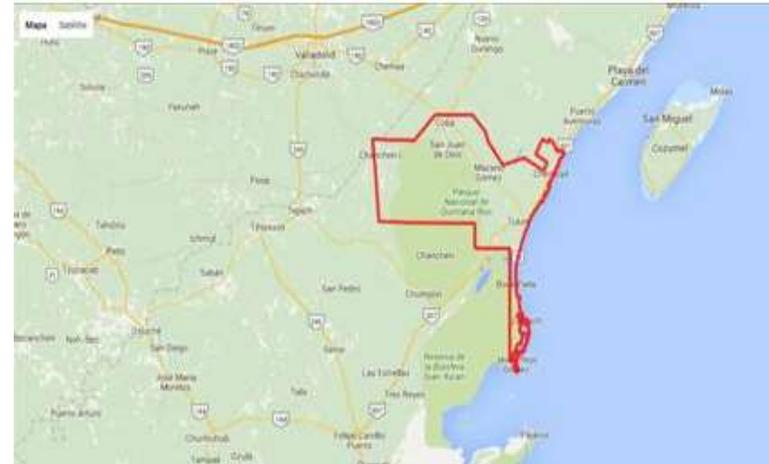
- Exigir el cumplimiento irrestricto de las condicionantes constructivas y operacionales establecidas en concesiones que se otorguen para el establecimiento de nuevas captaciones de agua.
- Relocalización de las captaciones que suministran agua para consumo humano.
- En el corto plazo, promover la realización de un programa tendiente a rehabilitar y dar mantenimiento a las fosas sépticas existentes.
- Para el corto, mediano y largo plazo, promover la construcción del sistema de alcantarillado y saneamiento.
- Establecer un control más riguroso para la verificación del cumplimiento de las condiciones de descarga de aguas residuales establecidas en las normas oficiales mexicanas (NOM).
- Evitar el emplazamiento de desarrollos que generen contaminación en la zona, particularmente en las inmediaciones de la zona de captación de agua potable.

- Para el establecimiento de proyectos constructivos en esta zona, se deben efectuar estudios de geofísica, geotecnia, mecánica de suelos y cimentaciones, tendientes a definir en su conjunto los estratos macizos que puedan soportar los pesos de las construcciones a establecerse. Asimismo, definir la capacidad de carga del suelo y el tipo de cimentaciones que garantice la estabilidad de las estructuras futuras, a la vez que las cargas que se apliquen no rebasen el soporte del techo de las cavernas, de tal forma que no existan derrumbes de techos en las mismas. Estudios de prospección geo-eléctrica para explorar en forma rápida y económica el subsuelo para apoyar la ubicación futura de perforaciones de estudio para la localización y dimensionamiento de cavernas y acuífero.

- Todos los proyectos deben cumplir, cuando menos, con los estudios anteriormente descritos de manera irrestricta, a fin de tener los conocimientos suficientes que permitan evitar los impactos generados por el desarrollo de instalaciones en las áreas donde se ubican los “ríos subterráneos” en la zona de estudio.

---

## MAPAS



*Ilustración 216 Municipio de Tulum*

LOCALIDAD: TENOSIQUE



*Ilustración 217 Tenosique. © Destino Tabasco*

ATRATIVOS TURÍSTICOS

- Carnaval de Tenosique y Danza del Pochó<sup>xxxiv</sup>: Sin duda Tenosique es un baluarte de tradiciones únicas; entre ellas que preserven los rituales que representan anualmente con la Danza del Pochó, que se ha logrado preservar desde tiempos precolombinos. Esta danza que congrega a cientos

de tenosiquenses orgullosamente ataviados como *Pochoveras*, si son mujeres, *Cojoes* si son hombres o *Tigres*, si son elegidos para representar a los jaguares. Como en otras danzas prehispánicas, la música ritual es sencilla y melancólica. En esta danza se enfrentan el bien y el mal, y se practica como parte de una ceremonia religiosa prehispánica anualmente durante el Carnaval de Tenosique.



*Ilustración 218 Balie del Pochó © H. Aytto. Tenosique*

- El sitio arqueológico de Pomoná, de la cultura maya (clásico tardío).

La Guía del Patrimonio Cultural y Turístico de las Rutas Culturales de Tabasco, de Conaculta, señala que en el transcurso de su historia política y militar, Pomoná, según se interpreta en los jeroglíficos, estuvo sujeta durante cierto tiempo al poderío político y militar de Palenque. Esta ciudad,

lo mismo que Panjalé, estaba situada en el inicio del Medio Usumacinta y desempeñó un papel importante en términos políticos y económicos, ya que servía como puerta de entrada al alto Usumacinta y a una importante porción del Petén, punto de acceso de los productos hacia la llanura costera. (Conaculta s/f)



*Ilustración 219 Sitio Arqueológico de Pomoná, Tabasco. ®*

Pomoná cuenta con un museo de sitio con cerámica policroma e información sobre la influencia que las ciudades estado Mayas de la zona ejercían unas sobre otras. En esta zona se disputaban territorio los señoríos de Calakmul Tikal, Piedras Negras, Bonampak y Palenque.

- Balnearios "El Tortuguero" ubicado a orillas del río San Pedro Mártir, conformado por una serie de albercas naturales ideales para practicar natación, y el balneario "El Chorrillo" ubicado en el rancho "El Tepezcuintle" en el ejido Adolfo López Mateos.



*Ilustración 220 Balneario Cascadas de Reforma ®*

- Los Playones en el río Usumacinta, formado por playas en las orillas del río Usumacinta, y el turismo de aventura que se realiza en el puente de Boca del Cerro y en los rápidos del Río Usumacinta, en el ANP Cañón del Usumacinta.

- Los sitios arqueológicos en Panjalé, San Claudio y Boca del Cerro. Según la Guía del Patrimonio Cultural y Turístico de las Rutas Culturales de Tabasco, la zona arqueológica de San Claudio, situada cerca de la laguna del mismo nombre y que proveyó de recursos a la población originaria, es notable por contar con 20 entierros funerarios de tradición maya; particularmente zoque.
- El sitio arqueológico de Moral-Reforma: Esta zona arqueológica pertenece al grupo de ciudades de la cuenca del Usumacinta, al igual que Pomoná, Palenque y Bonampak. Guarda similitud con Tikal, en Guatemala y con Río Bec, en Campeche. A pesar de que los datos históricos son muy escasos, se cree que su dinastía de gobernantes existió desde casi mil años antes de la llegada de los conquistadores. En una de sus estelas puede verse a un noble procedente del señorío de Piedras Negras, someter a un cautivo con un golpe de mazo; en otra estela se puede apreciar una ceremonia de coronación. (Conaculta, s/f)



*Ilustración 221 Z.A. Reforma*

- Balancán. En el vecino municipio, pero que comparte una misma identidad con el territorio de Tenosique, ubicándose también en los márgenes del río Usumacinta; en un área donde convergen otros ríos más pequeños y lagunas, donde se puede pescar especies como el robalo; además de ser hábitat de una variada fauna silvestre.



*Ilustración 222 Dique Maya en Río San Pedro®*

Esta área fue ocupada por olmecas y mayas, quienes dejaron vestigios en lugares como Moral-Reforma. El Río San Pedro fue intervenido por estas culturas hace miles de años, y a la fecha se pueden apreciar los diques precolombinos que regulan el flujo de las aguas.

Balancán cuenta con un museo arqueológico donde se exhiben cuatro estelas con glifos en su parte frontal, tres de las cuales se ubicaban en el juego de pelota en la Zona Arqueológica de Santa Elena. Además se muestran cuatro monolitos y dos discos procedentes de Moral-Reforma; uno representa el Calendario Maya y el otro es una piedra de los

sacrificios. El museo también exhibe muestras de cerámica, figurillas antropomorfas y zoomorfas, puntas de lanza, mapas, dibujos y fotografías y sellos mayas. (Conaculta, s/f)

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Tenosique tiene un gran potencial turístico para el segmento de circuitos y turismo de aventura, cuenta con una naturaleza imponente, y el grandioso río Usumacinta, así como el impasible Río San Pedro, en los que se pueden realizar actividades acuáticas como canotaje, competencias de velocidad, remo en rápidos y otras actividades relacionadas con el turismo de naturaleza. Estas actividades están enmarcadas en el proyecto Ríos Mayas.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

- Hospedaje en Cabañas Rústicas fuera de la ciudad
  - a) Fábrica de Quesos El Tío Rodo: Cuenta con seis cabañas en los jardines de una pequeña fábrica de queso a la orilla del río; se pueden comprar los productos recién elaborados en el mostrador y la estancia se vuelve una experiencia muy placentera. Cada cabaña cuenta con baño privado y aire acondicionado.



*Ilustración 223 alojamiento en la ribera del Río, Finca Don Rodo*

- b) Centro Comunitario Agroecoturístico Corregidora: Turismo alternativo en zonas indígenas Ejido Corregidora, Municipio de Tenosique, Tabasco. Servicios: Cabañas, Comedor, Palapa Hamaquera, Camping. Actividades: Senderismo, Cabalgata, Ciclismo de Montaña, Balneario Natural, Actividades Agroecológicas. Tienen un servicio de guía privado haciendo senderismo hasta llegar a la zona arqueológica de Piedras Negras, en Guatemala. Sitio ideal para turistas de naturaleza, y safaris fotográficos.



*Ilustración 224 Centro Ecoturístico Ejido Corregidora Ortiz*

- Área Natural Protegida Cañón del Usumacinta

Recorridos en lancha a motor o bote de rafting para remo en los rápidos de San José y San Joseíto. Visita el Centro de Educación y Capacitación Ambiental de Conanp en la Ribera Chiapaneca del Cañón; desde donde además se puede visitar el Manantial de Santa Margarita, que permite el descenso en rappel para posteriormente flotar hasta la desembocadura del río Usumacinta. El río Usumacinta, cuyo ancho promedio en esta zona es de 150 metros, es transitable a lo largo de varios kilómetros, y atraviesa el Cañón del Usumacinta entre paredes de 200 metros de altura.<sup>xxxv</sup>



*Ilustración 225 Actividades de Turismo de Aventura en Tenosique*



*Ilustración 226 Actividades de Aventura en ANP Cañón del Usumacinta, Tenosique.*

- Ríos Mayas<sup>xxxvi</sup>: Esta propuesta, de la Secretaría de Turismo del Estado de Tabasco, tiene como principal objetivo Utilizar la enorme riqueza cultural, natural y ambiental para atraer el turismo e impulsar el desarrollo socioeconómico de la región a través de destinos turísticos inteligentes.



*Ilustración 227 Propuesta Ríos Mayas © Secretaría de Turismo de Tabasco.*



*Ilustración 228 Kayak Challenge 2019 en Río San Pedro © Tabasco.gob.mx*



*Ilustración 229 Desafío Náutico Tenosique © Mas podio.com xxxvii*

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Tenosique cuenta con un Centro de Convenciones y un Malecón Turístico. Los eventos culturales y sociales que el municipio organiza atraen a miles de visitantes durante los eventos; sin embargo el municipio no dispone de la suficiente infraestructura hotelera por lo que los visitantes solo visitan Tenosique por un par de horas antes de continuar su camino. De acuerdo con el diagnóstico realizado para el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Tenosique, en el Anuario Estadístico de Tabasco 2017, los centros de consumo de alimentos y bebidas en el municipio en 2016 fueron 32 establecimientos, entre estos 7 restaurantes, 16 fondas, 5 cafeterías y 4 centros nocturnos.

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 propone fomentar el turismo apoyando en la difusión de eventos y actividades acordes con las características naturales y tradiciones del municipio, como medio para atraer visitantes, además de impulsarlo como sede de encuentros y convenciones.



**03 y 04 agosto 2019**

**SAFARI FOTOGRAFICO FRONTERA SUR**  
Tenosique, Tabasco

**Programa 1: Aventura en 3 Chompas, Frontera Sur**

- 12:00 hrs. Salida de Tenosique hacia la comisaria de Compuquena 4750 de altura.
- Actividades de naturaleza guiadas con equipo certificado, seguridad y observación de aves.
- 14:30 hrs. Almorzo y actividad de investigación natural en campo.
- 17:00 hrs. Recorrido nocturno para observación de fauna en el Bosque con Sotomayor.
- 20:00 hrs. Salida hacia la ciudad de Tenosique.

**Programa 2: Aventura en los Cenotes del Usumacinta**

- 10:00 hrs. Salida de Tenosique hacia la comisaria de Compuquena 4750 de altura.
- 14:00 hrs. Comida de picnic en casita comunitaria de 30 mts. de altura, observación de aves, recorridos por los Cenotes y Grutas.
- 16:00 hrs. Salida hacia la ciudad de Tenosique.

**Incluye:**

- Transporte redondeo desde la Cd. de Tenosique con seguro de viaje.
- Alimentos y bebidas.
- Equipo para observación de aves especializados.
- Guías especializados.

**Costos:**

- Adultos: \$230.00
- Menores de 12 años: \$100.00
- Menores de 6 años: \$40.00

**Reserva:** \$10.00

**Reservación:** 961 96 22 21

**Informes y registro:** secretaria@ecoturismotab.com  
Tel: 961 96 22 21

**Organiza:** Ecoturismo Tabasco

**KAYAK CHALLENGE**

**Disfruta al Límite**

**03 y 04 agosto 2019**  
Balancán-Tenosique

**RÍOS MAYAS SAN PEDRO**  
KAAN JÁ, "La Serpiente de Agua"

**Premios Especiales**

- Primer Guía NOM 09 en completar la travesía
- Mejor fotografía durante el evento

**Distancias:**

- 45 Kilómetros (Balancán - Tenosique)
- 30 Kilómetros (Tenosique - Balancán)

**EVENTO GRATUITO**

**Informes:** Correo: [produccionturismo.tab@gmail.com](mailto:produccionturismo.tab@gmail.com)  
Tel: (993) 3-10-97-00 Ext. 5221

**TURISMO** **OCU** **SECTUR** **SEMAR** **SENER** **SENER** **SENER**

Ilustración 230 Estrategia de Eventos Turísticos en Tenosique

Infraestructura turística: Hay 9 hoteles registrados en Tenosique pero algunos están deteriorados. Destaca el hotel Cortés en la plaza del Ayuntamiento y el hotel La Roca. Sin embargo, existen opciones de alojamientos en cabañas rústicas equipadas con baño privado y aire acondicionado; seis en la entrada a Tenosique y seis más en un proyecto ecoturístico en el ejido Corregidora Ortiz; que tienen excelente potencial turístico; y se puede fomentar este tipo de alojamiento a la orilla del río en vez de en la ciudad.



*Ilustración 231 Ejemplo de Oferta de alojamiento en Plataforma Digital*

#### PERFIL DEL VISITANTE

Procedente de Villahermosa o Palenque en recorridos de excursión o circuito, principalmente parando a visitar la zona arqueológica de Pomoná; Hay un segmento de turismo de aventura, mayoritariamente local y procedente de Palenque, que visita Tenosique para realizar puénting y otras actividades ecoturísticas que necesitan detonarse y comercializarse mejor.

El motivo principal para visitar Tenosique es para asistir a sus eventos programados: El Carnaval, El Festival del Queso y La Feria.

Existía un segmento de turismo desde y hacia Tikal, pero actualmente ese segmento ya no se aprovecha, o los turistas compran este recorrido desde Palenque, y no generan derrama en Tenosique.

Actualmente el flujo migratorio de ciudadanos centroamericanos satura Tenosique de espacios de alojamiento, y en los lugares donde se les brinda asesoría, como las oficinas locales de ACNUR, la Agencia de las Naciones Unidas para la Atención de los Refugiados, las

largas filas de gente esperando atención impiden que los comercios de esa zona prosperen.

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

Media Jornada.

---

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

- Mejorar la oferta hotelera dentro del centro de Tenosique así como en zonas naturales, preferentemente detonando los proyectos ecoturísticos.
- Captar turismo desde Palenque que desee realizar recorridos y circuitos en la zona de Ríos Mayas.
- Promocionar la visita a las fábricas de Queso del municipio.
- Promocionar las actividades de turismo de naturaleza en Cañón del Usumacinta y diversificar la oferta y la infraestructura para atender a todo tipo de público, no solo al de aventura, ya que esto generará que segmentos más variados y numerosos decidan

visitar Tenosique, por su naturaleza, su cultura, su gastronomía o su aventura.

- Estando a hora y media de Palenque y en rumbo hacia Tikal y hacia Calakmul vía Balancán y los Ríos Mayas, pueden detonar un turismo de circuitos que convierta a Tenosique en su centro de operaciones.
- Capacitar a la comunidad local para migrar hacia opciones de agronegocios amigables con el medio ambiente.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

Ecológica Medio/ambiental: El relleno sanitario está deshabilitado, gestionan sus residuos en tiraderos a cielo abierto. Tienen una planta de tratamiento que sólo opera al 10% de su capacidad, por lo que el 90% de las aguas residuales son vertidas sin tratamiento. La cantidad de peces en el río ha disminuido drásticamente debido a factores antropogénicos y sobrepesca.

Física: no hay suficiente infraestructura de calidad para detonar el turismo.

Socio-Perceptual: Tenosique ha tenido auges y declives; actualmente parece repuntar con una mejor organización y administración municipal.

Económica: se requiere inversión para las áreas públicas recreativas, alojamientos y servicios sanitarios públicos para atraer visitantes.

Psicológica: la cercanía con la frontera con Guatemala, que actualmente presenta un conflicto de migración no regulada, además de los colaterales que están presentes en este tipo de escenarios, como el crimen organizado, y el tráfico de personas. De acuerdo con el diagnóstico elaborado para el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 el estado de Tabasco ocupa la cuarta posición a nivel nacional en delitos cometidos. En el municipio de Tenosique el robo ha aumentado un 58% y las violaciones un 169%; la violencia familiar ha aumentado 30%. (PMD 2018-2021:27)

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

La población ronda los 59.184 habitantes, de acuerdo con el Anuario Estadístico de Tabasco (2017) De acuerdo con lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Tenosique, el 8.76% de la población de Tenosique es

indígena, el 5.49% de los habitantes habla alguna lengua indígena, y el 0.22% habla la lengua indígena pero no español. El 22.5% de la población del municipio presenta rezago educativo; aproximadamente 9,468 habitantes. El 22.8% de los jóvenes entre 16 y 21 años de las zonas rurales y el 20.08% de las zonas urbanas ya presentan rezago educativo. El 80.9% de los jóvenes en el entorno urbano y el 83.9% de los jóvenes en el entorno rural interrumpieron sus estudios antes del bachillerato.

Equidad de Género: La participación de las mujeres es del 25% de la población económicamente activa. Al 2015 el 30% de los hogares contaban con una jefatura femenina, el 29.2% eran hogares familiares y el 41% eran hogares no familiares. El 33% de la mujeres del municipio ha sido víctima de violencia familiar. 18% de las mujeres son condicionadas económicamente por su pareja. 30% de las mujeres han sido víctimas de violencia psicológica. Las agresiones sexuales se han triplicado en dos años. De Octubre de 2018 a mayo de 2019 se denunciaron 241 casos de violencia física en la Dirección de Atención a las Mujeres de este municipio.

Seguridad Alimentaria: el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 señala que el 30% de los hogares tiene carencia por alimentación, representando 5,000 viviendas, la mitad de ellas en el sector rural y la mitad en el sector urbano. El 26% de los hogares en el sector rural han dejado de comer todo un día por no contar con los recursos para obtenerlo, el 34% no come carne ningún día de la semana. En el sector rural el gasto promedio mensual en alimentación es de \$1,500 pesos por familia. (PMD 2018-2021:90)

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

Concentra el 21% de la producción maderera del estado de Tabasco.

Uso de Suelo: Agrícola 5%, Pecuario 76%, Forestal 7%, áreas urbanas 12%.

Empleo y Productividad: Se tienen contabilizados cerca de 2000 establecimientos, de los cuales el 94% son microempresas. El sector con mayor participación económica son los establecimientos de comercio al por mayor (49%), alojamiento y preparación de alimentos (14.2%).

Agricultura: el municipio produce cerca de 63,557 toneladas de maíz en 35,000 hectáreas de superficie. Otros productos que se cultivan son la palma africana, la caña de azúcar, el plátano y el frijol. Miel se produce anualmente alrededor de 37 toneladas. El municipio ofrece servicios de mecanización con un equipamiento de cinco tractores con capacidad de cinco hectáreas al día, pero esta infraestructura resulta insuficiente para la demanda de este servicio.

Producción forestal: el municipio ocupa el segundo lugar estatal en producción de maderas preciosas. En 2016 se contabilizaron 2,213 m<sup>3</sup>, el 84.2% fueron maderas comunes y tropicales y el 15.8% maderas preciosas.

Ganadería: existe una asociación ganadera local, con 700 socios. El desarrollo de la actividad pecuaria abarca el 76% de la superficie total del municipio. El sector demanda 5,400 horas máquina para el desazolve de jagüeyes, pero la capacidad y equipamiento con que cuenta el municipio solo puede atender el 10.8% de esta necesidad.

Acuicultura: tiene potencial ya que se cuenta con 300 kilómetros de cuenca hidrológica del Río Usumacinta. El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 no establece las

cifras alcanzadas en años anteriores producto de esta actividad.

El municipio cuenta con una garita fronteriza con Guatemala que no está abierta a la importación o exportación de bienes de consumo por lo que se pierden oportunidades de comercio, ya que todos los bienes de exportación se deben enviar hasta Tapachula, Chiapas, para cruzar la frontera.

---

#### SERVICIOS

Educación y Escuelas: 18 escuelas presentaron alguna carencia de servicios básicos, principalmente suministro de agua y funcionamiento del servicio sanitario, afectando a 845 alumnos. Para trasladarse a sus centros educativos, 40 alumnos de preescolar, 53 alumnos de primaria, 6 alumnos de secundaria deben trasladarse a pie por más de 60 minutos. 2 alumnos de primaria, 7 alumnos de secundaria y 49 alumnos de preparatoria deben trasladarse a pie entre 31 y 60 minutos; 152 alumnos de preescolar, 173 alumnos de primaria, 274 alumnos de secundaria y 83 alumnos de preparatoria deben trasladarse a pie entre 16 y 30 minutos; un aproximado de 4,470 alumnos se traslada a pie a su centro educativo entre 1 y 15 minutos. De los alumnos que utilizan algún medio de transporte público, hay 279 alumnos

de preescolar y 330 alumnos de primaria y 499 alumnos de secundaria con un gasto promedio mensual por persona de 374 pesos.

Tránsito y Vialidad: el municipio cuenta con 19 agentes de tránsito, 80 señalizaciones horizontales, 4 semáforos, 2 patrullas obsoletas y una grúa.

Protección Civil. El municipio cuenta con 27 colaboradores divididos en tres grupos rotativos, un camión de bombero, una motobomba, un vehículo, una lancha de fibra de vidrio, un motor fuera de borda, 17 chalecos salvavidas, 1 bomba para aspersores, 2 abate-fuego, 5 extintores, 4 conos grandes, 4 conos chicos y 2 motosierras. 128 escuelas no cuentan con plan de protección civil y 31 sí. 135 escuelas no cuentan con señalética de protección civil, rutas de evacuación, extintores entre otros.

Residuos urbanos: De acuerdo con el diagnóstico presentado en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, el servicio de recolección de residuos sólidos mediante recolección directa, contenedores o depósitos públicos cubre solamente el 58.36% de las viviendas. De acuerdo con la Encuesta Diagnóstica presentada en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 el 39.2% de las viviendas queman sus

residuos a pesar de que existen regulaciones al respecto. En este rango se encuentran 80 ejidos, 7 poblados y 3 colonias agrícolas, a quienes no se les brinda ningún tipo de servicio de recolección de residuos, y además hay 8 comunidades más a las que se les brinda el servicio de recolección de residuos una vez por mes. 26.29% de la población que entrega sus residuos al municipio los separa en orgánicos e inorgánicos, el 73.05% de la población que entrega sus residuos al municipio no los separa. En 2015 se generaron 3,953 toneladas de residuos. El equipamiento del que dispone el municipio para gestionar los residuos sólidos no es suficiente para cubrir el servicio en su totalidad o de forma regular.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Vías de acceso: Carretera Federal N° 203 desde Villahermosa pasando por Emiliano Zapata, Carretera Internacional Tenosique-El Ceibo-Tikal, que comunica a Tenosique y México con Guatemala.

Vialidades: se cuenta con 210 calles pavimentadas, de las cuales 81 son con concreto hidráulica y 129 con pavimento asfáltico, representando el 93.9% de la zona urbana y el 74.6% de la zona rural. 30 tramos presentan rompimientos

por colapsos de tuberías de red de agua potable o drenaje. Más del 60% de las colonias tienen banquetas en buenas condiciones, aunque se requiere la construcción de aceras en 14 colonias que tienen vialidades de terracería. (PMD 2018-2021:42). Es necesario concluir las vialidades que comunican la cabecera municipal con otras localidades y regiones, así como el libramiento, y la modernización de la carretera que se dirige a la zona fronteriza de El Ceibo.

Áreas Públicas: el municipio cuenta con 14 parques urbanos, 5 parques rurales, 10 jardines urbanos, 5 jardines rurales y 6 áreas verdes. De acuerdo con el diagnóstico elaborado para el Plan Municipal de Desarrollo 2019-2021, el Parque Central y el Parque de Convivencia Infantil están en buenas condiciones pero hay otros que han sido vandalizados, tienen problemas de alumbrado público, acumulación de basura, equipamiento deteriorado, y crecimiento de maleza.

El municipio cuenta con un Centro de Convenciones que requiere ser rehabilitado.

Plazas y Mercados: el municipio cuenta con cuatro mercados; que requieren de mantenimiento y mejoras en su infraestructura. El mercado del centro de la ciudad, el Mercado Juárez, requiere ampliación en sus áreas de

estacionamiento, reglamentación en el uso de los locales comerciales, adecuación de los servicios sanitarios, y suministro de agua potable.

Infraestructura educativa: se tiene registro de 251 escuelas, de las cuales 229 ofrecen turno matutino y vespertino. En estos planteles se tiene contabilizados a 18,986 alumnos, a cargo de 1053 docentes.

Infraestructura cultural: Se cuenta con una Coordinación de Cultura, que imparte talleres de danza, música y manualidades en la Casa de la Cultura. También se cuentan con 42 bibliotecas, dos de estas en la cabecera municipal y el resto en 40 localidades; las instalaciones presentan carencias y daños en mobiliario y equipo. Existe también un museo local, donde se exhiben piezas arqueológicas, artesanías y objetos típicos de la Danza del Pochó.

Infraestructura deportiva: se cuenta con siete módulos deportivos, con cancha de usos múltiples, dos gimnasios deportivos, un estadio de béisbol y una unidad deportiva de 90,000 m<sup>2</sup>.

Infraestructura médica: se ubican un Hospital Municipal, un Hospital General de IMSS, una Jurisdicción Sanitaria y un

Centro de Atención Primaria en Adicciones, un Centro de Rehabilitación Municipal del DIF y un asilo de adultos mayores. También hay 20 centros de salud ubicados en 20 localidades rurales.

Vivienda: De acuerdo con el diagnóstico presentado en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, el 15.4% de las viviendas del municipio tiene carencia por hacinamiento; el 8.85% carece de piso firme, el 2% carece de material resistente en sus muros, el 1.6% carece de techo firme. El 13.3% de las viviendas carecen de agua potable. 46.7% de las viviendas necesitan acudir a alguna fuente de abastecimiento para recolectar agua; esta responsabilidad recae en la jefatura materna del hogar; esta actividad requiere un promedio de 4 horas por semana. El 5.7% de las viviendas en la cabecera municipal no cuentan con ningún tipo de servicio de drenaje, de estas 423 viviendas, 393 se encuentran ubicadas en zonas de atención prioritarias. En el área rural, el porcentaje se eleva al 30% de las viviendas de las localidades con muy alto grado de rezago social y al 72% de las viviendas en las localidades con rezago social bajo o muy bajo. En total, de acuerdo con el diagnóstico presentado, son 808 viviendas a nivel municipal que carecen

de todo tipo de servicios de drenaje. 98 viviendas en zonas de atención prioritaria urbana y 584 viviendas en zona rurales carecen de servicio eléctrico.

Persiste la práctica de cocinar con leña dentro de la casa, lo cual agrava el padecimiento de enfermedades respiratorias. 68% de las viviendas urbanas y 39% de las viviendas rurales usan gas para cocinar. El 29.84% de las viviendas cocinan con leña o carbón.

De acuerdo con la Encuesta Diagnóstica presentada en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 el 39.2% de las viviendas queman sus residuos a pesar de que existen regulaciones al respecto. En este rango se encuentran 80 ejidos, 7 poblados y 3 colonias agrícolas, a quienes no se les brinda ningún tipo de servicio de recolección de residuos, y además hay 8 comunidades más a las que se les brinda el servicio de recolección de residuos una vez por mes. 26.29% de la población que entrega sus residuos al municipio los separa en orgánicos e inorgánicos, el 73.05% de la población que entrega sus residuos al municipio no los separa. En 2015 se generaron 3,953 toneladas de residuos.

Residuos Sólidos: Se cuenta con 6 camiones recolectores de basura en buenas condiciones y 15 contenedores de

basura ubicados en el centro cultural y lugares estratégicos. No existe un relleno sanitario y de acuerdo con el diagnóstico que presenta el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, los residuos sólidos recolectados son depositados en un tiradero a cielo abierto de 20 hectáreas, ubicado a tres kilómetros de la cabecera municipal; lo que causa contaminación a los mantos freáticos por escurrimiento de lixiviados. (OMD 2018-2021:49)

---

#### MANTENIMIENTO

- Los hoteles requieren de un mantenimiento exhaustivo para poder recibir turistas, actualmente las habitaciones del hotel Cortés están siendo renovadas. El malecón es el punto de reunión de la comunidad local, especialmente por las noches. Faltan contenedores de basura por categorías de reciclaje, especialmente para captar botellas de vidrio, de pet, latas, cartón y envolturas. La gente permanece parada sobre el malecón, hace falta más lugares para sentarse y convivir, así como también sanitarios públicos accesibles las 24 horas.
- El Centro de Convenciones requiere ser rehabilitado.

- Es necesario rehabilitar el relleno sanitario el cual quedó inconcluso en la administración anterior. La planta de tratamiento de aguas residuales está operando al 10% de su capacidad, es necesario que el servicio de drenaje traslade las aguas residuales a esta planta de tratamiento.
- Se requiere mejorar el equipamiento del personal de Seguridad Vial y Protección Civil.

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- Es necesario capacitar a los productores en sistemas de producción integral, sistemas silvopastoriles, acahuales tecnificados o milpas de alto rendimiento.
- Es necesario realizar un plan de ordenamiento territorial; ya que se están expandiendo la mancha urbana sobre terrenos ejidales agrícolas, que a su vez se están reubicando, contribuyendo a más deforestación.
- Se requiere atender la contaminación de los cuerpos de agua originada por las descargas de aguas residuales provenientes de industrias y de centros poblacionales.

- Es necesario que se reactive el relleno sanitario del municipio y se comience con el saneamiento del tiradero a cielo abierto.
- Se requiere que ocupen la planta de tratamiento de la que disponen y dejen de verter sus aguas residuales sin tratar. El Plan Municipal de Desarrollo señala que los desechos industriales y descargas de los ingenios y otras plantas agropecuarias se vierten directamente a fuentes acuíferas que desembocan en el Río Usumacinta. (PMD 2018-2021:46)
- Como parte del mantenimiento y ampliación del servicio de agua potable del municipio, el Plan Municipal de Desarrollo propone ampliar la red de agua potable en las localidades de rezago social medio o menor; fomentar el uso de fuentes alternativas para el abastecimiento del agua, apoyar con la dotación de cisternas de concreto para el almacenamiento de agua en las viviendas del sector rural, ampliar la cobertura de drenaje para viviendas dispersas, y evitar que se contaminen los cuerpos de agua; ampliar la conexión al sistema de drenaje de las viviendas del sector urbano; implementar nuevas

formas de saneamiento rural que disminuyan la generación de aguas negras. (PMD 2018-2021 p.81)

- El alumbrado público requiere del remplazo de las luminarias por tecnología LED. 57.1% de la población requiere mejoras en el alumbrado público en la zona de su vivienda.
- El Plan Municipal de Desarrollo también propone impulsar la construcción de fogones ecológicos para reducir el uso de leña para cocinar.
- El Plan Municipal de Desarrollo propone incentivar la producción interna de alimentos para suplir las necesidades alimenticias del sector rural mediante la entrega de vales canjeables por carne, para que el 25% de las familias que no comen carne en toda la semana puedan incluir la carne y sus proteínas en su dieta familiar. (PMD 2018-2021:89)

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 para Tenosique señala lo siguiente:

Superficie: 1,888.19 km<sup>2</sup>

Coordenadas. latitud: 17°28' N, longitud: 91°25' Oeste.

Localización: ubicado en el estado de Tabasco, en la subregión Ríos; colinda al norte con el municipio de Balancán, al este y sur con la República de Guatemala, al oeste con Chiapas y el municipio de Emiliano Zapata.

Localidades: De acuerdo con la información proporcionada por el INAFED, El municipio está conformado por una ciudad, 11 pueblos, 15 rancherías, 73 ejidos, 11 centros de desarrollo regional, en los que se desarrollan la mayoría de las actividades económicas y sociales. Cuenta con 134 localidades rurales, con aproximadamente 25,381 habitantes, distribuidos en 6,695 viviendas.

Orografía: Suelos de bajo relieve y aislados lomeríos de escasa pendiente, no hay elevaciones, excepto en la parte límite con Guatemala, donde se localiza un pequeño macizo montañoso con altitud máxima de 250 msnm.

Edafología: Al este, limitando con el municipio de Balancán y la república de Guatemala, se tienen suelos muy arcillosos y que presentan fuertes agrietamientos en la época de sequía con problemas de drenaje. En la parte central del municipio se tienen suelos de texturas arcillosas o francas,

presentan problemas de exceso de humedad por drenaje deficiente. También se encuentran suelos fluvisoles asociados a las márgenes de los ríos que bañan el municipios. En la parte noroeste del municipio y en pequeñas áreas del sur encontramos suelos arenosos, ácidos y deficientes en fósforos. Al sur del municipio, en los límites de Chiapas y la república de Guatemala, se tienen suelos que presentan poca profundidad, limitados por estratos duros y rocas dentro de los primeros diez centímetros.

Hidrología: Están presentes los ríos Usumacinta y sus raudales el San José, Agua Azul, Anaité y Colorado; y el río San Pedro Mártir, que proviene del Petén Guatemalteco y se desplaza al norte hasta encontrarse con el Usumacinta, en el municipio de Balancán. hay varias de lagunas y arroyos entre los que destacan las lagunas de Canitzán, El Puctén, Laguna Grande, Laguna Chica, El Mait y Ensenada, así como el arroyo Polevía.

Vegetación: selva media perennifolia, con árboles de más de 30 metros de altura; la vegetación ha sufrido una tala intensiva en favor de la ganadería. tiene una superficie boscosa aproximada de 5 hectáreas de maderas preciosas.

Se puede encontrar cedro rojo, caoba, ceiba, macuilis, chicozapote, popiste y cholul, todas ellas maderas amenazadas.

Fauna: Constituye uno de los últimos refugios de la fauna tropical del país, ya que todavía sobreviven el venado, el tucán, el armadillo, el mono, el tepezcuintle, el puerco de monte, entre otras especies. Se puede encontrar venado cola blanca, ocelote, gato montés, ardilla, tepezcuintle, puerco de monte, guacamayas, tucanes, gavilanes, loros, faisanes, mojarras coloradas, robalos, pejelagartos, y tortugas, todas ellas especies amenazadas. También se encuentran garzas, reptiles, lagartos, iguanas, boas, tilapias y carpas, todas ellas, especies no amenazadas.

Clima: cálido húmedo con abundantes lluvias en verano tiene una temperatura media anual de 30.5°C. El régimen de precipitación se caracteriza por un total de precipitación de 3,286 ml con un promedio máximo mensual de 400 ml en septiembre y una mínimo mensual de 50 ml en abril. Las mayores velocidades del viento se registran en noviembre a 30 Km/h.

Eventos climatológicos extraordinarios: Tabasco es una planicie en la que las inundaciones ocurren de manera

natural. De acuerdo con Zapata et al (2011) Tabasco era un estado que tenía un alto porcentaje de navegabilidad fluvial que ha perdido y ahora presiona los sistemas de redes carreteras. Señala que las inundaciones han causado más afectaciones recientemente debido a varios factores, pero muchos de ellos de origen antropogénico:

- la saturación del suelo por las lluvias que generaron inundaciones;
- el desborde y rebalse de los niveles del sistema de cuencas que componen la red hídrica que, nacen fuera del estado, vinculada a cuencas binacionales con Guatemala, desemboca en el Golfo de México en las costas de Tabasco y parcialmente Veracruz y Campeche;
- el asolvamiento, tanto en los vasos de las represas, que reduce su capacidad de captura y aprovechamiento de agua y su regulación estacional para mantener un flujo hidroeléctrico a lo largo del año;
- la colmatación, sedimentación o reducción de profundidad de los ríos;

- se alteran los cauces generando brazos y meandros nuevos;
- se forman comunidades invadiendo los cauces de expansión natural de los ríos.

Estas causas han generado las siguientes consecuencias:

- El curso de los cauces de los ríos, al irse sedimentado, tiene menor capacidad de captación de agua y se desborda en áreas cada vez más extensas;
- los asentamientos en las márgenes de los ríos a la vez limitan o reducen su cauce histórico, invadiéndolo, y se ven inundados más allá de dicha traza histórica por meandros nuevos y lagunas que se forman al ser cada vez menos profundo el lecho original;
- la línea costera es invadida por intrusión del mar al subir el nivel de este y, sobre todo, al desaparecer las barreras naturales del manglar y la vegetación marino-costera;
- las aguas de las marismas, lagunas y humedales, incluso en las zonas protegidas como los pantanos

de Centla, sufren contaminación y degradación acumulativa por el efecto de las graves inundaciones del año precedente y por efectos de flujos de efluentes no tratados de las áreas metropolitanas, no solo por efectos de las inundaciones, sino por la capacidad rebasada de las plantas de tratamientos de desechos líquidos y depósitos de sólidos;

- La población afectada no alcanza a recuperarse del temporal anual anterior cuando se ven afectados nuevamente. (Zapata et al, 2011)

Áreas Naturales Protegidas: Cañón del Usumacinta, el cual cuenta con una superficie total de 46,128.49 ha. Decretada en 2008, su principal vegetación es selva alta perennifolia. Pertenece a la provincia biogeográfica de El Peten, y forma parte de un importante corredor biológico para la diversidad genética de las especies, contribuyendo a la riqueza en flora y fauna de la zona.

El Cañón del Usumacinta es un ANP de carácter federal de la entidad de Tenosique, otorgada por la biodiversidad que sostiene y de gran importancia por sus recursos culturales y paisajísticos.

Con una longitud de 70 kilómetros inicia cerca de la unión de los ríos Salinas, Lacantún y La Pasión, en lo que se conoce como el raudal Anaité, y finaliza en el cañón Boca del Cerro. El Cañón del Usumacinta forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano, desde México hasta Centroamérica.

Es zona de protección de una de las regiones más ricas del mundo en cuanto a biodiversidad. En esta zona se han establecido dos corredores biológicos que unen Áreas Naturales Protegidas del sureste del país, con el fin de evitar el aislamiento biológico y geográfico.

El cañón muestra una estructura de paredes rocosas de más de 300 metros de altura, el relieve del cañón se debe a plegamientos de suelo calizo del cretácico inferior y a rocas del terciario superior. El Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta se encuentra en la región de la Sierra de Tenosique que presenta un clima cálido y húmedo con lluvias todo el año.

La vegetación primaria del Cañón del Usumacinta pertenece al tipos de selva: alta perennifolia, además de selva baja espinosa subperennifolia inundable, vegetación secundaria de selva alta perennifolia, selva baja espinosa

subperennifolia y tular, aunque gran parte de las áreas han sido deforestadas para actividades agropecuarias.

La selva alta perennifolia del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta está conformada por árboles de hasta 45 metros de altura, de fuste recto y amplia copa, que albergan gran cantidad de epífitas. Se reportan diversas especies de helechos rupícolas y lignícolas, como los de los géneros *Phlebodium* y *Setaria*. La presencia de familias *Orchidaceae*, *Begoniaceae*, *Bromeliaceae*, *Gentianaceae*, *Arecaceae* y *Lamiaceae* están bien representadas en el área.

Los acahuales son parte importante de la vegetación secundaria en la selva alta perennifolia ya que sirven de alimento para mamíferos herbívoros como venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el temazate (*Mazama americana*). Entre la vegetación secundaria se reporta palencano (*Belotia mexicana*), jolotzín (*Heliocarpus donnell-smithii*), majagua (*Hampea* sp.), palo mulato (*Bursera simaruba*), jobo (*Spondias mombin*) y varias especies de los géneros *Piper* y *Heliconias*.

También se reporta Selva baja espinosa subperennifolia inundable con vegetación secundaria y tular. Entre las

especies que integran este ecosistema se encuentran especies como: tinto (*Haematoxylum campechianum*), zapote de agua (*Pachira aquatica*) y gusano (*Lonchocarpus* sp.); en el estrato arbustivo abunda zarza (*Mimosa pigra*); el estrato inferior está conformado por hierbas emergentes, entre las que sobresalen espadaña (*Typha dominguensis*), popal (*Thlaia geniculata*) y tasiste (*Acoelorrhapha wrightii*), que forman pequeños manchones dentro del área. Entre las plantas denominadas libres flotadoras se encuentran la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) y la oreja de ratón (*Salvinia* sp.), entre otras.

Pastizales, Son comunidades vegetales compuestas en su mayor parte por pastos con pocos y dispersos árboles y arbustos. Los pastizales son en su mayoría utilizados para cría de ganado bovino. La importancia de los pastizales radica en su función como filtros, purificación y recarga de acuíferos, alimento, en la fibra que generan como el zacate, polinización y conservación de insectos polinizadores, para la regulación del clima<sup>xxxviii</sup>. Se reconoce que el pastoreo del ganado impacta de manera directa, mediante el consumo, pisoteo y la compactación del suelo, la herbivoría selectiva

de la vegetación y la entrada de nutrientes al subsuelo a través de las excretas.

En categoría de plantas amenazadas, en protección especial y en peligro de extinción, en las que se encuentran de flora como: Hoja de coche (*Dieffenbachia seguine*) Lombricillo (*Tabebuia chrysantha*) Chapana (*Chamaedorea ernesti-augusti*) Guano cum (*Cryosophila argentea*) Cacahananche (*Licania arborea*) Cedro rojo (*Cedrela odorata*) Tingo lombricero (*Vatairea lundellii*).

Con base en los reportes científicos, las colectas, las observaciones de campo y las entrevistas con las y los lugareños, la diversidad de la fauna en el ANP se estima en 419 especies de vertebrados. Se registran 211 especies de aves, 130 de mamíferos, 29 de peces, 30 de reptiles y 19 de anfibios.

Entre las aves más comunes registradas: chara papán (*Cyanocorax morio*), bolsero encapuchado (*Icterus cucullatus*), chivirín pecho blanco (*Henicorhina leucosticta*), paloma (*Leptotila sp.*), tordo cantor (*Dives dives*) y chachalaca vetula (*Ortalis vetula*), aguililla caminera (*Buteo magnirostris*), aguililla gris (*Buteo nitidus*), caracará (*Polyborus plancus*), gavián zancón (*Geranospiza*

*caerulescens nigra*) y trogón cabeza negra (*Trogon melanocephalus*).

También se distribuyen especies en riesgo: loro cabeza azul (*Amazona farinosa*) y águila tirana (*Spizaetus tyrannus*). En peligro de extinción: loro frente blanca (*Pionus senilis*)

Tucán pico canoa (*Ramphastos sulfuratus*) En la categoría de amenazadas, sujetas a protección especial, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM- 059-Semarnat-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

Lista de especies en riesgo:

- Gavián cabeza gris (*Leptodon cayanensis*)
- Gavián caracolero (*Rostrhamus sociabilis*)
- También se observan:
- Zacuata (*Icterus wagleri*)
- Bolsero cuculado (*Icteruscucullatus*).

Los mamíferos son abundantes en el área, de mapache (*Procyon lotor*), zorrillo (*Conepatus semistriatus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tejón (*Nasua nasua*), ardilla

(*Sciurus deppei*), guaqueques (*Dasyprocta mexicana*) y tepezcuintles (*Agouti paca*). Los primates son relativamente abundantes en la zona con dos especies catalogadas en peligro de extinción de acuerdo con los listados de especies en riesgo de la NOM-059-Semarnat-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo: mono aullador (*Alouatta palliata*) y mono araña (*Ateles geoffroyi*).

También se reporta: Tapir (*Tapirus bairdii*) Jaguar (*Panthera onca*) Ocelote (*Leopardus wiedii*) Tigrillo (*Leopardus pardalis*), especies en peligro de extinción, y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), catalogada como amenazada en la NOM-059- Semarnat-2010, Protección ambiental. ardillas (*Sciurus deppi*, *Sciurus yucatenensis*).

Las especies de fauna en categoría de amenazada de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana son: Toloque (*Basiliscus vittatus*) Lagartija metálica (*América undulata*) Anolis, guekos, boa (*Boa constrictor*) Bejuquilla (*Leptopis mexicanus*) Cascabel (*Crotalus durissus*) sujeta a protección

especial Loros y pericos (*Aratinga nana* y *Pionus senilis*), en riesgo de acuerdo con la NOM-059- Semarnat-2010,

Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. tucán pico canoa, el tucán pecho azufrado (*Ramphastos sulfuratus*) hocofaisán (*Crax rubra*) boa constrictor (*Boa constrictor*) tortuga guau (*Staurotypus triporcatus*)

En protección especial se encuentran: Tortuga lagarto común (*Chelydra serpentina*) Tortuga gravada (*Trachemys scripta*) Tortuga pecho quebrado de Tabasco o pochitoque negro (*Kinosternon acutum*) Lagarto (*Crocodylus moreletii*) Cocodrilo (*Crocodylus acutus*) Pochitoque negro (*Kinosternon acutum*) Tortuga lagarto común (*Chelydra serpentina*) Iguana verde (*Iguana iguana*)

Los servicios ambientales que estas selvas altas provee alimento, madera, leña, pesca, agua, entre otros, regulación de la biodiversidad; control de plagas y de enfermedades por vectores; regulación del clima, erosión y calidad del aire, respuestas ante eventos naturales extremos.

En este lugar se pueden practicar varias actividades ecoturísticas como rafting en los rápidos de San José, rappel en las paredes del cañón del río, en los cenotes Yaax Ha y Aktun Ha, o las cuevas del Tigre y de La Ventana.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

De acuerdo con la información presentada en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, se establece que Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para el periodo 2000-2010, la tasa de transformación de áreas boscosas a productivas se presentó en un 1.3%, tan solo en las reservas ambientales del municipio, muy por encima de la media nacional. La importancia de los bosques municipales radica en la conectividad del Área de protección de Flora y Fauna “Cañón del Usumacinta”, el cual es uno de los últimos territorios que conforman el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM).

CONANP señala que existe una pérdida de 427 hectáreas al año de vegetación, posiblemente por el cambio de uso de suelo a actividades como la agricultura y la ganadería. Las prácticas de producción agrícola y ganadera de la región son inadecuadas para las condiciones ecosistémicas de la zona,

además, las frecuentes quemas no controladas abren la oportunidad a la sustitución de bosques por parcelas o potreros.

De acuerdo con el diagnóstico realizado para la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, la deforestación es la problemática ambiental más visible. Entre las principales causas de la deforestación se encuentran la falta de planeación territorial, pues el municipio no cuenta con un programa de ordenamiento territorial; la preferencia a las prácticas extensivas en el sector agropecuario.

---

#### MOVILIDAD URBANA

El principal medio de transporte público es el *Pochimóvil*, que es como ellos llaman a una tricimoto que puede trasladar dos pasajeros en la zona urbana de Tenosique. También hay una estación de autobuses foráneos principalmente hacia Villahermosa, Tabasco; Escárcega, Campeche o Palenque, Chiapas.

De acuerdo con el Plan Municipal de desarrollo, 6 de cada 10 accidentes viales son causados por el consumo de alcohol, y aunque 4 de cada 10 accidentes son vehiculares,

1 de cada 4 accidentes son de un Pochimóvil. (PMD 2018-2021:32)

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Tenosique se llega por la carretera federal que conecta Palenque, en Chiapas, con Emiliano Zapata, en Tabasco; así como una carretera estatal que conecta Tenosique con la ciudad de Balancán. Cuenta con un servicio de conexión terrestre con Palenque y Villahermosa. No cuenta con servicio de transporte público a excepción de taxis.

#### Propuesta de Movilidad Sostenible

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

También es necesario reparar las banquetas que se encuentren dañadas.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y

la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 26 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 27 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus

procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número

de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente

la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021
- Plan de Manejo del Cañón del Usumacinta.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

##### Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	48.15%
Mujeres	51.84%
Población Indígena	3.15%
Menores de 15 años	29.04%
Población de 15 a 65 años	64.36%
Mayores de 65 años	5.93%

##### Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	45 %
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	53.57 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	25.02 %

índice de desempleo 2.9 %.

#### Pobreza y Rezago

Población en pobreza: 55.4 %

Población vulnerable por carencias: 30.3 %

Turistas con pernocta\*\* Ene-Dic 2018

Cuartos Disponibles 135

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018) 13.0%

Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018) 3,510

Estancia promedio turismo individual 1.0 noches

Densidad Promedio por habitación 2.0 personas

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, el servicio de recolección de residuos sólidos mediante

recolección directa, contenedores o depósitos públicos cubre solamente el 58.36% de las viviendas. El 39.2% de las viviendas queman sus residuos a pesar de que existen regulaciones al respecto. En este rango se encuentran 80 ejidos, 7 poblados y 3 colonias agrícolas, a quienes no se les brinda ningún tipo de servicio de recolección de residuos, y además hay 8 comunidades más a las que se les brinda el servicio de recolección de residuos una vez por mes. 26.29% de la población que entrega sus residuos al municipio los separa en orgánicos e inorgánicos, el 73.05% de la población que entrega sus residuos al municipio no los separa. En 2015 se generaron 3,953 toneladas de residuos. El equipamiento del que dispone el municipio para gestionar los residuos sólidos no es suficiente para cubrir el servicio en su totalidad o de forma regular.

#### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 143 lps.

Caudal Tratado: 88 lps.

La población genera 6,257 m<sup>3</sup> al día.\*(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida) El municipio cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales sub

utilizadas por falta de conectividad entre usuarios y la planta de TAR.

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = Alto- Subutilizado

Capacidad de Manejo Población Local = bajo falta conectar al drenaje las viviendas

Agua Potable: se consumen 11,962 m<sup>3</sup> de agua potable al día.

---

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 72

- Gerentes y directivos: 1
- Administrativos y contables: 8
- Técnicos y operativos: 63

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 59 pozos y 3 tomas en el río.

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Río o Laguna.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 20.7%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 107,160 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 5 vehículos.

- Con compactador: 5
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 80%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 113
- Hombres: 162

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 83 Numeralia por Localidad: Tenosique*

Población al 2015	59,814
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	135
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	98,550
Densidad promedio por habitación (estimado)	Sin Datos
Ocupación promedio (estimado)	48.74%
Turistas noche 2018 (Total anual)	Sin datos
Excursionistas INAH 2018	Sin datos
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	Sin datos
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	90.4 %
Conectividad doméstica al drenaje	96.3 %
Capacidad de Recolección de RSU	62 %
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	60.3%

*Tabla 84 Capacidad de Manejo: Tenosique*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Tenosique	62	96.3	90.4	82.90

*Tabla 85 Capacidad de Carga Efectiva: Tenosique*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Tenosique	60,116	59,846	82.90	49,612

Con una capacidad de manejo del 82.90 %, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 49,612 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xxxix</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del

sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

**DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Malecón de Tenosique	3,250	4	12	4.0	4	2	16	18

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Malecón de Tenosique	3	181	722	2	1	2,438	203

Se calcula que 203 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea y 2,438 personas durante todo el día.

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:**

Tenosique no tiene suficientes servicios de alojamiento de calidad; aunque cuenta con algunas cabañas ecoturísticas

en buenas condiciones. También se requiere acceso a sanitarios públicos ya que Tenosique es sede de eventos populares como festival del queso y carnaval que reúnen a gran cantidad de personas por el día del evento.

Además de los alojamientos disponibles en el centro de Tenosique, sólo hay un desarrollo ecoturístico, Paraíso Indígena, en Ejido Corregidora Ortiz, en el que se pueden encontrar 6 cabañas bien equipadas y un comedor comunitario con gran capacidad y servicio de alimentos previa reservación.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:**

Tenosique necesita detonar su turismo, actualmente no está superada la capacidad de carga, solo se requiere mejorar la calidad de los servicios.

**ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA**

Lugares de pernocta disponibles o en mejores condiciones de mantenimiento. Actualmente no recibe turismo de pernocta, pero no se cuenta con la infraestructura adecuada y la que hay requiere de mantenimiento urgente. Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar

la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar los siguientes objetivos ODS; tomando en cuenta que es probable que se agregue otra estación de tren en esta zona se ha integrado una propuesta para la ciudad de Tenosique y otra más para la estación El Triunfo, en el municipio vecino de Balancán, Tabasco.

 <p>2 HAMBRE CERO</p>	Descripción	Localidad
	<p>Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible</p>	<p>Balancán / El Triunfo</p>
<p>Justificación</p>	<p>Se ha elegido esta localidad para abanderar el objetivo de Hambre Cero ya que esta se encuentra en una zona de gran potencial agropecuario, disponibilidad de tierra y agua y puede detonarse la producción de alimentos en esta zona para después</p>	

	<p>distribuirse en zonas donde el suelo no permite las actividades agropecuarias, tal es el caso de la Península de Yucatán en su conjunto, al estar el suelo peninsular constituido principalmente de rocas de carbonato de calcio; se puede potencializar la ubicación de esta localidad en la zona de ríos mayas</p>
<p>Estrategia Principal</p>	<p>Impulsar las ecotecnologías de producción de alimentos que permitan incrementar la capacidad productiva por hectárea, dejando atrás las técnicas de cultivo tradicional o agroquímico y favorezcan las capacidades de los pequeños productores orgánicos mediante el establecimiento de huertos y proyectos productivos comunitarios de acuaponía, hidroponía y permacultura. adecuadamente; promover el uso de humedales como método de filtración de las aguas jabonosas; fortalecer sus capacidades para producir huertos de traspatio que requieren poca agua para cultivarse.</p>

	Descripción	Localidad
	Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	Tenosique
Justificación	<p>Tenosique se encuentra en el extremo opuesto del espectro hídrico. Es notorio que está del otro lado del río más caudaloso de México y no sobre la porosa roca calcárea yucateca. A pesar de sus grandes virtudes, Tenosique está desgastado por las prácticas agropecuarias industrializadas, y a vez con un pujante sector de transformación de productos lácteos de gran calidad; deben proteger sus tierras de la deforestación y cambiar de estilo de ganadería; así como también deben detenerse y dejar de favorecer los monocultivos de plantas foráneas y recuperar la diversidad forestal local; aprovechando su capacidad de producción de alimentos.</p>	

Estrategia Principal	<p>las prácticas agropecuarias de Tenosique requieren nutrirse de las nuevas tendencias de agroforestería, en la cual la riqueza forestal aporta más nutrientes que los agroquímicos; ya que recupera el balance perdido de la tierra e incrementa sus niveles productivos. La explotación pecuaria también puede transitar hacia la sostenibilidad y el trato humanitario a los animales. Se requiere la colaboración de los productores y autoridades locales para impulsar la transformación.</p>
----------------------	--

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las medidas de adaptación y mitigación que se proponen para esta localidad son las siguientes:

- Es necesario capacitar a los productores en sistemas de producción integral, sistemas silvopastoriles, acahuales tecnificados o milpas de alto rendimiento.
- Es necesario realizar un plan de ordenamiento territorial; ya que se están expandiendo la mancha urbana sobre terrenos ejidales agrícolas, que a su

vez se están reubicando, contribuyendo a más deforestación.

- Se requiere atender la contaminación de los cuerpos de agua originada por las descargas de aguas residuales provenientes de industrias y de centros poblacionales.
- Es necesario que se reactive el relleno sanitario del municipio y se comience con el saneamiento del tiradero a cielo abierto.
- Se requiere que ocupen la planta de tratamiento de la que disponen y dejen de verter sus aguas residuales sin tratar. El Plan Municipal de Desarrollo señala que los desechos industriales y descargas de los ingenios y otras plantas agropecuarias se vierten directamente a fuentes acuíferas que desembocan en el Río Usumacinta. (PMD 2018-2021:46)
- Como parte del mantenimiento y ampliación del servicio de agua potable del municipio, el Plan Municipal de Desarrollo propone ampliar la red de

agua potable en las localidades de rezago social medio o menor; fomentar el uso de fuentes alternativas para el abastecimiento del agua, apoyar con la dotación de cisternas de concreto para el almacenamiento de agua en las viviendas del sector rural, ampliar la cobertura de drenaje para viviendas dispersas, y evitar que se contaminen los cuerpos de agua; ampliar la conexión al sistema de drenaje de las viviendas del sector urbano; implementar nuevas formas de saneamiento rural que disminuyan la generación de aguas negras. (PMD 2018-2021 p.81)

- El alumbrado público requiere del remplazo de las luminarias por tecnología LED. 57.1% de la población requiere mejoras en el alumbrado público en la zona de su vivienda.

El Plan Municipal de Desarrollo también propone impulsar la construcción de fogones ecológicos para reducir el uso de leña para cocinar.





LOCALIDAD: CHICHEN ITZÁ



*Ilustración 235 Chichén Itzá*

---

ATRATIVOS TURÍSTICOS

Monumentos Históricos: La iglesia de San Antonio de Padua y la capilla de Jesús, ambas construidas en la época colonial; el templo de la Concepción.

Arqueológicos: Chichén Itzá. San Juan Holtún, Tikincab, San Francisco Semé, Canahum, Halacal, Xnabá, Dzibiac, Bacancú.

En Chichen Itzá se puede visitar:

- El Gran Juego de Pelota
- Templo del Jaguar
- Templo Sur del Juego de Pelota
- Templo del Hombre Barbudo
- Templo de las Águilas y Jaguares
- Templo de Venus
- Cenote Sagrado
- Templo de las Mesas
- Templo de los Guerreros
- Grupo de las Mil Columnas
- Pilares del Norte
- El Osario
- Plataforma de las Tumbas
- Plataforma Venus
- Chichanchob (Casa Colorada)
- Casa del Venado
- Observatorio
- Complejo de las Monjas
- La Iglesia
- El Tzompantli

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Chichen Itzá ya tiene un gran capital turístico, y es uno de los principales motivos por el que los viajeros vienen a la Península de Yucatán, requiere revalorizar su aportación tanto a nivel cultural como a nivel económico; sin embargo sigue siendo un lugar con ambulante, sobreexplotación turística y saturación; lo que se traduce en una experiencia turística mediocre. Es necesario que recupere su estatus como una de las maravillas del mundo.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

En esta zona, además de las zonas arqueológicas de Chichen Itza y Ek Balam, se pueden visitar los característicos cenotes de la zona. En este territorio se puede visitar el Cenote Ikil y las grutas de Balamkanché

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Medio

El área de Chichen Itzá cuenta con 24 alojamientos y 2 rentas vacacionales. Airbnb ofrece 3 opciones de alojamiento enteros. Se tiene registro de 38 restaurantes. El portal Datatur reporta un total de 289 cuartos registrados en Chichén Itzá. Los 16 hoteles que tiene registrado el portal

Datatur en el municipio de Tinum, se clasifican en 3 hoteles de cinco estrellas, 2 hoteles de cuatro estrellas, cuatro hoteles de tres estrellas, un hotel de dos estrellas y cinco hoteles de una estrella.

Chichén Itzá es una de las Siete Maravillas del Mundo.

---

#### PERFIL DEL VISITANTE

La Secretaría de Fomento Turístico de Yucatán no tiene información actualizada sobre el tipo de visitante que recibe Chichen Itzá, pero es visitado por todos los tipos de visitantes. En 2018, Chichen Itzá acumuló 297 cuartos de hotel, con una capacidad para ofrecer entre todos 106,532 habitaciones al año, de las cuales 24,844 fueron ocupadas durante 2018. Un total de 51,933 personas pernoctaron en alguno de los hoteles de Chichen Itzá. En Julio de 2019, el portal INAH reporta una afluencia de 244,146 visitantes a la zona arqueológica de Chichen Itzá, de los cuales el 32.43% fueron nacionales y el 67.56% fueron extranjeros. Esto representa el 70.65% de los visitantes a todas las zonas arqueológicas de Yucatán y el 28.12% de los visitantes a todos los sitios arqueológicos de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco y Chiapas. (INAH julio 2019)

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

De acuerdo con el portal Datatur, la estancia promedio en 2018 fue de 1.02 días.

La densidad de ocupación fue de 2.05 personas por cuarto.

---

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

Más que incrementar el tiempo de estancia en el destino, se debe buscar espaciar la llegada de visitantes para que pueda haber un desahogo de entrada y salida por bloques horarios. Muchos visitantes vienen en excursiones programadas que se pueden adaptar a horarios fijos de entrada y de salida.

Para generar una mayor derrama económica en la localidad donde se ubica Chichén Itzá es necesario adecuar una gran área de comercios y servicios que ocuparían un espacio que ahora es natural, y reducirían la derrama que generan los excursionistas de Chichén Itzá en los sitios turísticos menores en ruta a los grandes destinos.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: Tinum no cuenta con relleno sanitario ni tratamiento de aguas residuales, no tiene capacidad de carga turística.
- Física: con los mil visitantes por hora que transitan por la zona arqueológica de Chichén Itzá ya se sobrepasó la capacidad de carga turística. Tomando en cuenta las temperaturas del medio día también se llega al límite en que una persona tolera estar al aire libre realizando un esfuerzo físico como lo es caminar de un vestigio a otro.
- Socio-Perceptual: Chichén Itzá es una excursión exprés de turismo masivo en la que durante hora y media tratan de visitar todos los vestigios apuradamente unos detrás de otros.
- Económica: A pesar de concentrar un gran número de visitantes, y de que la tarifa de acceso a Chichén Itzá es más elevada que la de otros centros INAH, ese rendimiento no se ve reflejado en la economía local y el bienestar común y particular de los habitantes de ese municipio.

- Psicológica: El visitante encuentra un lugar de turismo masivo en vez de encontrar un vestigio arqueológico. El fenómeno Chichén Itzá sólo se presenta en menor grado en Tulum. Mantener un flujo de visitantes discreto que permita redescubrir por uno mismo esos milenarios vestigios es parte de la experiencia que un viajero busca de una zona arqueológica. La saturación turística que se da en Chichén Itzá demerita esa experiencia. Y siendo una Maravilla del Mundo debería ser lo opuesto.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

Sociedad: Chichén Itzá pertenece al municipio yucateco de Tinum, el cual cuenta con una población municipal de 11,421 habitantes, de los cuales el 93.72% de la población es indígena Maya, de los cuales 66.96% hablan lengua Maya además de español y el 4.17% habla sólo lengua Maya. El 13.9% de los hogares tienen una jefatura femenina (PMD Tinum 2018:42) El grupo poblacional más numeroso es el de 15 a 64 años, con el 61.71% de la población, seguido de los menores de 15 años con el 31.94% de la población. Los adultos mayores representan el 6.21% de la población municipal. (Sedesol 2016)

En la Comisaría de Pisté, el núcleo poblacional más cercano a la Zona Arqueológica de Chichén Itzá, de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tinum, 2018, radican 5528 habitantes, entre los que el 89.16% es indígena Maya, y el 46.83% habla la lengua Maya; el grado de escolaridad de la población que radica en Pisté es de 6.5 años, y el 8.77% de la población es analfabeta. El 40.56% de la población mayor de 12 años es económicamente activa, lo cual representa al 57.55% de los hombres y al 23.19% de las mujeres.

Rezago Social: El 75.2% de la población presenta carencias por el acceso a los servicios básicos en la vivienda, el 36.1% carencia por calidad y espacios en la vivienda, 29.1% de la población presenta rezago educativo, el 10.8% presenta carencias por acceso a la alimentación y el 9.8% rezago en acceso a los servicios de salud. 1,258 personas tiene carencia por acceso a la alimentación, de las cuales el 20% padece inseguridad alimentaria leve, el 8.3% inseguridad alimentaria moderada, y el 2.5% inseguridad alimentaria severa. (Sedesol 2016) Un promedio de 4.21 personas habitan la misma vivienda.

Desarrollo Humano: El 14.59% de la población mayor de 15 años es analfabeta. El grado promedio de escolaridad es de

6.35 años. El 75% de la población cuenta con educación básica, el 10.9% con educación media superior y el 4.2% con educación superior. (PMD Tinum 2018:41)

Indicadores de Carencia: Rezago educativo en el 32.14% de la población, 27.38% con carencia por acceso a los servicios de salud, 84.95% carencia por acceso a la seguridad social, 38.23% carencia por calidad y espacios en la vivienda, 76.34% carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda, 24.39% carencia por acceso a la alimentación. (Sedesol/Coneval 2016)

Indicadores de rezago social: 14.59% de población mayor a 15 años analfabeta, 4.21% de población entre 5 y 14 años no asiste a la escuela. 60.61% de la población mayor de 15 años tiene la educación básica incompleta, 32.52% carece de acceso a servicios de salud, 8.83% de las viviendas tienen piso de tierra, 29,19% de las viviendas no disponen de escusado o sanitario, 3.38% de las viviendas no disponen de agua entubada, 38.17% no disponen de drenaje, 3.64% no disponen de energía eléctrica, 49,25% no disponen de lavadora y 39,82% no disponen de refrigerador. (Sedesol/Coneval 2016)

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

Pobreza: el 73.36% de la población se encuentra en situación de pobreza; e 44.45% padece pobreza moderada, el 27.91% padece pobreza extrema y el 12.40% de la población padece pobreza extrema y carencia alimentaria. (Sedesol/Coneval, 2016)

Población Económicamente Activa: La población económicamente activa es del 51.24% del total de la población; esto representa al 77.4% de los hombres y al 24.36% de las mujeres mayores de 12 años. El índice de desempleo es de 0.9%. (PMD Tinum, 2018:41) El 72.56% de la población ocupada percibe de uno a dos salarios mínimos. El 23.32% de la población colabora en el sector primario, el 19,70% en el sector secundario y el 56.97% en el sector terciario. (Sedesol, Microrregiones, 2013)

Agricultura: en 2010 se tienen destinadas 3603.15 hectáreas al cultivo de alimentos: el 69.07% lo ocupan para cosechar maíz en grano, el 17.11% para cultivar pastos y praderas, y el resto para cacahuete, chile seco, chile verde, frijol, maíz amarillo, melón, sandía, tomate rojo y yuca. (Sedesol, Microrregiones, 2013)

Ganadería: se criaron 397.26 toneladas de ganado en pie, de las cuales el 61.45% fueron de ganado porcino; el valor total de producción alcanzó los 7.83 millones de pesos. En producción pecuaria de carne, en 2010 se produjeron 286.02 toneladas de carne, de las cuales 64.68% fue de carne porcina. En total el valor de producción alcanzó 11.65 millones de pesos. De huevo se produjeron 38.04 toneladas y guajolote 11.91 toneladas, alcanzando un valor de producción de 983 mil pesos. (Sedesol, Microrregiones, 2013)

Apicultura: en 2010 se tiene registro de una producción de 1.16 toneladas de cera de abeja y 61.9 toneladas de miel, las cuales alcanzaron un valor de producción de 1.93 millones de pesos. (Sedesol, Microrregiones, 2013)

---

#### SERVICIOS

Vivienda: el 72% de las viviendas presenta carencias en los servicios básicos, el 68.6% cocina con leña sin contar con la ventilación adecuada, el 29.12% de las viviendas no tiene acceso a drenaje, el 3.72% no tiene agua entubada y el 3.87% no cuenta con electricidad. (PMD Tinum 2018:42)

Salud: 32.52% de la población no tiene derechohabencia a servicios de salud. (Sedesol Microrregiones, 2013)

Saneamiento: La Gaceta Municipal de Tinum (2018) señala que se cobran derechos de servicio de limpia y recolección de basura a casas, 22.05 pesos, a comercios de 32 a 55 pesos por m<sup>3</sup>. A hoteles y restaurantes a 109.20 pesos por tonelada. Por la limpieza de predios baldíos, 120 pesos por jornada al día; por derecho de uso, el ayuntamiento cobra 5.25 pesos por triciclo, 27.30 por camioneta, 54.60 por camión y 109.20 por volquete. (P. 21)

Agua: El servicio de agua potable en toma doméstica tiene un costo de 32.55 pesos al mes, una toma comercial 54.60 pesos al mes, una toma industrial 109.20 pesos al mes y un contrato cuesta 325 pesos. (p.22)

---

#### INFRAESTRUCTURA

Vivienda: Se tienen contabilizadas 3,181 viviendas (PMD Tinum 2018); y el 29.7% presenta carencias por calidad y espacios en la vivienda; el 21.8% de las viviendas presentan hacinamiento, el 8.3% tiene techos de material endeble, el 5.1% tiene piso de tierra, y el 3% tiene muros de material endeble. (Sedesol, 2016)

Salud: se tiene registro de 4 unidades de consulta externa, 1 unidad de hospitalización y 1 establecimiento de apoyo. (Sedesol, 2016)

Educación: El municipio cuenta con 19 planteles educativos, el 31.6% se encuentra sin barda perimetral, el 26.3% no cuenta con abastecimiento de agua conectada a la red pública, el 5.3% no cuenta con servicio sanitario, el 47.4% no tiene drenaje, el 68.4% no cuenta con cancha deportiva y el 15.8% no cuenta con patio o plaza cívica.

---

#### MANTENIMIENTO

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tinum, es necesario realizar las siguientes acciones:

- Mejorar la infraestructura deportiva; construcción y rehabilitación de campos y espacios deportivos.
- Rehabilitar centros de educativos. Crear nuevos espacios culturales para niños y jóvenes. Dar mantenimiento a los juegos infantiles de los parques, áreas verdes y espacios públicos. Rehabilitar el parque principal.
- Construcción, remodelación y ampliación de calles, red eléctrica, agua potable, pozos pluviales,

guarniciones y banquetas, alumbrado público, alcantarillas y módulos de asistencia social en todo el municipio.

- Brindar mantenimiento a las instalaciones eléctricas del poblado y a las plantas generadoras de energía. Ampliación de la red eléctrica en alta, media y baja tensión en unidades de riego.
- Rehabilitación, mantenimiento y ampliación a sistema de agua potable. Mejorar la eficiencia en el sistema de agua potable del municipio. Drenajes pluviales, drenajes sanitarios, planta potabilizadora, pozos de absorción, cárcamo, deposito o tanque de agua potable, norias, olla colector de captación de agua pluvial, pozo artesiano, pozo profundo de agua potable, red de alcantarillado, red o sistema de agua potable, líneas de conducción, tanque séptico conectados a fosas sépticas o drenaje, toma domiciliaria dentro de la vivienda o terreno, electrificación no convencional (energía eólica, aerogeneradores, energía solar, paneles solares, solar fotovoltaica, solar térmica, estufas ecológicas, electrificación rural

- Rehabilitar y modernizar los espacios de la seguridad pública; para dar un mejor servicio a la comunidad.
- Preservar toda zona arqueológica. Dar mantenimiento a los lugares arqueológicos e históricos. Proteger todo vestigio arqueológico que se encuentre en la zona. Fomentar el rescate a toda escultura arqueológica
- Mejoramiento del alumbrado público en la entrada principal a la pirámide de Chichén Itzá
- Mejoramiento y construcción de los caminos de acceso a las zonas de Chichén Itzá
- Construcción del museo maya en la comisaria de Pisté (PMD Tinum 2018:79)

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- No existe un sistema de gestión de residuos en el municipio .
- Se necesita Drenajes pluviales, drenajes sanitarios, planta potabilizadora, pozos de absorción, cárcamo, depósito o tanque de agua potable, norias, olla colector de captación de agua pluvial, pozo artesiano, pozo profundo de agua potable, red de alcantarillado, red o

sistema de agua potable, líneas de conducción, tanque séptico conectados a fosas sépticas o drenaje, toma domiciliaria dentro de la vivienda o terreno, electrificación no convencional (energía eólica, aerogeneradores, energía solar, paneles solares, solar fotovoltaica, solar térmica, estufas ecológicas, electrificación rural

- Rehabilitación, mantenimiento y ampliación a sistema de agua potable. Mejorar la eficiencia en el sistema de agua potable del municipio

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

Chichén Itzá se ubica en el municipio de Tinum, en Yucatán.

De acuerdo a lo establecido en el Diagnóstico del Plan Municipal de Desarrollo de Tinum, Yucatán, para 2018-2021, se establece lo siguiente:

Superficie: 469.42 Km<sup>2</sup>.

Localización: El municipio pertenece a la Región II Oriente de Yucatán. entre los paralelos 20° 40' y 20° 53' latitud norte y los meridianos 88° 21' y 88° 33' longitud oeste; posee una altura promedio de 22 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con Espita, al Sur con Chankom y Kaua, al Este con

Uayma y Kaua y al Oeste con Dzitay y Yaxcabá. (PMD Tinum 2018)

Localidades: La cabecera del municipio es el Pueblo de Tinúm. Además de las localidades de Pisté, Tohopkú, San Francisco, X-Calakooop, San Felipe, San Felipe Nuevo, Balantún, Chichén Itzá, San José, Santa María, San Nicolás, Macuchén, Chichil y Dzulutok.

Provincia Fisiográfica: Karst Yucateco en el 100% de la superficie municipal.

Edafología: suelo de tipo regosol en toda la región. El terreno del municipio es prácticamente plano, está constituido por una llanura de barrera con piso rocoso.

Hidrografía: en el territorio de este municipio no existen corrientes superficiales de agua, solo corrientes subterráneas que forman depósitos conocidos como cenotes, y algunas aguadas.

Áreas Naturales Protegidas: No cuenta con Áreas Naturales Protegidas

Vegetación: Selva mediana subcaducifolia en el 94.64% de la superficie municipal. Las principales variedades son cedro, caoba, ceiba, chacá, pochote.

Fauna: principalmente reptiles: serpientes, lagartijas; además aves como el codorníz y el tzutzuy.

Clima: cálido subhúmedo, con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26.3°C, precipitación media de 85.9 mm. Vientos predominantes en dirección sureste, noroeste, noreste y suroeste.

Eventos climatológicos extraordinarios: Al ubicarse en la Península de Yucatán, este municipio puede verse afectado por una tormenta tropical o ciclón durante la temporada anual que va de julio a noviembre.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

Es importante hacer notar que en un destino como Chichen Itzá, que ya está manejando miles de visitantes diariamente, a un ritmo de mil visitantes por hora de servicio, que el principal riesgo ambiental son los residuos sólidos mal gestionados. Actualmente en el municipio de Tinum, donde se ubica Chichen Itzá no se cuenta con un relleno sanitario y disponen de cerca de 8 toneladas diariamente en un tiradero a cielo abierto. (SDS 2018)

---

## MOVILIDAD URBANA

A 15 km, en el municipio de Kaua, se encuentra un aeropuerto internacional. Se puede llegar al sitio de Chichén Itzá en autobús foráneo, taxi, automóvil particular o rentado. Tiene vías de acceso desde Mérida, Cancún, Valladolid y caminos secundarios.

---

## ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Chichen Itzá se puede llegar desde la autopista concesionada o la carretera federal que comunica la Ciudad de Cancún con la de Mérida, además de contar con una amplia red de carreteras estatales. Cuenta con un aeropuerto, estación de autobuses, servicio de taxis, y transporte suburbano.

---

## PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales

avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

---

## CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 28 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 29 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.

- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la

densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la

localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	50.67%
Mujeres	49.32%
Población Indígena	93.72%
Menores de 15 años	31.94%
Población de 15 a 65 años	61.71%
Mayores de 65 años	6.34%
Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	38.01%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	57.42 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	18.07 %
índice de desempleo	3.4%.

#### Pobreza y Rezago

Población en pobreza: 48.9 %

Población vulnerable por carencias: 41.9 %

Turistas con pernocta\*\* Ene-Dic 2018

Cuartos Disponibles 297

Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018) 23.32%

Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018) 50,167

Estancia promedio turismo individual 1.04 noches

Densidad Promedio por habitación 2.09 personas

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 75,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos No cuentan con un relleno sanitario ; solo con un tiradero a cielo abierto que requiere ser saneado

Capacidad de Manejo Turístico RSU = bajo

##### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 0.0 lps.

Caudal Tratado: 0.0 lps.

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

Aguas Residuales generadas por la población: 1,910 m<sup>3</sup> al día  
(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio no cuenta con capacidad para el Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Agua Potable : el consumo de agua potable del municipio es de 2,388 m<sup>3</sup> al día

---

#### ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 3

- Gerentes y directivos: 1
- Administrativos y contables: 0
- Técnicos y operativos: 2

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 13 pozos

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca y mar.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 2.1%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 100,510 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 2 vehículos.

- Con compactador: 0
- Con caja abierta: 2

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 20%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 0
- Hombres: 3

---

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO

No existen.

---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración

pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento,

personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 86 Numeralia por Localidad: Chichén Itzá (Mpio. Tinum)*

Población al 2015	11,942
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	297
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	216,810
Densidad promedio por habitación (estimado)	2.09
Ocupación promedio (estimado)	23.32%
Turistas noche 2018 (Total anual) (estimado)	51,933
Excursionistas INAH 2018	2,743,554
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	7,516
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	97.9%
Conectividad doméstica al drenaje	78.7%
Capacidad de Recolección de RSU	38%

Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0.18%
---	-------

*Tabla 87 Capacidad de Manejo: Chichén Itzá (Mpio. Tinum)*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Chichén Itzá	38	78.7	98	71.53

*Tabla 88 Capacidad de Carga Efectiva: Chichén Itzá (Mpio. Tinum)*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Chichén Itzá	20,053	19,601	71.53	14,021

Con una capacidad de manejo del 71.53%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 14,021 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

#### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)

- SP Superficie Utilizada por persona (m2)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP) * NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCSoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xl</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

---

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Chichén Itzá	4,500	3	9	3.0	20	4	60	64

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Z.A. Chichén Itzá	3	70	1406	4	1	4,500	500

\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que recorre la zona arqueológica.

Se calcula que 500 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

---

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Chichen Itzá cuenta con infraestructura turística limitada y depende de su conectividad a otros polos turísticos, especialmente de la ciudad de Valladolid, Yucatán.

Este destino es utilizado para excursiones de medio día, la infraestructura turística no es suficiente para ofrecer pernocta a todos los excursionistas diarios; así como tampoco los centros de consumo son suficientes para todos los visitantes; pero la combinación de destinos permite que Chichen Itzá sea el atractivo más visitado en toda la Península de Yucatán.

---

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

En la zona arqueológica ya está superada la capacidad de carga con el volumen de visitantes que recibe ya que llegan todos al mismo tiempo.

Si los más de 7,800 visitantes diarios de la zona arqueológica de Chichén Itzá decidieran visitar también la ciudad de Pisté los servicios urbanos y turísticos no se darían abasto. La funcionalidad de Chichen Itzá permite que los visitantes se trasladen rápidamente a otros lugares para continuar con su día de excursión, lo que representa que se dispersen en restaurantes de varias localidades, visiten ejidos ecoturísticos, cenotes, u otras zonas arqueológicas, por lo que esta zona arqueológica puede dar este tipo de servicio.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

La Zona Arqueológica de Chichen Itzá ya presenta Sobrecarga Turística. La infraestructura turística y urbana en la ciudad no puede sostener a los más de 7,500 visitantes diarios. En menos de medio kilómetro cuadrado debe soportar el paso de mil personas por hora aproximadamente.

Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

	Descripción	Localidad
Justificación	Introducción a los ODS	Chichén Itzá
	Chichen Itzá es el sitio más visitado de toda la Península de Yucatán, merecidamente nombrada una de las siete maravillas del	

mundo. Es el escenario perfecto para atraer la atención del visitante e invitarlo a recorrer los caminos que ofrece el mundo maya, acompañado de un propósito como lo es vivir y contribuir a la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible visitando las 17 localidades en las que se ha puesto en práctica uno de ellos, siempre con el gran valor de vincularse unos con otros, aportar, aprender, compartir, transmitir, vivir. Desde aquí se puede dar a conocer cualquier programa a la mayor audiencia.

#### Estrategia Principal

Establecer una red de 18 espacios de Cultura, Ciudadanía y Sostenibilidad. (CCS) en las 17 localidades del Tren Maya. En estos espacios desarrollar actividades dirigidas a la comunidad local con el propósito de incidir positivamente en las actividades cotidianas que estén relacionadas con el objetivo estandarte de ese lugar, a fin de contribuir al bienestar de los participantes de estas actividades. Mantener constante comunicación visual entre CCS para reforzar la vinculación, la conectividad y la colaboración.

## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Escalonar horarios de acceso a la zona arqueológica. Es necesaria también la correcta gestión de visitantes por medio de tecnologías de la información (TIC's), y se debe buscar el transitar hacia convertirse en un destino inteligente.
- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales.
- Instalar un relleno sanitario. Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas. Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para

la ciudad, parques, y huertos comunitarios. Restaurar la flora local.

- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios.

## MAPAS



*Ilustración 236 Delimitación Municipal Tinum (Chichén Itzá)*



*Ilustración 237 Chichén Itzá y otros destinos regionales*

LOCALIDAD: IZAMAL



*Ilustración 238 Izamal*

ATRATIVOS TURÍSTICOS

- Izamal es un Pueblo Mágico desde 2002. Aún se puede visitar los vestigios mayas en los alrededores del centro histórico. Se pueden apreciar edificaciones existentes desde el siglo XV al XVIII.

- La parroquia y exconvento de San Antonio de Padua, erigida sobre un centro ceremonial indígena. Es el mayor atrio cerrado de México.
- Templo de la Virgen de la Candelaria
- Iglesia de San José
- Haciendas de Sacala y Santa Isabel
- Templo de los Remedios
- Capillas de Santa Cruz, San Román, San Ildefonso, Los Remedios, de Guadalupe y San Juan.
- Templo de la Santa Cruz en Citilcum y Templo de Santa Clara en Kimbilá.
- El Centro Cultural y Artesanal de Izamal.
- Zonas arqueológicas: Pirámide de Kinich Kakmó, Tuul, Habuk, Chaltún ha, Izamatún.
- Además de estos lugares, se puede visitar los destinos turísticos de Mérida, Valladolid, y Chichén Itzá.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Izamal tiene el potencial turístico de convertirse en un punto de encuentro entre culturas y un turismo de confort, al vincularse con recorridos en haciendas tradicionales yucatecas combinando con experiencias sibaritas en cada lugar.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

Entorno natural propicio para realizar turismo de naturaleza y cultura viva, rica en arte popular, tradiciones, festividades, gastronomía y estilo de vida indígena.

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

La ciudad de Izamal tiene un desarrollo turístico medio, con algunos centros de consumo disponibles para los excursionistas que diariamente visitan sus atractivos turísticos, pero no ofrece actividades complementarias para extender la estancia de sus visitantes.

Se tiene registro de 127 establecimientos de hospedaje y cinco establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas con categoría turística. En plataformas digitales se pueden encontrar 29 hoteles y hostales, 24 opciones de renta vacacional y 20 opciones de alojamiento

---

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

completo en Airbnb; así como 13 restaurantes fondas y cafeterías. El Diagnóstico de Competitividad (Sefotur 2016) señala que 3 hoteles, 3 restaurantes, 1 centro artesanal y la Dirección de Turismo cuenta con Distintivo M.

Datatur tiene un registro de 22 hoteles, acumulando un total de 222 habitaciones.

---

#### PERFIL DEL VISITANTE

La Secretaría de Turismo estatal no realiza estas encuestas periódicamente, por lo que no se cuenta con la misma información que en otros destinos. De acuerdo con el reporte de ocupación turística de Datatur, se puede establecer el siguiente perfil de visitante a la ciudad de Izamal:

56.4% de los visitantes que pernoctan en el destino son Mexicanos; el 43.5% extranjeros; estuvieron en promedio 1.17 días en el destino en grupos de 1.76 personas por habitación. La categoría preferida fue la de 2 estrellas, con una ocupación promedio de 50.83% anual durante 2018. (Datatur 2018)

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

1.17 días (Datatur 2018)

---

RECOMENDACIONES PARA AMPLIAR EL TIEMPO DE ESTANCIA EN EL DESTINO.

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 sugiere lo siguiente:

- Diseñar e implementar acciones sociales congruentes para que los habitantes puedan integrarse y comprometerse con su comunidad, cultivando un sentimiento de pertenencia e identidad.
- Fomentar acciones culturales, deportivas, educativas y cívicas, orientadas a prevenir delitos e inducir el respeto a la legalidad y los derechos humanos. Modernizar el equipamiento para combate a la delincuencia. Ordenamiento vial y mejorar la seguridad de peatones.
- Fomentar el turismo alternativo y turismo de naturaleza, proponer Izamal como sede de eventos culturales y sociales.
- Promover intercambios económicos, sociales y culturales con otros países. Definir nuevos segmentos de mercados turísticos en base a las opciones de desarrollo contempladas en la

reglamentación respectiva; facilitar la nueva inversión dirigida al desarrollo de proyectos económicos con fines turísticos que generen nuevos atractivos y mano de obra.

- Gestionar con gobierno estatal y federal fondos de promoción turística en mercados particulares, así como incluir al municipio en cualquier promoción institucional del Estado. Establecer mecanismos para la gestión de recursos, para la promoción de la inversión productiva y la generación de valor agregado a los productos locales.
- Fomentar la capacitación de personal relacionado a la industria turística. (PMD Izamal 2015-2018, p.50)
- Fortalecer la cultura, y valores; recuperar fiestas tradicionales de la comunidad, propiciar eventos, festivales, conciertos, exposiciones, funciones de cine, dirigidos a la población, fomentar el arte y la cultura al aire libre, recuperando espacios de convivencia. (PMD Izamal 2015-2018 p.51)

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

Ecológica Medio/ambiental: requiere instalaciones de drenaje, tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos sólidos, incluyendo un programa de reciclaje y restricciones ambientales al uso de plásticos desechables, papel aluminio, tetrapac y unicef.

Física: sólo tiene capacidad para recibir excursionistas de corta estancia, el principal atractivo de Izamal que es el Convento, es prácticamente el único que es visitado.

Socio-Perceptual: el único motivo para visitar Izamal es para tomar una fotografía del Convento y el Atrio.

Económica: Los visitantes no permanecen en Izamal por lo que no se genera una derrama significativa en la población anfitriona.

Psicológica: Falta capacitación del personal en el turismo, baja profesionalización de la mano de obra, los guías turísticos no cuentan con acreditaciones, no existen registros de satisfacción del visitante.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

Sociedad: El 35.23% de la población del municipio de Izamal se considera indígena. Se tiene registro de 26,801 habitantes al 2015 (Sedesol 2016).

Rezago Social: Un promedio de 3.77 personas viven en cada vivienda. El 54.4% de las personas presenta alguna carencia en los servicios básicos de su vivienda; 27.6% de la población presenta rezago educativo, el 24.4% presenta carencia en la calidad o espacios de su vivienda, el 9.4% carencia por acceso a servicios de salud. 3,292 personas padecen inseguridad alimentaria; el 16% padece inseguridad alimentaria leve, el 8.8% moderada y el 3.7% severa.

Rezago Educativo: El 17% de la población es analfabeta, el 3.50% de los niños entre 6 y 14 años no asisten a la escuela; el 55.93% de la población mayor de 15 años tiene la educación básica incompleta.

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

Marginación: El 58.39% de la población vive en situación de pobreza, de los cuales 44.46% en situación de pobreza moderada, y 13.94% pobreza extrema; el 6.92% padece pobreza extrema y carencia alimentaria. El 53.28% de la población económicamente activa percibe de uno a dos salarios mínimos. El índice de Marginación en este municipio es Alto. (Sedesol Microrregiones Izamal)

Población Económicamente Activa: se compone del 47.96% de los habitantes mayores de 12 años. El restante 51.63% es población no económicamente activa. El índice de desempleo es de 1.58%. De un total de 9,488 personas económicamente activas al 2010 según reporta Sedesol en su catálogo de Microrregiones, el 14.11% pertenecían al sector primario, ya sea en agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, caza o pesca; el 14.46% al sector secundario en el ramo de la construcción y el 27.86% al ramo de la industria manufacturera. El 44.82% colabora en el sector de servicios.

Agricultura: Se tienen destinadas aproximadamente 7730 hectáreas para cultivos, de los cuales sus principales cultivos son Pastos y Praderas en el 60.33% del terreno y generando el 75.15% del rendimiento de la producción; seguido del Henequén, Maíz en grano, Cítricos, principalmente Naranja, frutales varios, y Aguacate. El rendimiento alcanzado en 2010 fue de 29.95 millones de pesos. (Sedesol Microrregiones Izamal 2010)

Ganadería: En 2010 produjeron 781 toneladas de carne, generando un valor de producción de 24.34 millones de pesos; además se produjeron 1,120 toneladas de ganado en

pie, acumulando un valor de producción de 21.24 millones de pesos. El huevo produjo 57.47 toneladas y un valor de 1,15 millones de pesos, y el guajolote produjo 50.23 toneladas y un valor de producción de 2.02 millones de pesos.

Apicultura: se produjeron 6.22 toneladas de cera de abeja y 312.96 toneladas de miel, que alcanzaron un valor de producción de 7.41 millones de pesos.

Comercio: Es la actividad predominante de la población económicamente activa de la comunidad. Predomina la venta al por menor de artículos de primera necesidad, ropa, zapatos, y diversos productos y servicios. El municipio cuenta con un mercado público y un rastro, por lo que es un centro de abastecimiento de localidades más pequeñas. (PMD Izamal 2015-2018, p.32)

---

#### SERVICIOS

Vivienda: se tienen contabilizadas 7,104 viviendas en el municipio. El 49.5% cocina con leña sin contar con chimenea dentro de su cocina o vivienda. El 39% no cuentan con una adecuada gestión de sus residuos, el 64.8% de las viviendas no dispone de drenaje, el 16% de las viviendas presenta

hacinamiento, el 14% de las viviendas no cuenta con sanitario; esto representa el 53.1% de las viviendas, y afecta a 13.933 personas. (Sedesol 2016)

Salud: el 71.3% de la población es derechohabiente a un servicio de salud.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Vivienda: el 3.4% de las viviendas tiene un techo precario, el 1.6% tiene muros precarios y piso de tierra, el 4% de las viviendas no dispone de agua entubada, el 15.4% no dispone de electricidad, el 64.8% de las viviendas no tiene drenaje. (PMD Izamal 2015-2018, p.32)

Educación: Se tiene contabilizados 35 inmuebles educativos, de los cuales el 20% no cuentan con servicio de agua conectada a la red pública, el 34.3% no cuenta con drenaje, el 42.9% no cuenta con cancha deportiva. De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 se tiene registro de 12 centros de preescolar, 19 primarias, 7 secundarias, 3 bachillerato y 1 de nivel superior. (PMD Izamal 2015-2018, p.31)

Salud: El municipio cuenta con 4 unidades de consulta externa y 1 unidad de hospitalización. Una de las unidades médicas es del IMSS y otra del ISSSTE.

Aguas Residuales: Este municipio no cuenta con Planta de Tratamiento.

Relleno Sanitario: cuentan con un relleno sanitario donde se gestionan 16.1 toneladas de basura diariamente.

---

#### MANTENIMIENTO

Agua potable y Alcantarillado: Según el Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018, es necesario ampliar la cobertura del sistema de agua potable del municipio y sus comisarías, introducir agua potable y rehabilitación de los sistemas en las colonias donde no se cuenta el servicio, incrementar la cobertura de alcantarillado y saneamiento del municipio y sus comisarías, construir nuevas alcantarillas colectoras que permitan el desalojo de aguas pluviales.

Vialidades: Pavimentar y realizar bacheo, construir banquetas y guarniciones, pasos peatonales, mejorar la señalización y nomenclatura, instalar focos ahorradores, rehabilitar luminarias, e introducir alumbrado en las calles que no cuenten con este servicio.

Saneamiento: mejorar el parque vehicular para la recolección de residuos sólidos, ampliar los servicios de saneamiento para incluir limpieza de calles, barrido nocturno y jardinería de banquetas en la ciudad de Izamal.

Patrimonio Pueblo Mágico: En el Diagnóstico de competitividad y sustentabilidad de los pueblos mágicos. Municipio de Izamal, Yucatán, realizado por la Secretaría de Fomento Turístico de Yucatán (2016) se reporta que es necesario rescatar y mantener el patrimonio arquitectónico y cultural de los edificios y espacios que integran el Centro Histórico de Izamal; incluyendo el rescate integral de sitios arqueológicos e históricos; continuando con la gestión para declarar Izamal como Patrimonio Mundial de la Humanidad ante la UNESCO; elaborar un programa de reordenamiento de transporte urbano dentro del Centro Histórico que facilite la movilidad del turismo; y realizar acciones de concientización económica y social de los comercios, restaurantes y hoteles que están en la zona de rescate del Centro Histórico. (Sefotur, 2016:24)

Patrimonio Natural: El Diagnóstico De Competitividad Y Sostenibilidad De Los Pueblos Mágicos (2016)

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

- Es urgente un sistema de tratamiento de aguas residuales que abarque la totalidad de las viviendas y comercios.
- Rescatar y mantener el patrimonio arquitectónico y cultural de los edificios y espacios que integran el Centro Histórico de Izamal; incluyendo el rescate integral de sitios arqueológicos e históricos; continuando con la gestión para declarar Izamal como Patrimonio Mundial de la Humanidad ante la UNESCO.
- Elaborar un programa de reordenamiento de transporte urbano dentro del Centro Histórico que facilite la movilidad del turismo; y realizar acciones de concientización económica y social de los comercios, restaurantes y hoteles que están en la zona de rescate del Centro Histórico
- Crear programas de infraestructura para la prevención y el control de contaminación ambiental. Instrumentar programas de concientización ecológica y educación ambiental en la población. Fomentar actividades de

promoción de la educación y cultura ambiental. Establecer un programa de capacitación y educación ambiental para funcionarios del gobierno municipal.

- Pavimentar y realizar bacheo, construir banquetas y guarniciones, pasos peatonales, mejorar la señalización y nomenclatura, instalar focos ahorradores, rehabilitar luminarias, e introducir alumbrado en las calles que no cuenten con este servicio.
- Rescatar y mantener el patrimonio arquitectónico y cultural de los edificios y espacios que integran el Centro Histórico de Izamal; incluyendo el rescate integral de sitios arqueológicos e históricos; continuando con la gestión para declarar Izamal como Patrimonio Mundial de la Humanidad ante la UNESCO.
- Elaborar un programa de reordenamiento de transporte urbano dentro del Centro Histórico que facilite la movilidad del turismo; y realizar acciones de concientización económica y social de los comercios, restaurantes y hoteles que están en la zona de rescate del Centro Histórico

- Pavimentar y realizar bacheo, construir banquetas y guarniciones, pasos peatonales, mejorar la señalización y nomenclatura, instalar focos ahorradores, rehabilitar luminarias, e introducir alumbrado en las calles que no cuenten con este servicio.

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 del municipio de Izamal establece lo siguiente:

Superficie: 275.92 Km<sup>2</sup>.

Localización: 20°51' Latitud Norte y 88°51' Longitud oeste. Altitud promedio, 13 msnm. Ubicada en la Región IV Yucatán Centro. Colinda al Norte con los municipios de Tekal, Tepakán y Tekantó; al Sur con Xocchel, Kantunil y Sudzal; al este con Tunkás y al Oeste con Honcutún, todos en el estado de Yucatán.

Localidades: cuenta con 18 localidades, entre las que destacan Izamal, Kimbilá, Stilpech, Citilcum, y Xanabá.

Provincia Fisiológica: Karst Yucateco en el 100% de la superficie municipal.

Hidrología: Como en toda la península de Yucatán, no existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, se pueden encontrar depósitos de agua en el subsuelo, que en algunos casos en que el suelo colapse pueden quedar al descubierto y ser llamados cenotes, o formar aguadas.

Uso de Suelo: selva baja caducifolia (matorrales y arbustos espinosos) en 54.18% del territorio, pecuario pastizal cultivado en 23.61%, selva subcaducifolia 20.73%.

Fauna: reptiles (iguanas, lagartija y serpientes); y aves (paloma y codorniz)

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano, sequías de medio verano. Temperatura anual de 27°C; precipitación pluvial de 1,200 mm; vientos predominantes del sureste. Humedad relativa promedio anual de 66% en marzo y 89% en diciembre.

Eventos climatológicos extraordinarios: Al estar enclavado en la Península de Yucatán, el territorio municipal está en la trayectoria de cualquier huracán que llegara a formarse durante la temporada anual que va de julio a noviembre. Si la zona se ve afectada por un huracán es común que en la siguiente temporada de sequía se presenten incendios

causados por las ramas secas y árboles caídos que causó el paso del ciclón.

Áreas Naturales Protegidas: En el municipio no se encuentra ninguna Área Natural Protegida; la más próxima es Ría Lagartos.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

El Diagnóstico De Competitividad Y Sostenibilidad De Los Pueblos Mágicos (2016) establece que la problemática ambiental está relacionada directamente con el manejo de los desechos, ya que su mala gestión está afectando el recurso hídrico, el suelo y el paisaje. Así mismo, señala que se deben diseñar programas y acciones de promoción y respeto a los recursos naturales del municipio, así como establecer un padrón de las zonas turísticas y ecológicas para su promoción local, nacional e internacional, promoviendo el conocimiento y la protección de los recursos naturales en los programas de turismo.

---

#### MOVILIDAD URBANA

El municipio cuenta con conectividad vía carretera federal, estatal, terracería, caminos rurales que lo conectan con otros municipios de la región. Se puede llegar desde Mérida,

desde Pisté o desde Valladolid, todos en Yucatán. La transportación urbana y rural se realiza mediante taxis y vehículos particulares. La transportación foránea se realiza en taxis y autobuses directos y de paso.

Existe dos líneas de autobuses que prestan sus servicios de transporte con la ruta Izamal-Mérida; Izamal-Valladolid; Izamal-Cancún Quintana Roo. Izamal, cuenta con un paraderos de servicio vehicular tipo van para transporte foráneo a la ciudad de Mérida, una terminal de autobuses. Actualmente, el sistema vial de la ciudad de Izamal está constituido por calles estrechas, lo que podría ocasionar que los requerimientos viales urbanos actuales sean otros, la ciudad de Izamal cuenta con cinco entradas que colindan con municipios circunvecinos como son Tekal de Venegas, Tepakán, Cacalchen, Sudzal, Tunkas. (Sefotur, 2016:7)

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A la ciudad de Mérida se puede llegar desde la autopista concesionada de Cancún así como de Campeche, También cuenta con accesos a través de la carretera federal que la conecta con ambas ciudades; además de contar con una amplia red de carreteras estatales. Cuenta con un aeropuerto, estación de autobuses, transporte público

colectivo, servicio de taxis, y transporte suburbano; cuenta con una ciclovía turística.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 30 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf),

equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 31 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y

planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la

infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas

que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Programa Pueblos Mágicos.
- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 H Ayuntamiento de Izamal.
- Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024 Gobierno de Yucatán.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

##### Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	49.3%
Mujeres	50.7%
Población Indígena	50.74%
Menores de 15 años	27.69%
Población de 15 a 65 años	63.21%
Mayores de 65 años	9.1%

##### Población Económicamente Activa

Población Económicamente Activa:	39.07%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	53.83 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	24.61 %
índice de desempleo	2%.

##### Pobreza y Rezago

Población en pobreza:	48.9 %
Población vulnerable por carencias:	41.9 %

Turistas con pernocta**	Ene-Dic 2018
-------------------------	-----------------

Cuartos Disponibles	220
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	23.56%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	22,352
Estancia promedio turismo individual	1.16 noches
Densidad Promedio por habitación	1.68 personas

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

- Diariamente se recolectan 18,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos
- Cuentan con un relleno sanitario
- Capacidad de Manejo Turístico RSU = medio

##### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 0.0 lps.

Caudal Tratado: 0.0 lps.

Aguas Residuales generadas por la población: 4,172 m3 al día

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio no cuenta con capacidad para el Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Agua Potable : el consumo de agua potable del municipio es de 5,216.00 m3 al día

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 16

- Gerentes y directivos: 1
- Administrativos y contables: 6
- Técnicos y operativos: 9

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 13 pozos.

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o Barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 2.1%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 18,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (90%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 4 vehículos.

- Con compactador: 0
- Con caja abierta: 4

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 98%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 13
- Hombres: 15

Ubicación de Plantas de Tratamiento y Relleno Sanitario



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 89 Numeralia por Localidad: Izamal*

Población al 2015	26,081
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	220
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	160,600
Densidad promedio por habitación	1.68
Ocupación promedio	23.57%
Turistas noche 2018 (Total anual)	25,959
Excursionistas INAH 2018	Sin datos
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	Sin datos
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	98.5%
Conectividad doméstica al drenaje	83.6%
Capacidad de Recolección de RSU	61%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0.31%

*Tabla 90 Capacidad de Manejo: Izamal*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Izamal	61	83.6	98.5	81.03

*Tabla 91 Capacidad de Carga Efectiva: Izamal*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Izamal	26,581	26,212	81.03	21,240

Con una capacidad de manejo del 81.3%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 68,449 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP) *NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xli</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del

sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

**DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA**

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Atrio de Izamal	500	4	6	2.0	4	4	16	20

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Atrio de Izamal	3	25	100	4	1	375	62

\* La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero que rodea el Atrio de Izamal, y las escaleras de acceso al templo. Se calcula que 62 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

**IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:**

Izamal cuenta con suficiente infraestructura turística para el volumen de visitantes que recibe.

Sólo hay reducidas opciones de pernocta pero son suficientes para las personas que desean visitar Izamal y pasar la noche en ese lugar. La mayoría de los visitantes de Izamal son excursionistas y siguen su camino después de una hora de visita.

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:**

En la ciudad de Izamal no está superada la capacidad de carga turística, aunque el tránsito vehicular ya es una situación problemática. El tipo de turista que visita Izamal es el excursionista que va en ruta hacia un destino más en su recorrido. La cantidad de personas que visitan al mismo tiempo la atracción principal de Izamal puede llegar a saturar al atractivo, pero es tal su tamaño que logra dispersar bien a los excursionistas que recibe. Además se puede pasear por el pequeño centro y visitar los vestigios Mayas.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad ya está superada en los servicios municipales de gestión de residuos sólidos y gestión de aguas residuales. Hace falta más servicios sanitarios públicos.

Las calles son muy estrechas y se pueden ver afectadas por la carga vehicular. Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

 <b>10 REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES</b>	Descripción	Localidad
<b>Justificación</b>	Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países	Izamal
	Izamal históricamente es un punto de encuentro entre dos mundos que a pesar de las fracturas causadas por la conquista sobre un territorio que se mantuvo indígena se ha	

	mantenido inmóvil en el tiempo para que podamos presenciar este choque de culturas de forma tal que conectemos con ambas. El gran atrio no es más que la plataforma piramidal del gran templo maya que lo sostiene. Izamal es la ventana para la reconciliación, no se puede cambiar lo que ya es, pero se puede hacer mejor, más inclusivo, y más duradero.
<b>Estrategia Principal</b>	Establecer en Izamal un espacio cultural para realizar encuentros de diversa índole, fomentando que grupos afines lo visiten y encuentren una plataforma para sus ideas, sus viajes de reconocimiento, de integración, se den en un espacio donde predomine la armonía, el respeto y el sentido de pertenencia; creando un espacio donde se pueda transmitir y adquirir conocimiento ancestral de cualquier parte del mundo.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

- Incrementar la cobertura de alcantarillado y saneamiento del municipio y sus comisarías,

construir nuevas alcantarillas colectoras que permitan el desalojo de aguas pluviales.

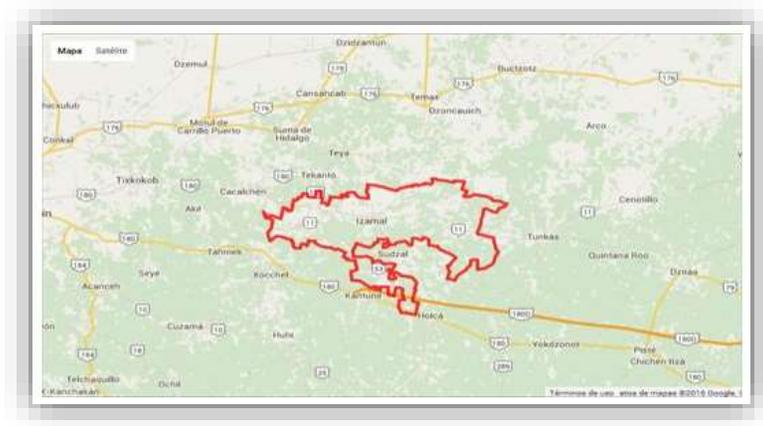
- Mejorar el parque vehicular para la recolección de residuos sólidos, ampliar los servicios de saneamiento para incluir limpieza de calles, barrido nocturno y jardinería de banquetas en la ciudad de Izamal.
- Establecer un programa integral de tratamiento de residuos sólidos. Fomentar el reciclaje de residuos en los servicios de recolección.
- Establecer un programa permanente de cuidado y saneamiento de árboles en zonas municipales, fomentar actividades de reforestación, y acciones de recuperación de la fauna silvestre; además de control sanitario y protección de la fauna doméstica y urbana.
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano. (CPI Mérida 2018, p. 84).

El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 señala que es necesario:

- Crear programas de infraestructura para la prevención y el control de contaminación ambiental. Instrumentar programas de concientización ecológica y educación ambiental en la población.
- Fomentar actividades de promoción de la educación y cultura ambiental. Establecer un programa de capacitación y educación ambiental para funcionarios del gobierno municipal.
- Diseñar políticas de equilibrio ecológico que garanticen un desarrollo sostenible compatible con el programa de desarrollo urbano. Rescatar e incrementar las áreas verdes en el municipio. Establecer un programa permanente de revisión del cumplimiento de las normas ambientales en las actividades económicas.
- Establecer un programa integral de tratamiento de residuos sólidos. Fomentar el reciclaje de residuos en los servicios de recolección.

- Crear un programa de ordenamiento urbano, regularizar tierras, ejidos y propiedad privada; acondicionar la infraestructura urbana para mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.
- Establecer un programa permanente de cuidado y saneamiento de árboles en zonas municipales, fomentar actividades de reforestación, y acciones de recuperación de la fauna silvestre, y control sanitario y protección de la fauna doméstica. (PMD Izamal 2015-2018 p. 57)

## MAPAS



*Ilustración 239 Delimitación municipal, Izamal.*

LOCALIDAD: MÉRIDA



*Ilustración 240 Centro Cultural Olimpo. Mérida Yucatán. © Gobierno de Yucatán*

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Existen 223 sitios arqueológicos en el municipio, los cuales corresponden a diversos conjuntos arquitectónicos que abarcan más de 2 mil años. Entre los que resaltan están Dzibilchaltún y T'ho, ahora Mérida; recintos como Xoclan, Cholul y Xcatzmil y centros de población como Dzoyilá y Soblonké. Se han decretado en el municipio 315 Zonas de Protección Arqueológica. También se cuenta con 15 parques arqueológicos y 55 reservas arqueológicas. 15 de

los 233 sitios arqueológicos tienen el uso de Parques Arqueológicos, en los que existe infraestructura urbana, pero no se permite a vecinos y visitantes estar en contacto directo con el patrimonio edificado; el resto de los sitios se encuentran en el subsuelo de la mancha urbana o al interior de los montes en el territorio municipal. (PMD Mérida 2018-2021 p. 72)

Se tiene registro de 304 zonas de protección arqueológica que tienen potencial para su aprovechamiento económico sostenible formando corredores ecoturísticos, enlazados mediante una estrategia de ordenamiento y reconocimiento de dichas zonas. El INAH ha decretado 49 reservas arqueológicas, con un total de 103.87 hectáreas, en estas el sitio arqueológico está rodeado de áreas verdes y conservación de la vegetación autóctona. (PMD Mérida 2018-2021 p. 72)

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

El principal potencial turístico de Mérida es su capacidad para recibir el segmento de turismo de congresos y convenciones, ya que es una ciudad que cuenta con gran cantidad de alojamientos de gran capacidad, un centro de convenciones y un aeropuerto internacional.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 resalta que el turismo es una de las actividades principales del municipio, con la oferta orientada a la cultura y la naturaleza.

Cercano a este municipio se pueden encontrar playas, como Progreso, el principal destino de Playa del Estado; zonas arqueológicas como Chichen Itzá e incluso una autopista hacia Cancún y la Riviera Maya.

Hay más de 20 haciendas que se pueden visitar en los alrededores de la ciudad de Mérida.

Como eventos anuales resaltan la Feria Xmatkuil y el Carnaval de Mérida, el cual en 2016 atrajo a 836,000 asistentes durante 8 días y generando una derrama de \$150.48 millones de pesos. (PMD Mérida 2018-2021)

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Centro de Mérida: Alto

Zona Urbana de Mérida: Medio

Zona Rural de Mérida: Bajo

El Portal Datatur reporta que se tienen contabilizados a diciembre de 2018 un total de 6,897 cuartos de hotel en la

ciudad de Mérida, abarcando todas las categorías. En Diciembre de 2018 la ocupación promedio de la ciudad de Mérida fue de 58.56%; la categoría que mejor ocupación mostró fueron los hoteles de 3 estrellas, con un 66.45% de ocupación en diciembre de 2018. Se estima que ese mes visitaron Mérida y se hospedaron en un hotel un total de 165,909 turistas. Se pueden encontrar en plataformas digitales 431 hoteles y 713 cuartos de alquiler vacacional, además de 306 opciones de alojamiento completo en Airbnb. Más de 380 opciones de consumo de alimentos.

En 2007 se implementó la Policía Turística, la cual cuenta con cinco módulos de atención. En 2015 se les capacitó en el idioma inglés.

---

#### PERFIL DEL VISITANTE

Este perfil fue obtenido del documento titulado Perfil y Grado de Satisfacción del turista que visita Mérida. Reporte octubre- noviembre 2014, elaborado por la Universidad Autónoma de Yucatán.

*Tabla 92 Perfil del visitante, Mérida.*

Categoría	Respuesta	Porcentaje
Género	hombre	47.43%
	mujer.	52.57%

<i>Edad del Visitante</i>	18 a 25 años	21.04%
	26 a 35 años	30.84%
	36 a 55 años	35.16%
	56 o mayor	12.97%
<i>Nivel de Estudios</i>	Solo Primaria	14.59%
	Secundaria	5.78%
	Bachillerato	23.10%
	Licenciatura	55.02%
	Posgrado	14.59%
<i>Procedencia</i>	México	74.93%
	Europa	15.09 %
	Estados Unidos	7.41 %
	Canadá	1.71%
<i>Acompañantes</i>	en pareja	28.74%
	en familia	22.41%
	con amigos	14.94%
	solo	33.91%
<i>Razón del viaje</i>	Descanso	43.84%
	Negocios	24.36%
	Tratamientos de salud	13.47%
	Visita Familiar	11.75%
	Otros	6.59%

La estancia promedio en la ciudad de Mérida es de 2 noches. El portal Datatur arroja un promedio de 1.68 noches.

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

El Plan Municipal de Desarrollo sugiere llevar a cabo las siguientes acciones:

- Promoción de la cultura. fortalecer las estrategias de gestión de apoyos financieros de los museos, así como consolidar la Red de Museos (PMD Mérida 2018-2021- p.66)
- Restauración y protección de los vestigios arqueológicos en zona urbana, como es el caso de los vestigios vandalizados en la zona del periférico (PMD Mérida 2018-2021 p, 73)
- Potenciar el papel ecológico de los corredores que atraviesan el municipio, convirtiéndolos en grandes infraestructuras ecológicas, diseñar anillos verdes o grandes parques lineales al interior y exterior del Anillo Periférico, que mantengan la conectividad biológica a favor de los servicios ecosistémicos. (PMD Mérida 2018-2021 p, 78)

---

TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

---

ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

- Fortalecer el patrimonio cultural, las tradiciones, la expresión oral, el idioma, los rituales y actos festivos, las técnicas artesanales tradicionales, gastronomía tradicional, y la forma de hablar de la gente de Mérida. (PMD Mérida 2018-2021 p, 79)
- Desarrollar ciclistas y andadores peatonales. (PMD Mérida 2018-2021 p. 98)

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

- Ecológica Medio/ambiental: Deforestación, contaminación y problemas ambientales relacionados con el modelo de desarrollo urbano actual (PMD 2018-2021 p.108) hay un importante detrimento de la cobertura vegetal, se ha expandido la mancha urbana por encima de corredores biológicos; no existe la suficiente regulación para prevenir la contaminación del manto freático y la dotación disponible de agua potable.
- Física: las vialidades están saturadas, el transporte público no es eficiente, la población vive muy retirada de los lugares de trabajo; las ciudades satélite de Mérida dependen mucho de su relación con Mérida,

por lo que en vez de desahogar los servicios, los saturan.

- Socio-Perceptual: la población local suburbana se ve afectada por el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Mérida, la disponibilidad de todos los servicios sólo en la ciudad de Mérida, y se ven afectados por marginación social, rezago, inseguridad pública, costo del transporte muy alto para su poder adquisitivo y falta de espacios dignos para su desarrollo humano (PMD Mérida 2018-2021, p. 108)
- Económica: los servicios se encarecen para la población local, especialmente el valor de los terrenos y el servicio de transporte. La canasta básica sube más que los salarios.
- Psicológica: Mérida es una ciudad de contrastes, donde se ha favorecido la urbanización en detrimento de las áreas verdes y arboladas, por lo que no hay sombra, solo sol.

---

## CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

Superficie: 883.40 Km<sup>2</sup>

Localización: Se localiza en la Región VI Influencia Metropolitana, del estado de Yucatán. Colinda al norte con los municipios de Progreso, Chicxulub Pueblo y Conkal; al este con los municipios de Conkal, Yaxkukul, Tixkokob, Tixpéhual, Kanasín y Timucuy; al sur con los municipios de Timucuy, Abalá y Umán; y al oeste con los municipios de Umán, Ucú y Progreso, todos en Yucatán.

Localidades: La cabecera municipal es la ciudad de Mérida; además, el municipio cuenta con 12 pueblos: Caucel, Cosgaya, Chablekal, Cholul, Chuburná de Hidalgo, Dzityá, Dzununcán, Komchén, Molas, San José Tzal, Sierra Papacal y Sitpach, y algunas localidades menos pobladas.

Orografía: El territorio municipal se caracteriza por la ausencia de desniveles orográficos en toda su extensión. La pendiente del terreno es inferior al 5 por ciento con tendencia descendente hacia el norte. Suelo tipo regosol que se encuentra en toda la región.

Hidrografía: El municipio pertenece a la Región Hidrológica XII Península de Yucatán. En el territorio municipal no

existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, hay corrientes subterráneas que forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

Vegetación: el 52% de la superficie municipal está categorizado como terrenos forestales; de estos, el 62% del territorio es Selva Baja Caducifolia. Las selvas medias del territorio presentan vegetación secundaria de rápido crecimiento, ya que la vegetación primaria casi ha desaparecido del estado, a excepción de pequeños relictos en el municipio de Tekax.

Flora: vegetación decidua tropical y selva espinosa, localmente considerada como selva baja y correspondiente o asociada con suelos muy someros y pedregosos. Esta flora tiene poco valor comercial. Los árboles no maderables alcanzan una altura máxima de 6 metros. El Plan Municipal de Desarrollo de Mérida señala que se tienen catalogados 891 árboles como joyas botánicas. (PMD Mérida 2018-2021 p. 84)

Fauna: Las especies más comunes de animales que habitan el municipio son mamíferos: conejo, venado, tuza,

zarigueya, zorrillo; reptiles: variedad de iguanas y serpientes; aves: golondrinas, palomas, tzutzuy.

El Plan Municipal de Desarrollo Mérida 2018-2021 resalta que las aves son parte importante del Patrimonio Natural del Municipio de Mérida. Existe un registro de 163 aves silvestres nativas y 35 especies migratorias. (PMD Mérida 2018-2021 p.84)

Clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano, con sequías de medio verano. temperaturas máximas 40.2°C, media 26.2°C y mínima 14°C; la humedad relativa máxima es de 83%, la media de 72% y la mínima de 61%. La precipitación pluvial varía de 500 a 1100 mm anuales. (PMD Mérida 2018-2021 p. 110)

Eventos climatológicos extraordinarios: El municipio de Mérida puede verse afectado por el paso de ciclones, y tormentas tropicales, así como la llegada de frentes fríos. En menor medida, el municipio se puede ver afectado por sequías, incendios forestales, inundaciones, trombas, turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas. (PMD Mérida 2018-2021, p. 108)

De acuerdo con el Atlas de Riesgos de Peligros Naturales del Municipio de Mérida, Yucatán, México (2015) la península de Yucatán enfrenta peligros geológicos, como hundimientos del terreno provocados por las filtraciones de agua en la coraza caliza (Robles 1959 en Atlas de Riesgo 2015 p. 84) además de peligros hidrometeorológicos causados por sistemas tropicales, masas de aire y sistemas frontales y temperaturas extremas. Los sistemas tropicales se clasifican en depresiones tropicales, cuando la intensidad del viento es menor a 64 km/h; tormentas tropicales, cuando los vientos oscilan entre los 61 y 113 km/h y Huracanes, cuando los vientos superan los 114 km/h. Los huracanes a su vez se clasifican en cinco categorías, de acuerdo a la intensidad del viento y de la depresión en el centro del huracán. Los meses de mayor incidencia de estos fenómenos en el estado de Yucatán son agosto, septiembre y octubre; sin embargo, pueden ocurrir de junio a noviembre.

Como consecuencia de los sistemas tropicales, pueden presentarse inundaciones causadas por ráfagas constantes de precipitación por periodos de 5 a 10 días continuos. Las áreas inundables se presentan en las franjas costeras de casi toda la Península y en diversas zonas urbanas que se

localizan en las áreas bajas, pues no existen drenajes adecuados. Las inundaciones pluviales también son generadas por el exceso de lluvia efectiva por falta de un sistema de alcantarillado; las inundaciones costeras causadas por la sobre elevación del nivel del mar en el Golfo de México provoca que éste penetre a tierra, afectando en ocasiones zonas muy amplias, además del daño causado por el oleaje.

Los problemas que derivan de las inundaciones tiene un efecto directo en la población por las pérdidas humanas y materiales que provocan, además de causar desequilibrio ambiental, social y económico. (Atlas De Riesgo Yucatán 2015 p. 90)

Riesgos por Cambio Climático: aumento de las temperaturas, que ha llegado a 40.8°C con una sensación térmica de 52.8°C. (Conagua 2017, citado en el PMD Mérida 2018-2021 p. 109)

El Atlas de Riesgo de Yucatán señala que, además de los riesgos meteorológicos, la región también es susceptible a temperaturas extremas y sequías. En Yucatán se ha presentado una sequía cada 5 años. Un riesgo asociado a la sequía son los incendios forestales, ocasionados también

por las actividades agropecuarias, que son las más comunes generadoras de incendios. (Atlas de Riesgos p. 93)

Áreas Naturales Protegidas: En el municipio hay dos: el Parque Nacional Dzibilchaltún y la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Reserva Cuxtal, de jurisdicción estatal.

El ANP Dzibilchaltún se encuentra en la sección del municipio que presenta mayor presión urbanística e inmobiliaria. Se debe promover la conservación de las áreas naturales en las secciones circundantes. La Reserva Cuxtal se encuentra ubicada en la principal área de recarga acuífera del municipio; también está expuesta a presiones por los procesos de urbanización del municipio y por presiones de intereses privados. (PD Mérida 2018-2021 p. 107)

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES

Cenotes y Cuevas: El Plan Municipal de Desarrollo de Mérida 2018-2021 señala que se tiene un registro de 128 cenotes en el municipio; 22 de ellos en la Reserva Ecológica Kuxtal, y un total de 50 se localizan en áreas protegidas por decreto federal o municipal. Se tienen elaboradas 73 fichas

actualizadas, y se busca promover la actualización del Reglamento de Cenotes, Cuevas y Pozos Comunitarios del municipio. Hay cenotes que han tenido que ser clausurados o rellenados debido a que se realizaron construcciones en el predio, y para verter aguas residuales; 3 de estos se localizan en el centro de la ciudad y presentan niveles altos de contaminación por coliformes fecales. (PMD Mérida 2018-2021, p.81) Los usos actuales de los cenotes están determinados por el uso que tienen los predios donde se localizan; 49% se encuentran sin uso y el 9% son utilizados como balnearios; el 12% es utilizado para abastecimiento de agua para uso agropecuario. (PMD Mérida 2018-2021, p.82)

Los cenotes del municipio están siendo gravemente afectados por el desarrollo urbano que se ha ido extendiendo, así como por las actividades inadecuadas que se hacen en éstos, así como la falta de protección, lo que genera un peligro inminente para el acuífero de esta región. (PMD Mérida 2018-2021, p.84)

Las características del suelo provocan que el manto freático sea muy susceptible a la contaminación, por lo que es necesario proteger las zonas de recarga al acuífero, ubicadas en el sureste del municipio; así como también las

áreas cercanas a las tres plantas potabilizadoras. (PMD Mérida 2018-2021 p.86)

Los ecosistemas que conforman el patrimonio natural del municipio se han visto amenazados por el crecimiento urbano y el cambio de uso de suelo, así como el impacto negativo de la expansión de los asentamientos urbanos, los incendios forestales causados por factores antropogénicos, el establecimiento de sitios de disposición final de residuos de forma clandestina o cerca de cuerpos de agua.

La expansión de la ciudad de Mérida ha bloqueado grandes corredores ecológicos y fragmentado entornos naturales. (PMD Mérida 2018-2021 p. 89) Una de las grandes causas de la pérdida de cobertura vegetal es el cambio de uso de suelo y su incorporación al desarrollo urbano.

Contaminación hídrica: la contaminación es de origen antropogénico, directamente relacionada con el vertimiento de los residuos domésticos, urbanos, industriales, químicos y agrícolas a fuentes de agua dulce sin el tratamiento adecuado. El agua subterránea del municipio presenta diferentes niveles de contaminación y no es apta para el consumo humano. Los primeros diez metros del acuífero en todo el territorio presenta algún grado de contaminación. Hay

una relación directa entre la ubicación de los asentamientos humanos y la contaminación hídrica. (PMD Mérida 2018-2021 p. 104)

Los patrones de disposición de los residuos en el municipio comprometen la disponibilidad y la calidad del agua, ya que el acuífero es muy susceptible a la contaminación por causas antrópicas, debido a la alta permeabilidad del subsuelo cárstico, que permite que el agua se filtre rápidamente y arrastre cualquier sustancia que se encuentre en la superficie. (PMD Mérida 2018-2021 p. 105)

El Atlas de Riesgo señala que la disposición inadecuada de los residuos sólidos en los centros urbanos del estado resulta un problema muy grave para las autoridades. En Yucatán, 105 municipios utilizan para la disposición final de residuos sólidos, basureros municipales, los cuales muchas veces están ubicados en sitios inadecuados como sascaberas, humedales, y áreas aledañas a las comunidades. Estos basureros son tiraderos a cielo abierto, sin control alguno de los residuos sólidos dispuestos, por lo que cuando se presenta la época de lluvias, estos sitios representan un gran riesgo de contaminación para el agua subterránea y son un foco de infección para la población, ya

que se dispone en ellos cualquier tipo de residuos. Además, mucha gente dispone sus residuos sólidos a la orilla de cualquier camino en las afueras de las poblaciones.

Los lixiviados que produce el antiguo tiradero de basura municipal, localizado en el poniente de la ciudad de Mérida, han provocado un radio de contaminación considerable, afectando la calidad del agua subterránea de zonas rurales que se ubican al noroeste de este. Este es un problema que se produce en todas las principales ciudades del Estado, aunque no se cuenta con estudios al respecto para determinar el impacto sobre las aguas subterráneas y el ambiente. (Atlas de Riesgo 2015 Yucatán p 98)

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES

El Municipio de Mérida pertenece a la Zona Metropolitana de la Ciudad de Mérida (ZMM), junto con los Municipios de Kanasín, Conkal, Ucú, Umán y Tixpéhuatl forman un conglomerado urbano que en 2010, y de acuerdo con información obtenida en Conapo, era de 973, 046 habitantes en 2018, se estima que la población del municipio de Mérida es de 949,217 habitantes, de los cuales el 93.61% se concentran en la ciudad de Mérida. (PMD 2018-2021 Mérida, p.53)

La población del municipio se compone en un 55.29% de adultos entre 20 y 59 años, seguido del 32.94% de menores de edad y 10.62% de adultos mayores.

El grado de escolaridad promedio es de 10.1; el 70.4% de la población cuenta con educación básica completa, y el 18.3% con educación superior. La tasa de rezago educativo es del 16.2%.

Población Indígena: El municipio de Mérida cuenta con 47 Comisarías y Subcomisarías con una población total de 52,083 habitantes (INEGI, 2010), de los cuáles un 35% son considerados como población indígena Maya. La población indígena padece rezago educativo, falta de acceso a servicios de salud, servicios públicos muy limitados, falta de obra pública, falta de oportunidades laborales y pobreza en algunos casos extrema. (PMD Mérida 2018-2021 p. 115)

Enfermedades Metabólicas: 77.9% de la población mayor a 20 años y el 49.5% de los menores de edad padece sobrepeso u obesidad. (ENSANUT, 2012, citado en el PMD Mérida 2018-2021, p. 125) 16.7 % de los menores de 5 años en el municipio sufre desnutrición (ENSANUT, 2016, citado en el PMD Mérida 2018-2021, p. 131).

Equidad de Género: El Instituto de la Mujer atendió a 12,662 mujeres en 2017. 45.3% amas de casa, 30.9% empleadas de trabajos variados, 11.5% trabaja por su cuenta, 4.4% es desempleada, 3% estudiante, 2.6% subempleada, 1.3% jubilada; el 0.8% tiene alguna profesión y 0.2% tiene una microempresa. El 41.2% terminó la secundaria, el 22.9% nivel medio superior, 19.7% sólo primaria, el 12.7% licenciatura, el 1.9% analfabeta y el 1.6% lee y escribe. (PMD Mérida 2018-2021 p. 120)

Los casos de violencia o que necesitan de atención provienen de zonas en las que hace falta desarrollo, y se dan situaciones de discriminación y rezago. Además de violencia, otros problemas son alcoholismo, pérdida de recursos, intentos y pensamientos suicidas, drogadicción, daño físico y mental, pérdida de posibilidades de desarrollo y la deshabilitación de redes de apoyo. (PMD Mérida 2018-2021 p. 120) Las oportunidades de empleo para mujeres en situación vulnerable, que no cuentan con una preparación académica es escasa, por lo tanto, su situación económica es limitada.

Discapacidad: 4.51% de la población está catalogada con alguna limitación en la actividad; 4.22% se ubican en Mérida

y 0.29% en alguna población rural. Se clasifican los 37,549 habitantes según su limitación, en 59.13% motriz, 24.99% visual, 12.07% mental, 10.05% auditiva, 9% del habla, 7.44% en su autonomía, 5.89% en su aprendizaje (PMD Mérida 2018-2021 p. 120)

Adultos Mayores: El Índice de Envejecimiento para el municipio de Mérida es de 30.05 adultos mayores por cada 100 jóvenes menores de 15 años. La Relación de Dependencia de mayores es de 10.67 adultos mayores dependientes por cada 100 personas económicamente activas. La población de adultos mayores rebasa los 90,000 habitantes, de los cuales el 48.9% vive en pobreza; 44,000 adultos mayores viven en situación de pobreza o vulnerabilidad. (PMD Mérida 2018-2021 p. 122)

Desarrollo Social: se han implementado los programas sociales “Bordamos por Mérida”, “Educando en Diabetes”, “MercaDIFto”, “Construyendo Familias”, “Llego a ti”, “La Familia y sus Derechos” (PMD Mérida 2018-2021, p. 127)

Seguridad Pública: en cuestión de seguridad pública, se tienen identificados 4 polígonos con nivel de riesgo alto y muy alto. En 2016 se reportó un aumento en el número de robos, siendo estos 38.33% a casa habitación y 27.67% a

comercios; quedando el robo a transeúntes del 8%. El 36.33% de los delitos se cometen en Caucel, el 11.67% en Cholul y el 7.67 en Xmatkuil, entre otros. También en 13 comisarías se reportan conductas antisociales que van de vandalismo y pandillerismo consumo de alcohol o drogas y daño en propiedad privada. (PMD Mérida 2018-2021, p. 127)

La ciudad de Mérida cuenta con un diagnóstico elaborado para el cálculo del Índice de Prosperidad elaborado por Infonavit y ONU Hábitat en 2018. A continuación, se comparten los indicadores:

*Tabla 93 CPI 2018 Mérida (ONU Hábitat)*

	Mérida	
PRODUCTIVIDAD	59.09	
Crecimiento económico	48.90	
Producto urbano per cápita	44.15	
Relación de dependencia de la 3a edad	53.65	
Aglomeración económica	62.82	
Densidad económica	62.82	
Empleo	75.73	
Tasa de desempleo	91.36	

Relación empleo-población	60.11	
INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO	DE 61.88	
Infraestructura de vivienda	78.46	
Vivienda durable	97.07	
Acceso a agua mejorada	94.00	
Espacio habitable suficiente	100.0	
Densidad poblacional	22.78	
Infraestructura social	82.19	
Densidad de médicos	82.19	
Infraestructura de comunicaciones	38.82	
Acceso a Internet	34.20	
Velocidad de banda ancha promedio	43.44	
Movilidad urbana	50.0	
Longitud de transporte masivo	0	
Fatalidades de tránsito	100.0	
Forma urbana	70.77	
Densidad de la interconexión vial	96.8	
Densidad vial	54.55	
Superficie destinada a vías	60.96	
CALIDAD DE VIDA	75.26	
Salud	66.97	

Esperanza de vida al nacer	72.09	
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	61.86	
Educación	89.79	
Tasa de alfabetización	95.0	
Promedio de años de escolaridad	84.57	
Seguridad y protección	78.08	
Tasa de homicidios	78.08	
Espacio público	66.18	
Accesibilidad al espacio público abierto	76.15	
Áreas verdes per cápita	56.20	
EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL	73.69	
Equidad económica	48.08	
Coefficiente de Gini	46.30	
Tasa de pobreza	49.85	
Inclusión social	88.62	
Viviendas en barrios precarios	93.0	
Desempleo juvenil	84.24	
Inclusión de género	84.36	
Inscripción equitativa en educación secundaria	84.36	
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL	29.54	

Calidad del aire	41.17	Red
Número de estaciones de monitoreo	10.0	Red
Concentraciones de material particulado	67.43	Amarillo
Concentración de CO2	46.08	Red
Manejo de residuos	47.46	Red
Recolección de residuos sólidos	88.58	Verde
Tratamiento de aguas residuales	6.34	Red
Energía	0.0	Red
Proporción de generación de energía renovable	0.0	Red
<b>GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA</b>	32.84	Red
Participación y rendición de cuentas	55.44	Amarillo
Participación electoral	43.07	Red
Capacidad institucional y finanzas municipales	44.05	Red
Recaudación de ingresos propios	22.36	Red
Deuda subnacional	9.78	Red
Eficiencia del gasto local	100.0	Verde
Gobernanza de la urbanización	0.0	Red
Eficiencia en el uso de suelo	0.0	Red

Claves de color:	Verde	Consolidar políticas urbanas	Amarillo	Fortalecer políticas urbanas	Red	Priorizar políticas urbanas
------------------	-------	------------------------------	----------	------------------------------	-----	-----------------------------

Fuente: ONU Hábitat, CPI 2018 Mérida, P. 20

De acuerdo con la información recabada en el CPI 2018 de la ciudad de Mérida, se pueden destacar las siguientes áreas de oportunidad para la ciudad de Mérida y su zona conurbada:

La densidad poblacional del municipio es baja, lo cual repercute en el incremento de los costos de los servicios públicos, dependencia del automóvil, mayor demanda de estacionamientos, inequidad social, inaccesibilidad a espacios públicos abiertos, baja eficiencia energética y contaminación. La longitud del transporte masivo es nula y es probable que los habitantes tengan serios problemas de accesibilidad y movilidad en sus rutas de origen-destino.

La proporción de viviendas particulares habitadas con acceso a Internet es muy baja, por lo que es posible que las personas tengan menor capacidad para acceder a herramientas educativas, actividades laborales, sociales y de información.

El indicador de tratamiento de aguas residuales es muy bajo y es posible que la infraestructura de tratamiento sea obsoleta, insuficiente o su costo operativo muy elevado. (CPI Mérida 2018, p. 22)

El diagnóstico de CPI 2018 de Mérida, elaborado por ONU Hábitat en colaboración con Infonavit, también señala que durante décadas el crecimiento de la ciudad de Mérida estuvo limitado por su anillo periférico, ahora, y de acuerdo con Iracheta y Bolio (2012) el crecimiento urbano se caracteriza por seguir un patrón urbano expansivo y disperso. Este tipo de crecimiento expansivo se caracteriza por tener serios impactos ambientales por requerir el desmonte de importantes superficies de selva que fragmentan el ecosistema nativo, la urbanización de zonas de alto valor hídrico y zonas de patrimonio cultural. (Iracheta y Bolio, 2012 en CPI Mérida, 2018, p. 35)

En cuestiones socioeconómicas, Mérida cuenta con una población económicamente activa del 55.6%, de los cuales el 98.1% tiene empleo. Sin embargo, se registran altos porcentajes de la población que reciben menos de 2 veces el salario mínimo, y aunque Mérida presenta un grado de marginación muy bajo, existen zonas urbanas periféricas a

la ciudad con indicadores de marginación y rezago social muy altos. Este diagnóstico resalta que estas zonas además concentran grandes proporciones de población maya-hablante. (Iracheta y Bolio, 2012 en CPI Mérida, 2018, p. 35)

La mancha urbana crece a ritmos mayores que la población, lo que implica un consumo ineficiente del suelo. EL diagnóstico del CPI señala que este tipo de crecimiento es ineficaz, inequitativo y financieramente insostenible, además de que genera estructuras urbanas discontinuas y con alto grado de fragmentación, en el predominio de gran número de espacios urbanos vacíos, baja densidad residencial, alteraciones ecológicas y altos costos sociales relacionados con la movilidad urbana. (CPI Mérida 2018, p. 22)

El indicador del porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas en este municipio es muy bajo, y el diagnóstico señala que es posible que la infraestructura esté obsoleta, sea insuficiente o tenga un costo operativo alto. También se reportan dificultades en la medición de todas las fuentes receptoras de aguas residuales tratadas. (CPI Mérida 2018, p. 21)

---

## ASPECTOS ECONÓMICOS

Rezago Social y Marginación: La ciudad de Mérida tiene un muy bajo grado de rezago y el resto de las comisarías y subcomisarías se dividen entre grado bajo y muy bajo de rezago; en cuanto al grado de marginación, sólo Mérida tiene muy bajo grado de marginación, las demás comisarías se dividen en 4 con bajo grado de marginación, 7 con grado medio de marginación, 33 presentan alto grado de marginación. (PMD Mérida 2018-2021 p. 128)

Seguridad Alimentaria: 29.4 % de la población del municipio está en situación de pobreza. El costo de la canasta básica se ha incrementado un 9.25% anual, mientras que el crecimiento anual del salario es de 2% (PMD Mérida 2018-2021, p. 131)

Población Económicamente Activa: La Población Económicamente Activa Ocupada es un total de 356,372 personas. Esto representa al 55.29% de la población municipal mayor de 12 años; el 41.63% de las mujeres y el 70.35% de los hombres mayores de 12 años en el municipio se consideran económicamente activos; de ellos, el 97.36% cuenta con empleo. El 1.09% trabaja en el sector primario,

el 18.59% en el sector secundario y el 78.61% en el sector terciario. (PMD Mérida 2018-2021 p. 60)

El sector primario abarca el 13.3% de la actividad económica, el sector secundario 26.7% y sector terciario el 59.8%, el cual concentra la 75% de la Población Económicamente Activa del municipio. El 60% de la Población Económicamente Activa del municipio recibe una remuneración menor a 3 salarios mínimos. La jornada de trabajo más común va de 35 a 40 horas semanales. (PMD Mérida 2018-2021, p. 58)

En Mérida se encuentran los centros operativos de la producción estatal; se exporta miel, textiles, pulpo, pescado, alfombras de henequén, hamacas, artículos de plástico, galletas, ladrillos de piedra cantera, grava, joyería, y aparatos de ortodoncia, según se detalla en las agendas competitivas de los destinos turísticos de México 2012-2018, citados en el Plan Municipal de Desarrollo de Mérida 2018-2021 (p. 58)

El comercio al por menor es la actividad más representativa; y junto con la industria manufacturera, los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, y la industria de la construcción son las actividades que más

aportan al PIB estatal. El 97.77% de las unidades económicas del municipio se concentran en la ciudad de Mérida. (PMD Mérida 2018-2021 p. 62)

El municipio de Mérida está especializado en el comercio y servicios, principalmente educativos, gubernamentales y turísticos; las actividades manufactureras y las relacionadas con la extracción de piedra y productos para la construcción tienen también una representatividad importante en términos territoriales. (PMD Mérida 2018-2021 p. 62)

Agricultura: se redujo la cantidad de hectáreas para cultivo, de 3,557 en 2001 a 47 en 2014. (PMD Mérida 2018-2021 p.62)

Ganadería: se redujo la cantidad de cabezas de ganado sacrificado de 2,700,897 cabezas en 2000 a 1,190,892 cabezas en 2014. La actividad forestal y la pesca no tienen representatividad en este municipio. (PMD Mérida 2018-2021 p.62)

El 98.36% de las unidades económicas son micro y pequeñas empresas. solamente el 9% de las empresas cuentan con más de 10 empleados. El comercio informal

está presente especialmente en el Centro Histórico de Mérida. (PMD Mérida 2018-2021 p.63)

Se calcula que existen entre 15,000 y 20,000 artesanos en el municipio, organizados en unidades familiares que habitan en el sector rural, y se encuentran sin suficientes instrumentos de trabajo, asesoría técnica, administrativa, de distribución o mercadotecnia. Las principales ramas artesanales son textil, maderera, lapidaria, platería y orfebrería, papel maché, talabartería y artesanía marina. (PMD Mérida 2018-2021 p.67)

---

#### SERVICIOS

Bienestar Familiar: en los Centros de Desarrollo Infantil se atienden 690 niños y madres en situación vulnerable o con hijos con discapacidad. El departamento de Trabajo Social ha brindado apoyo a más de 3,456 beneficiarios a personas en situación vulnerable en el área de salud; 205 personas han recibido ayuda psicológica; se imparten talleres mensuales de prevención de la violencia familiar, escolar, sexual, abuso infantil, embarazo; atención a 40 niños autistas; a 250 familias en situación de calle y/o vulnerabilidad.

Atención a Discapacidad: En el Parque Recreativo La Ceiba se ofrecen servicios para la población que cuenta con alguna discapacidad; terapias acuáticas y físicas dirigidas a personas con patologías músculo esqueléticas, centrales neurológicas, crónicas degenerativas, psicosomáticas o metabólicas; además de realizar talleres, y apoyar en la entrega de aparatos ortopédicos. (PMD Mérida 2018-2021 p. 121)

Atención para Adultos Mayores: El Centro de Atención al Adulto Mayor atiende a 40 personas en estado de abandono, vulnerabilidad y ausencia de redes familiares. Además, se cuenta con 52 espacios y 2 casas donde se imparten diariamente diversas disciplinas a beneficio de 1,278 adultos mayores de Mérida y sus comisarías.

Agua Potable y Alcantarillado: es competencia del Gobierno del Estado. Sin embargo, es competencia municipal el manejo adecuado de las aguas residuales, la prevención de la contaminación del manto freático, el fomento a la cultura del agua y la protección de las reservas de captación del acuífero y la zona de recarga de la planta potabilizadora Mérida 1. (PMD Mérida 2018-2021 p. 86).

Saneamiento: En el municipio de Mérida existen aproximadamente 150 mil casas que tienen sumideros cuyas aguas negras van directamente al manto freático; los cenotes cercanos a los asentamientos humanos presentan mayor grado de contaminación. (PMD Mérida 2018-2021, p. 88)

Residuos Sólidos: El servicio de recolección de residuos está concesionado, por lo que no mejora el servicio prestado, argumentado que el costo pagado por el servicio no permite implementar procesos de mejora o especialización técnica. La infraestructura para la gestión de residuos está subutilizada. No hay procesos vinculados a la separación, reciclaje o compostaje. (PMD Mérida 2018-2021 p. 106).

Salud: 74.9% de la población un total de 740, 031 personas, cuenta con servicios de salud; el 65.03% en el IMSS, 21.88% en el Seguro Popular, 7.6% en el ISSSTE, 6.15% en institución privada, 1.24% en SEDENA, PEMEX o la Marina; 1.35% en otra institución.

---

#### INFRAESTRUCTURA

Infraestructura Vial: el municipio cuenta una vasta gran cantidad de metros lineales de vialidades intraurbanas, periurbanas e Inter comisarías

Cultura y Recreación: se tiene registro de 104 salas de exhibición fílmica, 2 galerías artísticas municipales y 4 estatales, y 53 espacios privados de difusión cultural, entre las que se encuentran 11 casas galería de autor, 27 galerías de venta y exhibición, 9 hotel bar-restaurante-galería. 85% de estos recintos se encuentran en los barrios centrales y ofrecen entre 3 y 10 exposiciones al año. Hay también 17 museos, de los cuales 8 pertenecen a instituciones públicas, 3 de ellos al ayuntamiento y 5 al gobierno federal; además hay 6 museos creados por asociaciones civiles y patronatos, 3 de ellos trabajando en conjunto con el Instituto de Museos del Gobierno Estatal. 60% de los museos cobran entrada y 40% son de entrada gratuita. Aproximadamente 42,547 personas los visitan anualmente. (PMD Mérida 2018-2021 p.65) también existen 57 espacios para la presentación de artes escénicas, con un aforo total de 34,538 espectadores. De estos, 10 foros y 3 teatros pertenecen al gobierno del Estado, 9 foros y 1 teatro son administrados por el ayuntamiento, existen 15 foros y 13 teatros privados, y 3

foros y 2 teatros académicos. (PMD Mérida 2018-2021 p.68) se cuenta con 15 centros culturales comunitarios, de los cuales 3 son privados. (PMD Mérida 2018-2021 p. 75)

Escuelas de Formación Artística: en Mérida están ubicadas la Escuela de Bellas Artes, el Centro Municipal de la Danza, La Escuela de Música y la Escuela de Escritores de la Secretaría de Cultura, el bachillerato en artes de CEDART, la Facultad de Artes Visuales de la UADY y la ESAY. (PMD Mérida 2018-2021 p.66)

Centros escolares: Existen 197 preescolares, 298 primarias, 96 secundarias, 37 bachilleratos, 26 licenciaturas, 35 posgrados, 15 centros de capacitación para el trabajo y 50 centros de atención múltiple; de los cuales 155 preescolares, 248 primarias, 79 secundarias, 32 bachilleratos, 25 licenciaturas, 33 posgrados, los 15 centros de capacitación para el trabajo y los 50 centros de atención múltiple están en la ciudad de Mérida. Existen 39 instituciones de Educación Superior, de las cuales 5 son públicas. (PMD Mérida 2018-2021: 69)

Áreas Verdes: La relación es de aproximadamente 6.2 m<sup>2</sup> por habitante, lo cual indica un déficit con respecto al parámetro internacional de 9m<sup>2</sup> que establece la

Organización Mundial de la Salud. Se cuenta con 601 parques, 441 áreas verdes, 107 terrenos baldíos municipales que son áreas potenciales para contribuir al incremento de la cobertura vegetal en las áreas urbanas. El déficit de espacios públicos conlleva a inequidad social; la débil regulación de proyectos de desarrollo inmobiliario repercute en que no sean adecuadas las dosificaciones de áreas verdes respecto de las densidades habitacionales que resultan beneficiadas de la expansión urbana. (PMD Mérida 2018-2021 p. 101)

Equipamiento deportivo: Se tiene registro de 423 ha. destinadas a equipamiento recreativo y 220 ha. para equipamiento deportivo. (PMD Mérida 2018-2021 p. 100)

Abastecimiento de Agua Potable: Para atender el abasto y distribución de agua potable de la población de la zona metropolitana de la ciudad de Mérida y municipios conurbados, la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán, JAPAY, cuenta con 3 plantas potabilizadoras en operación: la Mérida I, Mérida II y Mérida III, así como cárcamos y sistemas independientes; también tiene procesos de cloración de agua, sistemas de telemetría y sistemas de tratamiento de aguas. (JAPAY, 2019)

Residuos sólidos: Se tiene registro de que en el municipio se generan 1,578 toneladas de basura al día, de las cuales 812 toneladas se colocaban en el relleno sanitario de Mérida y 766 se depositaban en rellenos localizados en otros municipios (SEDUMA, 2009, citado en PMD Mérida 2018-2021, p. 105) Los cálculos sobre los residuos generados suelen tomar solo en cuenta los residuos generados en viviendas y la vía pública, sin contabilizar los residuos generados por comercios, servicios y el sector agropecuario e industrial. (PMD Mérida 2018-2021 p. 106)

Vivienda: De un registro de viviendas disponible en el Sistema Nacional de Información Municipal, el 95.61% de las viviendas disponen de sanitario, el 94.25% de drenaje, el 97.45% disponen de agua entubada, y el 98.32% disponen de energía eléctrica. 1840 viviendas tienen piso de tierra, 1,702 casas tienen techo de lámina de cartón, 6,782 casas tienen techo de lámina metálica, palma, paja o madera; 394 casas tienen techo de teja o vigas, 215,131 viviendas tienen techo de concreto, y 5,208 tienen techo de material no especificado. El 96.71% de las viviendas son de paredes de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto. En la mayoría de las viviendas construidas en serie, los

materiales empleados aumentan la temperatura interna, las dimensiones mínimas no permiten la adecuada ventilación natural, el diseño bioclimático no es empleado, en ocasiones se utilizan materiales de menor calidad para disminuir costos de construcción (EMRU, 2017, citado en el PMD Mérida 2018-2021 p. 111).

Salud: El equipamiento de salud está integrado por 113 inmuebles públicos y privados para la prestación de servicios médicos de atención general y específica con atención de primer contacto, medicina especializada y hospitalización. (SECTUR/ SEFOTUR/ UADY 2016 p. 18)

Protección civil: se tiene registro de 18 refugios temporales dentro de la ciudad de Mérida, con una capacidad aproximada para 2,940 personas y 50 refugios en las comisarías y subcomisarias con una capacidad para 3,362 personas (PMD Mérida 2018-2021:p139)

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

Se requiere ampliar la conectividad al drenaje y aumentar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como también se necesita mejorar las

viviendas deterioradas en el cuadro central de la ciudad ya que dan un aspecto de pobreza de forma innecesaria.

#### Capacidad de Carga Turística

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante

- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP) * NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCSoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xiii</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo

espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

---

#### MANTENIMIENTO

Es necesario implementar un plan de manejo para la preservación de los cenotes que son utilizados de forma recreativa, tanto de recuperación, remediación y limpieza, pues al encontrarse contaminados pueden representar un problema de salud pública. (PMD Mérida 2018-2021 p. 88)

Se requieren acciones de conservación en el Parque Ecológico del Poniente, el Jardín botánico del CICY, los zoológicos y los parques urbanos. (PMD Mérida 2018-2021 p. 88)

La ausencia de espacios públicos en el crecimiento urbano no planificado genera calles muy estrechas, sin pavimento, ni desagües. (PMD Mérida 2018-2021 p. 102)

Residuos: Según establece la Agenda de Competitividad Turística de Mérida (Sectur/Sefotur/UADY 2016), Mérida produce más de 700 toneladas diarias de Residuos Sólidos Urbanos, los cuales son dispuestos en el relleno sanitario. La subdirección de Ecología y Residuos Sólidos ya solicitó a la empresa de Servicios de Tecnología Ambiental S.A (Setasa) la apertura de la segunda etapa del relleno sanitario, pues la celda actual ya está en condiciones para clausurarse, y el crecimiento poblacional obliga acelerar ese procedimiento. La nueva celda recibirá en promedio diario 750 toneladas de basura con una vida útil de 15 años, pues tiene capacidad para 266 mil. (Sectur/Sefotur/UADY, 2016; p. 24)

---

#### MOVILIDAD URBANA

A la ciudad de Mérida se puede llegar en avión, autobús, automóvil e incluso en bicicleta. El aeropuerto de Mérida es internacional; las líneas de autobús van de Gran Lujo hasta Segunda Clase, también hay minibuses foráneos que conectan a Mérida con otros municipios cercanos. Las autopistas tienen tramos de cuota, pero también hay una carretera federal gratuita desde Cancún, pasando por

Valladolid, Yucatán, y también desde la Ciudad de Campeche, Campeche. Caminos secundarios conectan Mérida con todos los pueblos cercanos y los municipios de la zona.

Para la población local, la movilidad de las zonas habitacionales a los centros de trabajo es muy limitada y no resulta favorable por los altos costos invertidos en transporte, así como los tiempos de traslado. (PMD Mérida 2018-2021 p. 63)

Existe un problema de movilidad urbana porque se ha favorecido el uso de los vehículos automotores particulares. (PMD Mérida 2018-2021 p. 87) se llevan a cabo un 1,440,000 viajes individuales cada día. (PMD Mérida 2018-2021 p. 96) Existe una sobre oferta en muchas rutas y horarios, encareciendo la operación. La congestión del centro urbano es un problema que afecta la vialidad de la ciudad.

No hay suficiente transporte público y éste carece de calidad; no se promueve la movilidad no motorizada ni la accesibilidad al peatón. Además, existe una infraestructura urbana desarticulada, desconectada y dispersa que tiene alto costo social, económico y ambiental (PMD Mérida 2018-

2021 p. 92) Además, el transporte público es obsoleto y genera contaminación. Las rutas de transporte son concesionadas y existen también alternativas que no están reguladas y además son inseguras, como los moto-taxis. (PMD Mérida 2018-2021 p. 97)

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Mérida 2018-2021, se requiere llevar a cabo las siguientes acciones para mejorar la movilidad urbana:

- La promoción de espacios para el peatón, ciclista y el transporte público en la infraestructura vial.
- La reducción del uso de vehículos individuales en beneficio de las condiciones ambientales.
- La atención a las vialidades e intersecciones que presentan saturación vial.
- La oportuna planeación de una estructura vial continua con vialidades suficientes, en congruencia con los patrones de crecimiento urbano.
- La adecuación de las vialidades regionales, que incluye al Anillo Periférico, que, ante los procesos de conurbación y expansión urbana, además de su

función regional, cumple una función urbana en el traslado de peatones y ciclistas.

- La disminución de accidentes de tránsito y el aumento de la seguridad vial.
- La adecuada articulación de las áreas habitacionales, de servicio y de trabajo, en beneficio de la economía de la población. (PMD Mérida, 2018-2021p.153)

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A la ciudad de Mérida se puede llegar desde la autopista concesionada de Cancún así como de Campeche, También cuenta con accesos a través de la carretera federal que la conecta con ambas ciudades; además de contar con una amplia red de carreteras estatales. Cuenta con un aeropuerto, estación de autobuses, transporte público colectivo, servicio de taxis, y transporte suburbano; cuenta con una ciclovía turística.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público,

buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

---

#### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

#### *Ecuación 32 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0

- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 33 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes:  
Características socioeconómicas de los visitantes;

nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.

- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

**CAPACIDAD DE MANEJO**

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una

ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante

variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

---

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021.
- Plan de Infraestructura Verde (2016)
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano (2017)

---

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	48.3%
Mujeres	51.7%
Población Indígena	8.99%
Menores de 15 años	23.48%
Población de 15 a 65 años	68.1%

Mayores de 65 años	8.42%
Población Económicamente Activa	
Población Económicamente Activa:	55.6%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	55.79 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	33.85 %
índice de desempleo	2.2 %.
Pobreza y Rezago	
Población en pobreza:	22.9 %
Población vulnerable por carencias:	21.1 %
Turistas con pernocta** Ene-Dic 2018	
Cuartos Disponibles	6,897
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	60.57%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	1,223,383
Estancia promedio turismo individual	1.74 noches
Densidad Promedio por habitación	1.76 personas

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Se recolectan 867,000 kg de residuos sólidos al día.

El Relleno Sanitario contiene una geomembrana para impermeabilización, pipas que succionan el lixiviado, así como pipas que permiten la liberación del biogás generado, a su vez cuenta con lagunas de oxidación para el lixiviado, capas y capas de grava y cobertura. Está administrado y operado por la empresa SETASA

Capacidad de Manejo RSU: Alto

##### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 391 lps.

Caudal Tratado: 170 lps.

La población genera 151,874.72 m<sup>3</sup> al día.\*

(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida) Capacidad de Manejo Población Local = medio falta conectar al drenaje las viviendas en comunidades fuera de la cabecera municipal.

La conexión a las plantas de TAR es insuficiente para la población local. Ya todas están a su máxima capacidad.

Agua Potable : se consumen 189,843.40 m<sup>3</sup> de agua potable al día. Para atender el abasto y distribución de agua potable de la población de la zona metropolitana de la ciudad de Mérida y municipios conurbados, la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán, JAPAY, cuenta con 3 plantas potabilizadoras en operación: la Mérida I, Mérida II y Mérida

III, así como cárcamos y sistemas independientes; también tiene procesos de cloración de agua, sistemas de telemetría y sistemas de tratamiento de aguas.

ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 64

- Gerentes y directivos: 2
- Administrativos y contables: 11
- Técnicos y operativos: 51

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 319 pozos.

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o Barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 2.1%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 867,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 76 vehículos.

- Con compactador: 76
- Con caja abierta: 0

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 75%

8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final no selectiva: 80%
- Selectiva: 20% (composteo 8.1%)

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 635
- Hombres: 721

---

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

#### INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el

número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se

sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo.

---

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 94 Numeralia por Localidad: Mérida*

Población al 2015	949,217
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	6,897
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	5,034,810
Densidad promedio por habitación (estimado)	1.74
Ocupación promedio (estimado)	60.57%
Turistas noche 2018 (Total anual)	13,794
Excursionistas INAH 2018	79,640
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	218
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	98.8%
Conectividad doméstica al drenaje	97.4%
Capacidad de Recolección de RSU	95.8%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	9.47%

Tabla 95 Capacidad de Manejo: Mérida

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Mérida	95.8	97.4	98.8	97.33

Tabla 96 Capacidad de Carga Efectiva: Mérida

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Mérida	963,229	956,618	97.33	931,108

Con una capacidad de manejo del 97.33%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 931,108 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

#### CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)

- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie por cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ML magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente
- CCR Capacidad de Carga Real
- FCSoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP) * NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCSoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Jiménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xiii</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio.

---

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Dzibilchaltún	2,000	4	8	2.0	10	6	40	46

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Z.A. Dzibilchaltún	4	43	435	6	1	2,000	249

\*La capacidad de carga fue calculada en base a los senderos dentro de la Zona Arqueológica de Dzibilchaltún.

Se calcula que 249 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

---

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Mérida cuenta con suficiente infraestructura turística para el volumen de visitantes que recibe. Sólo se puede albergar turismo en la ciudad de Mérida.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

En la ciudad de Mérida no está superada la capacidad de carga aunque el tránsito vehicular ya es una situación problemática. Número de cuartos de hotel disponibles.

ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

- Vialidades. Están saturadas de vehículos automotores
- servicio de transporte público insuficiente.
- Las fuentes de agua potable del municipio están contaminadas debido a la falta de capacidad en el tratamiento de aguas residuales.
- Tratamiento de Aguas Residuales y Gestión de Residuos. Para mejorar la capacidad es necesario optimizar la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS	Descripción	Localidad
	Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles	Mérida
Justificación	Mérida es reconocida como la segunda ciudad más segura de toda América. Su configuración compacta, al menos en su centro histórico, invita a recorrerla con tranquilidad y confianza. Recientemente se ha llevado a cabo una Cumbre Mundial de la Paz con la presencia de voceros de causas humanitarias, premios Nobel y celebridades de talla internacional para celebrar la paz, la tolerancia, el respeto y el amor que debe existir entre miembros de todas las comunidades. Mérida tiene también un gran potencial para el segmento turístico de grupos de negocios.	

Estrategia  
Principal

Seguir fomentando la organización de eventos y congresos internacionales, cuyo principal objetivo sea promover las acciones sociales, el respeto a los derechos y la inclusión de las minorías en las agendas de gobernabilidad. Mérida puede seguirse consolidando como un estandarte de una ciudad moderna, segura, cosmopolita y justa, en la que tanto visitantes como locales se sientan como en casa.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

- Aprovechar los terrenos baldíos intraurbanos para crear nuevos espacios abiertos mayores proveedores de servicios ambientales, transformando espacios generalmente considerados como inseguros en nuevos espacios públicos y creando una nueva relación con el paisaje urbano y natural.
- Crear un programa de reforestación urbana, orientado a la plantación de arbolado local en espacios públicos como calles, plazas y parques.
- Estimular la participación ciudadana para el rescate, activación y apropiación de los espacios públicos.
- Impulsar programas municipales de reforestación urbana, movilidad eléctrica y movilidad no motorizada, entre otros, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Establecer los mecanismos de medición de la calidad del aire para definir estrategias específicas por zona y tipo de contaminante en la ciudad.
- Promover la educación ambiental y la cultura cívica. Para ello, se deberán desarrollar programas participativos.
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano. (CPI Mérida 2018, p. 84).
- La conservación de la cobertura vegetal es una prioridad para la conservación de las condiciones edáficas, climáticas, la biodiversidad y diversos

procesos ecológicos como el ciclo del agua (Duran y García 2010:31, citados por el PMD Mérida 2018-2021, p. 89)

- La conservación de los cenotes, pozos comunitarios, grutas, cuevas y diversidad biológica del municipio es esencial para mantener la integridad ecológica y el atractivo paisajístico. (PMD Mérida 2018-2021 p.88)

El Plan Municipal de Desarrollo de Mérida señala que se cuenta con reglamentación vigente para fortalecer el desarrollo sostenible del municipio, sin embargo:

- En el caso del reglamento de limpia y manejo de los residuos sólidos no peligrosos de Mérida (2002) no ha podido llevarse a la práctica por falta de “una visión conjunta, la incapacidad de un trabajo coordinado y la insuficiencia económica.” (PMD Mérida 2018-2021 p. 85)
- La Ley de Conservación y Desarrollo del Arbolado Urbano del estado de Yucatán sigue sin ser aprobada. (PMD Mérida 2018-2021 p. 85)

- El Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del estado de Yucatán (2011) no cuenta con un diagnóstico del manejo integral de los recursos naturales del municipio de Mérida. (PMD Mérida 2018-2021 p. 85)
- La Ley de Protección de la Fauna del estado de Yucatán (2002) incluye sólo la protección de animales domésticos, gatos, perros y animales de carga, dejando fuera a la fauna silvestre; por ser de competencia federal; sin embargo se requiere proteger a la fauna nativa que había en el municipio como parte de su Patrimonio Natural. (PMD Mérida 2018-2021 p. 85)
- El Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018 también señala que la recolección sin separación domiciliaria, con la participación de varias empresas recolectoras, con dos plantas de separación de residuos y la disposición final en el relleno sanitario siguen siendo un reto para superar. La gestión de residuos requiere una mejor coordinación entre los actores involucrados y requiere que se prevean aspectos

sociales, educativos, culturales, económicos y técnicos, incluyendo a todos los participantes que intervienen en el proceso y se busquen soluciones coordinadas. (PMD Mérida 2018-2021 p.86)

Se debe promover también el uso de biodigestores para el saneamiento de aguas residuales domésticas y comerciales, pues el uso de fosas sépticas contribuye a la contaminación del manto freático. (PMD Mérida 2018-2021 p.86)

Se debe potenciar el papel ecológico de los corredores de biodiversidad que atraviesan el municipio, convirtiéndolos en grandes infraestructuras ecológicas, a partir del diseño de anillos verdes o grandes parques lineales al interior y exterior de la ciudad que mantengan la capacidad de conexión a favor de los servicios ambientales. (PMD Mérida 2018-2021, p.89)

Para reducir el gasto en transporte que realizan muchos de los pobladores, así como para desahogar el tránsito vehicular, se recomienda enlazar las comunidades, comisarías y subcomisarías con la ciudad de Mérida mediante una red de ciclistas. (PMD Mérida 2018-2021 p.98)

Es necesario eficientizar el servicio de transporte público, regularlo y volverlo más seguro y amigable con el medio ambiente. (PMD Mérida 2018-2021 p.99)

El diagnóstico elaborado para calcular el Índice de Prosperidad de la ciudad de Mérida en 2018, elaborado por Infonavit y ONU Hábitat resaltan las siguientes recomendaciones:

- Integrar planes y estrategias de desarrollo económico en los Programas Municipales de Desarrollo que permitan identificar las ventajas competitivas del municipio y su región de influencia, a fin de consolidar cadenas productivas integradas que generen mayor valor agregado, crecimiento económico y empleo decente.
- Generar alianzas con las universidades para favorecer la integración de jóvenes que viven en zonas alejadas a los grandes centros urbanos de insertarse al estudio de la medicina. Además, proporcionar becas para intercambios de los estudiantes de Medicina del municipio con otras universidades.

- Elaborar un inventario preciso sobre la localización, tipología y estado actual de todo tipo de espacios públicos en el municipio, con el objeto de planificar y evaluar su distribución, cobertura y accesibilidad equitativa.
- Aprovechar los terrenos baldíos intraurbanos para crear nuevos espacios abiertos mayores proveedores de servicios ambientales, transformando espacios generalmente considerados como inseguros en nuevos espacios públicos y creando una nueva relación con el paisaje urbano y natural.
- Crear un programa de reforestación urbana, orientado a la plantación de arbolado local en espacios públicos como calles, plazas y parques. Se recomienda que el ejercicio involucre directamente a vecinos, asociaciones de la sociedad civil y al sector privado para su realización.
- Estimular la participación ciudadana para el rescate, activación y apropiación de los espacios públicos. Colaborar con organizaciones de la sociedad civil, artistas o centros educativos para generar

programas que fomenten la ocupación de estos espacios con actividades deportivas, recreativas y culturales.

- Proteger legalmente mediante los instrumentos de planeación urbana, territorial y ecológica las áreas con alto valor ambiental para la ciudad y su región.
- Establecer mecanismos de monitoreo cotidiano que inhiban la agresión a mujeres en el transporte público y en los espacios comunitarios. Asimismo, crear grupos a nivel social y dentro de los sistemas de seguridad pública para mejorar la atención a denuncias y reducir efectivamente la agresión hacia las mujeres.
- Definir programas específicos con recursos públicos dedicados a atender las necesidades educativas de las mujeres, con énfasis en las que trabajan, que son madres o que atienden y defienden la vivienda en asentamientos precarios.
- Impulsar programas municipales de reforestación urbana, movilidad eléctrica y movilidad no

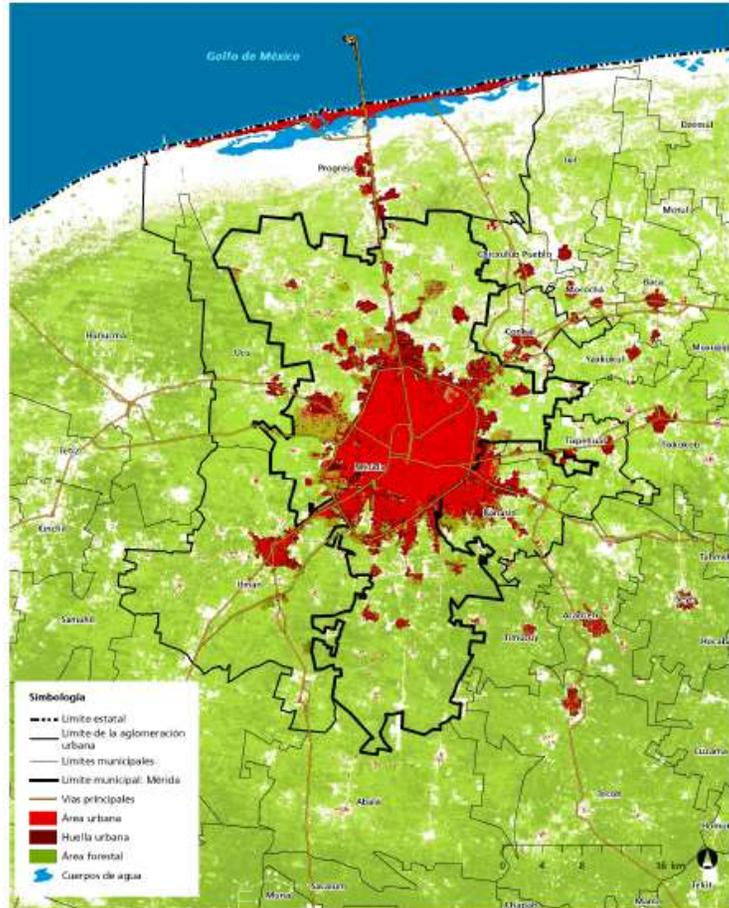
motorizada, entre otros, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Establecer los mecanismos de medición de la calidad del aire para definir estrategias específicas por zona y tipo de contaminante en la ciudad. Aplicar la verificación vehicular con límites de emisión estrictos, garantizando su cumplimiento y blindando el programa con prácticas anticorrupción.
- Promover la educación ambiental y la cultura cívica. Para ello, se deberán desarrollar programas participativos y campañas de comunicación para la producción y consumo responsable, la cultura de la separación de la basura, el uso respetuoso de los espacios públicos y áreas naturales, así como el uso consciente del agua.
- Crear un programa de recuperación de tierras degradadas y contaminadas como basureros, depósitos de materiales de construcción, bordes de los ríos, barrancas o tierras contaminadas por materiales industriales, mitigando la contaminación de los suelos y mejorando la calidad del entorno urbano. (CPI Mérida 2018, p. 84)

## MAPAS

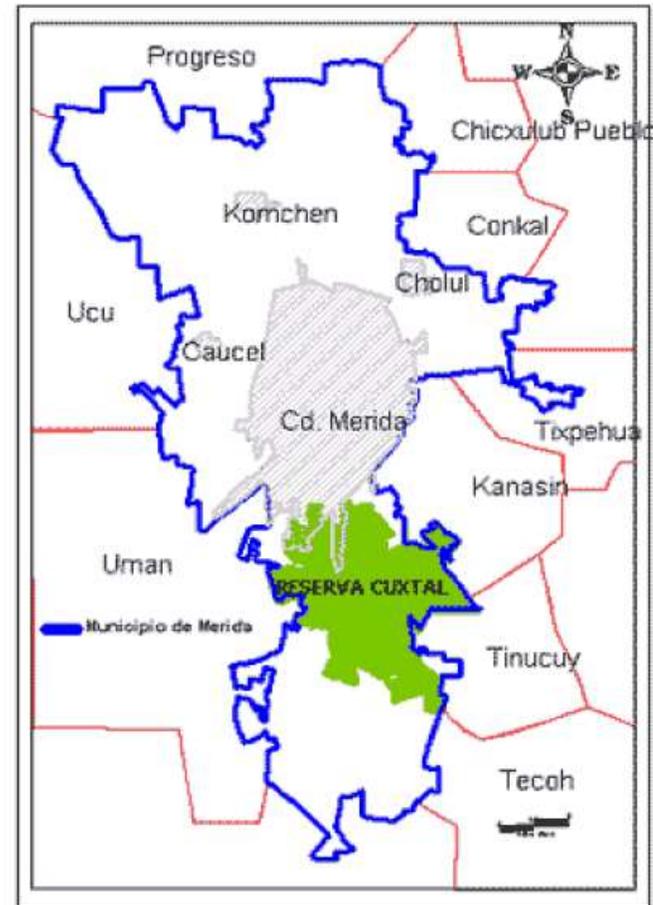


*Ilustración 241 Delimitación municipal, Mérida.*



Fuente: ONU-Habitat a partir de INEGI (2000), INEGI (2010a), INEGI (2009), INEGI (2010b), INEGI (2010c), CONAPO (2015), INEGI (2015) e Imagen Landsat 8.

*Ilustración 242 Mancha urbana, Mérida*



*Ilustración 243 Reserva Cuxtal. © Agenda de Competitividad Turística Mérida 2016 (Sector/Sefotur/UADY/2016)*

#### LOCALIDAD: VALLADOLID



*Ilustración 244 Valladolid, Yucatán. © valladolid.mx*

---

#### ATRATIVOS TURÍSTICOS

Templo de San Juan de Dios, de La Candelaria, de Santa Lucía, de Santa Ana.

Catedral de San Gervacio, Convento de San Bernardino, Templo de San Roque.

Sitios arqueológicos de Kumal, Xkuxil, Xkakuil, Dzoyolá y Xkax.

Desde Valladolid se puede visitar las zonas arqueológicas de Cobá, Chichén Itzá, Ek Balam, Izamal, Tulum, además de

las ciudades de Mérida, Cancún, Playa del Carmen, Tulum y Felipe Carrillo Puerto y las zonas naturales Ria Lagartos y Yum Balam, así como Otoch Ma'ax Yetel Koh en las cercanías de Cobá. Valladolid es un núcleo fundamental para la cultura maya viva, y las comunidades cercanas mantienen a Valladolid como su capital cultural. Desde cualquier parte de Yucatán y el Norte de Quintana Roo hay una ruta hacia Valladolid.

---

#### POTENCIAL TURÍSTICO:

Valladolid ya tiene gran potencial turístico, en combinación principalmente con Chichen Itzá para dar servicio a los visitantes a la zona arqueológica.

---

#### ÁREAS CON POTENCIAL TURÍSTICO

El potencial turístico de Valladolid radica en su ubicación y en la conectividad que tiene para trasladarse a otros destinos. En distancia se encuentra a hora y media de Tulum, Playa del Carmen, Cancún, y Mérida. Además, desde Valladolid se puede acceder fácilmente al norte de la península via Temozon y Tizimin, al sur vía Tepich y Tihosuco, al poniente se puede alcanzar Pisté o Chichen Itzá e Izamal a muy corta distancia.

Uno de los tesoros que se puede alcanzar a corta distancia es Ek Balam, los vestigios mayas conservan esculturas de estuco así como conserva también fachadas y coberturas originales de segmentos de su monumento.



*Ilustración 245 Ek Balam © msdmc.com.mx*

Otro de los atractivos, que no es exclusivo de Valladolid, sino de toda la península de Yucatán son los cenotes; sin embargo, cerca de Valladolid se encuentran varios cenotes de dimensiones impresionantes. La dinámica de los excursionistas que viajan desde la Riviera Maya consiste en visitar la zona arqueológica de Chichen Itzá, visitar alguno de los impresionantes cenotes de la zona y concluir la

excursión visitando Valladolid para comer en alguno de sus restaurantes o el mercado municipal.



*Ilustración 246 Cenote Maya © Imaginative*

---

#### NIVEL DE DESARROLLO TURÍSTICO

Nivel de Desarrollo Turístico: Medio. Valladolid es Pueblo Mágico.

El portal Datatur contabiliza 845 cuartos de hotel de todas las categorías; en plataformas digitales se puede acceder a 122 hoteles y hostales, 72 opciones de renta vacacional y 96 alojamientos completos disponibles en Airbnb. También se tiene registro de 180 fondas, cafeterías y restaurantes.

---

#### PERFIL DEL VISITANTE

No se cuenta con un perfil actualizado de la Secretaría de Fomento Turístico del estado.

El perfil del visitante de Valladolid es el excursionista que está en ruta hacia o desde Chichen Itzá y que realiza una parada para consumir alimentos en restaurantes privados o el mercado municipal.

Valladolid también es un centro de encuentro importante para la población local de comunidades y ejidos dispersos entre Quintana Roo y Yucatán; estas poblaciones vecinas realizan todas sus compras en las tiendas de Valladolid, alimentos, ropa, zapatos, enseres domésticos, tramites bancarios y educativos. Valladolid concentra a una población numerosa de estudiantes foráneos provenientes de diferentes municipios, quienes se instalan en Valladolid durante su ciclo escolar y reciben constantes visitas de sus padres y hermanos.

Los turistas que realizan pernocta en Valladolid pasan una noche en la ciudad como parte del itinerario de circuitos turísticos que se llevan a cabo en Quintana Roo y Yucatán.

Datatur tiene contabilizados a 173,159 llegadas de turistas durante 2018 a pernoctar en Valladolid, lo cual generó 210,111 noches de hospedaje. El porcentaje de ocupación hotelera fue en promedio de 34.98% en 2018. La categoría de tres estrellas mantiene la mejor ocupación, con 42.36%

---

#### TIEMPO PROMEDIO DE ESTANCIA POR DESTINO

1.21 días los que pernoctan (Datatur 2018), aunque la mayoría de los visitantes de Valladolid son excursionistas de medio día. Los hoteles de 5 estrellas lograron una estancia promedio de 1.83 días. La densidad de ocupación es de 2 personas, llegando a un máximo de 2.48 huéspedes extranjeros en hoteles de 2 estrellas, pernoctando en promedio 1.29 noches, lo cual es consistente con los programas de circuitos turísticos que visitan Valladolid y pernoctan.

---

#### RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR DESTINO

El Plan Municipal de Desarrollo de Valladolid, 2018-2021 sugiere:

- Aprovechar mejor la denominación de Pueblo Mágico.

- Consolidar un Centro de Convenciones Multifuncional.
- Incrementar la asesoría para la explotación ecoturística del entorno natural.
- Impulsar un programa de fomento a la elaboración de artesanía y construir una casa municipal de las artesanías.

---

#### LIMITACIONES PARA EL CRECIMIENTO TURÍSTICO

Ecológica Medio/ambiental: la gestión de residuos y el tratamiento de aguas no permiten un crecimiento turístico.

Física: Valladolid es una ciudad colonial, en el centro histórico ya se llegó al límite del espacio físico; la zona habitacional de Valladolid es extensa y aleja a los suburbios del centro turístico.

Socio-Perceptual: Valladolid es una parada de medio día para seguir camino hacia otros destinos.

Económica: el municipio cuenta con ingresos bajos para hacer frente a la renovación y ampliación de infraestructura necesaria para sostener a su población o aumentar su flujo turístico.

Psicológica: Valladolid es un pueblo mágico, y algunas de sus calles conservan atractivos arquitectónicos, pero en general es una ciudad de tipo rural con construcciones realizadas por los habitantes sin conservar un estilo arquitectónico atractivo.

---

#### ASPECTOS SOCIOCULTURALES:

Con una población de 80,313 personas, el 64.4% se encuentra en situación de pobreza, entre ellos 20.2% en pobreza extrema. El 48.48% de la población es indígena; El 46% de la población del municipio es mujer; y el 20.4% de los 17,433 hogares contabilizados tiene jefatura femenina. El promedio de ocupantes por vivienda es de 4.2 personas. El grado promedio de escolaridad de las personas mayores de 15 años es de 7.5 años; el 12.5% de la población es analfabeta. (Sedesol/Coneval 2015, PMD Valladolid, 2018)

Indicadores de carencia social: 26% de la población presenta carencia por rezago educativo, 23.3% carencia por acceso a los servicios de salud, 77.8% carencia por acceso a la seguridad social, 25.6% carencia por calidad y espacios de la vivienda, 56.6% carencia por servicios básicos en la vivienda, 27% carencia por acceso a la alimentación, (Sedesol, 2016)

De acuerdo con el PMD Valladolid 2018, el Índice de Desarrollo Humano del municipio es nivel Medio. (PMD Valladolid, 2018)

---

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

La población económicamente activa comprende al 50.89% de la población municipal mayor de 13 años. El índice de desempleo es de 2.58%. La población no económicamente activa es de 46.84%, compuesta principalmente por amas de casa, estudiantes y personas de la tercera edad.

La población ocupada se divide en 12.32% colaborando en el sector primario, el 23.37% colaborando en el sector secundario, tanto en construcción como en industrias manufactureras; finalmente el 63.79% en el sector terciario o de servicios. (PMD Valladolid, 2018).

Agricultura: el municipio tiene destinado 65,474.09 hectáreas para el cultivo de alimentos, siendo el maíz blanco el principal cultivo, con el 89.09% de la superficie disponible para agricultura. Los principales cultivos además del maíz son los pastos y praderas, maíz amarillo, chile verde, frijol, naranja, sábila, agave tequilero, tomate, yuca, melón y sandía. En 2010 se tuvo una producción total cercana a las

80 toneladas, y un rendimiento de valor de producción de 144 millones de pesos (Sedesol Microrregiones, 2013)

Ganadería: el principal producto es el ganado porcino, el cual representa el 62.42% de la producción pecuaria de carne, y el 58.98% del ganado en pie. En 2010 la ganadería generó un valor de producción de 143 millones de pesos. También se produjeron 81.19 toneladas de huevo, con un valor de producción de 1.45 millones de pesos, 81.61 toneladas de guajolote, con un valor de producción de 1.79 millones de pesos.

Cera y Miel generaron 5.18 toneladas de cera y 279 toneladas de miel en 2010, generando un valor de producción de 7.2 millones de pesos. (Sedesol, 2013)

El PMD Valladolid 2018 señala que se cuenta con dos asociaciones ganaderas que agrupan a los productores, se tiene registro de dos granjas intensivas de cerdos y cuatro semi intensivas, además de proyectos de explotación de especies ovina, conejos, cerdo ibérico, aves criollas y una UMA de cría de venados. El municipio cuenta con 1.800 productores apícolas y la producción de miel ronda las 1,875 toneladas, representando el 25% de la producción estatal.

---

## SERVICIOS

Recolección de Residuos: El municipio recolecta entre 60 y 80 toneladas diarias de residuos sólidos en 10 rutas de recolección. Se da servicio al 98% de la cabecera Municipal y servicio de barrido a las calles principales del centro (3 cuadras alrededor del parque) y vías principales. (SDS Yucatán 2018)

Servicios de Salud: el 23.64% de los habitantes no tienen derechohabencia a servicios de salud. (Sedesol-Coneval 2015)

Agua Potable: Hay 5 comisarías sin servicio de agua entubada. (PMD Valladolid 2018 p.40)

---

## INFRAESTRUCTURA

Vivienda: de acuerdo con el PMD Valladolid 2018, se tiene registro de 19,850 viviendas, el 54.35% de las viviendas cocina con leña sin contar con la ventilación adecuada, el 16.7% de las viviendas no cuenta con ningún tipo de drenaje; el 26.7% de las viviendas presenta hacinamiento, el 3% tiene piso de tierra, el 2.2% techos de material endeble, el 1.1% muros de material endeble, 1.9% sin agua entubada, 1.2% sin electricidad.

Educación: se tiene registro de 166 planteles de educación básica, media y superior. De acuerdo con información obtenida de Sedesol/Coneval, al 36.7% de los planteles les hace falta la barda perimetral, el 25.5% de los planteles no cuenta con patio o plaza cívica, el 67.3% no cuenta con cancha deportiva, el 29.6% no cuenta con drenaje, y el 19.4% no tiene fuente de abastecimiento de agua potable conectada a la red pública. (Sedesol/Coneval 2015)

El PMD Valladolid 2018 señala que se cuenta con 54 planteles de educación preescolar, 67 primarias, 33 secundarias, 8 bachilleratos y 4 institutos tecnológicos. (PMD Valladolid, 2018 p.37)

Salud: se cuenta con 33 unidades médicas en el municipio. 31 pertenecen a alims, 16 al ISSSTE, 1 a la Secretaría de Marina, 4 a la Secretaría de Defensa Nacional, 99 al IMSS-Propsera, 194 a la SSA y 82 al DIF. El personal médico es de 125 personas y se cuenta con 4.2 médicos por unidad médica.

Comercio y Abasto: aunque solo se cuenta con un mercado municipal; en la cabecera municipal se puede encontrar cadenas de autoservicio.

Deporte: se cuenta con 59 instalaciones deportivas.

Alumbrado público: Existen 154 luminarias encendidas las 24 horas del día, 6320 se encuentran conectadas a la red de CFE sin medición y solo 962 luminarias tienen medición.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): El municipio cuenta con un relleno sanitario, que ya está a su máxima capacidad; además de necesitar la construcción de una nueva celda de disposición final de residuos sólidos. Se cuenta con 3 vehículos de recolección de residuos y 3 vehículos de aseo urbano. (PMD Valladolid 2018)

La Secretaria de Desarrollo Sustentable de Yucatán señala que el Relleno Sanitario es de tipo C - De 10 a 50 toneladas por día; cuenta con la infraestructura especificada para un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la NOM-O83-SEMARNAT-2003, además de un sistema de pesaje mediante una báscula de 30 toneladas y un sistema de electricidad eólica. El sitio de disposición final es en el Barrio de Sisal, a 1.2 km del cruce de ferrocarril, localidad Valladolid. Ubicación geográfica: 20.66874 grados de latitud norte y -88.22419 grados de longitud oeste. (SDS, 2018)

Agua Potable: El municipio cuenta con 19,272 tomas de agua potable de las cuales sólo 10,150 cuentan con medidor instalado. El sistema está en estado regular. La captación se realiza en 7 pozos, 2 tanques elevados. (PMD Valladolid 2018 p.40)

Drenaje y Alcantarillado: No hay una red de alcantarillado municipal. Las fosas sépticas domésticas tienen deficiencias y filtraciones, causando grave contaminación del manto freático; las viviendas con biodigestores domésticos instalados no los usan correctamente. El municipio cuenta con 160 pozos recolectores, de los cuales 40 son macro pozos; pero no se cuenta con el equipo adecuado para el desazolve de los pozos y en época de lluvias desbordan y causan inundaciones en las casas. (PMD Valladolid 2018 p.42)

Al respecto de la gestión de residuos urbanos por parte de la población, Jiménez (2016) señala que la gente además de no clasificar sus residuos, por costumbre o ideas erróneas y queman residuos como llantas de vehículos, algunos plásticos y desechos sanitarios ; la mayoría de la población se niega a pagar el servicio de recoja de basura argumentando que el servicio es malo, lo que contribuye a

la creación de basureros clandestinos en terrenos que no están habitados o en los alrededores de la ciudad. También señala que el gobierno no tiene el equipo adecuado para la recolecta de residuos (vehículos, herramientas de trabajo y la ropa adecuada) y el relleno sanitario es prácticamente un gran basurero a cielo abierto. (Jiménez 2016 p. 2)

---

#### MANTENIMIENTO

El relleno sanitario inició en 2009. A la fecha ya alcanzó el 100% de su capacidad.

Se requiere mantenimiento y bacheo para las vialidades de Valladolid.

El Plan Municipal de Desarrollo de Valladolid señala lo siguiente:

- Garantizar un servicio eficiente de recolección de residuos sólidos urbanos, para mejorar el saneamiento ambiental y la salud de los vallisoletanos.
- Mantener una cobertura del servicio de alumbrado público eficiente y eficaz, que garantice la iluminación nocturna adecuada en beneficio de todos los vallisoletanos y quienes visitan el municipio.

- Modernizar el sistema de alumbrado público municipal con una sustitución de luminarias por nuevas tipo led.
- Mantener en excelentes condiciones los mercados públicos para permitir que sean espacios adecuados para la comercialización, pero brindando certeza de inocuidad y garantía de calidad en los consumidores.
- Administrar los espacios públicos municipales asignados a vendedores ambulantes, fijos y semifijos, para propiciar una correcta distribución que les permita mejores condiciones y que, a la vez, cuide la imagen urbana.
- Modernización del rastro municipal.
- Impartir cursos de capacitación del uso de los biodigestores domésticos a los constructores y beneficiarios.
- Ampliar el relleno Sanitario. (PMD Valladolid 2018-2021 p. 68-69)

---

#### NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL Y TURÍSTICA

La gente además de no clasificar sus residuos, por costumbre o ideas erróneas y queman residuos como llantas de vehículos, algunos plásticos y desechos sanitarios para minimizar sus residuos. La mayoría de la población se niega a pagar el servicio de recoja de basura argumentando que el servicio es malo, este último punto contribuye a la creación de basureros clandestinos que cada vez son más y prefieren tirar sus residuos en terrenos que no están habitados o en los alrededores de la ciudad dando así una mala imagen a la ciudad. (Jiménez 2016 p. 2)

Drenaje y Alcantarillado: No hay una red de alcantarillado municipal. Las fosas sépticas domésticas tienen deficiencias y filtraciones, causando grave contaminación del manto freático; las viviendas con biodigestores domésticos instalados no los usan correctamente. El municipio cuenta con 160 pozos recolectores, de los cuales 40 son macro pozos; pero no se cuenta con el equipo adecuado para el desazolve de los pozos y en época de lluvias desbordan y causan inundaciones en las casas. (PMD Valladolid 2018 p.42)

---

#### CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y AMBIENTALES

---

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

De acuerdo con lo establecido en el Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Valladolid, Yucatán, se establece que:

Superficie: No hay consenso sobre las dimensiones del municipio. El PMD Valladolid 2018 establece que diversas fuentes lo señalan como 945 km<sup>2</sup> o 1117.51 km<sup>2</sup>. Sedesol indica que es de 1,081.275 km<sup>2</sup>. Cabe resaltar que la zona limítrofe entre Quintana Roo, Yucatán y Campeche, sigue en disputa.

Localización: ubicado en la región II Oriente del estado de Yucatán, en las coordenadas 88°20' Longitud Oeste y 20°51' Latitud Norte, a una altura promedio de 25 msnm. Limita al Norte con Temozón, al Sur con Cuncunul Telom y Chichimilá, al Este con Chemax y al Oeste con Cucunul y Uayma.

Localidades: Con un total de 223 localidades, La cabecera municipal es Valladolid; otras localidades importantes son Kanxoc, Popolá, Xocén, y Yalcobá. Solamente 13 de las 233 localidades supera los 500 habitantes. La cabecera municipal, Valladolid, concentra a 52,996 habitantes.

Provincia Fisiográfica: Karst Yucateco en el 100% de la superficie.

Hidrografía: En este municipio tampoco existen corrientes de agua superficiales, solo algunos cenotes; entre ellos destaca el cenote Zací y el cenote Dzitnup.

Uso de Suelo: selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria en el 88.43% del territorio y 8.59% de la superficie municipal corresponde a uso pecuario y pastizal cultivado. (Sedesol, Microrregiones),

Flora entre las especies que se pueden encontrar son cedro, caoba, ceiba, chakah, bojom, kanisté, cichibé y pochote.

Fauna: la fauna del municipio incluye principalmente reptiles, anfibios y aves, como la codorniz, la tórtola y la paloma.

Clima: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Eventos climatológicos extraordinarios: Al encontrarse ubicado en la Península de Yucatán, este municipio se

puede ver afectado por el paso de huracanes sobre su territorio.

Áreas Naturales Protegidas: Este municipio no cuenta con áreas naturales protegidas.

---

#### ASPECTOS AMBIENTALES:

Se continúa la milpa tradicional de rosa, tumba y quema; así como la deforestación con fines de explotación ilegal de carbón vegetal. (OMD Valladolid, 2018, p. 35)

El diagnóstico ProAire Yucatán 2018-2027, presentado por Seduma/Semarnat (2018), señala que de acuerdo con el inventario estatal de emisiones del año 2016, al considerar sólo las emisiones de origen antropogénico, las partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> son generadas principalmente por la combustión doméstica, generación de energía eléctrica e incendios forestales; el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>); y los óxido de nitrógeno (NOx) por la generación de energía eléctrica y el Monóxido de Carbono (CO) por los vehículos automotores.

A nivel de municipio las mayores contribuciones al total estatal provienen de: Mérida, Valladolid, Tizimín, Hunucmá y Kanasín en el caso de las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>; Mérida y Valladolid

en el caso del bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>); y, Mérida, Valladolid, Progreso y Tizimín en el caso de los óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Monóxido de Carbono (CO).

En Valladolid, el 55.9% de las PM<sub>10</sub>, el 68.1% de las PM<sub>2.5</sub>, el 99% de So<sub>2</sub>, el 86.7% de NO<sub>x</sub> y el 20.4% de CO corresponden a la generación de energía eléctrica; el 15.7% de las PM<sub>10</sub>, el 19.3% de las PM<sub>2.5</sub>, el 52.4% de y el 24.1% de COV a la combustión doméstica; el 47.2% del CO a los vehículos motores; el 39.1% de las emisiones ganaderas y el 38.7% de las emisiones domésticas de NH<sub>3</sub>; el 13.9% de las PM<sub>10</sub> a transitar en caminos no pavimentados.

El 93% de las emisiones de SO<sub>2</sub> son generadas en dos de los municipios del estado; Mérida y Valladolid. La mayor cantidad de SO<sub>2</sub> emitido en estos municipios proviene del sector de generación de energía eléctrica. (Proaire 2018)

---

#### MOVILIDAD URBANA

A la ciudad de Valladolid se puede llegar en auto particular o rentado, taxi foráneo, autobús de pasajeros o transporte colectivo a otras localidades de este municipio o cabeceras municipales cercanas. Valladolid cuenta con una estación de autobuses y conectividad con la ciudad de Mérida, en

Yucatán, Tulum, Cancún, Playa del Carmen y Felipe Carrillo Puerto, en Quintana Roo.

Las calles de Valladolid son estrechas y con fuerte carga vehicular.

---

#### ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA:

A Valladolid se puede llegar desde la autopista concesionada o la carretera federal que comunica Cancún con Mérida; así como también por la autopista federal de Tulum a Valladolid. Cuenta con parada de autobuses, servicio de colectivos suburbanos y servicio de taxis solamente.

---

#### PROPUESTA DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La propuesta de movilidad sostenible se basa en establecer nuevas rutas de transporte público colectivo, modernizar la flotilla de vehículos que ofrecen transporte público, buscando que sean más eficientes en su consumo de combustibles fósiles; incentivar que existan áreas que se puedan transitar en vehículo eléctrico; crear más avenidas con espacios peatonales, destinar un carril de las principales avenidas como instaurar ciclovías que conecten efectivamente toda la ciudad y la zona turística ya que no

existen y son necesarias para el uso de los turistas y población local.

---

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL,  
EFECTIVA Y DE MANEJO DE LA LOCALIDAD

La Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Áreas Protegidas y el Procedimiento para medir la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas, son dos de las herramientas desarrolladas y validadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF Centroamérica) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El cálculo se hace a través de un proceso complejo en el que se deben considerar una serie de factores ecológicos, físicos, sociales, económicos y culturales (Moore, 1993, citado por Cifuentes et al 1999:6)

La capacidad de carga física (CCF) “establece una relación entre el espacio y el tiempo disponibles para la visita, y con ello se determina cuántas veces se puede visitar un mismo lugar” (Morales, 2014, p. 181; citados por Matos y Pérez, 2019:92)

La capacidad de carga efectiva (CCE) muestra el “límite máximo de visitantes que se pueden permitir en una zona y

la capacidad operativa de ordenarlos y brindarles un servicio adecuado” (Zumbardo, 2017, p. 71).

Los tres niveles de capacidad de carga --- Física, Real y Efectiva-- tienen una relación que puede representarse como sigue:

*Ecuación 34 Cálculo de la Capacidad de Carga Física*

$$CCF \geq CCR \geq CCE$$

La capacidad de manejo se calcula factorizando y promediando las variables de infraestructura, (Inf), equipamiento, (Eq), y personal de servicio (Pers). Los factores de cada variable se determinan a partir de su cantidad, estado, localización y funcionalidad. Cada criterio recibe un valor, calificado según la siguiente escala:

- Insatisfactorio= 0
- Poco Satisfactorio= 1
- Medianamente Satisfactorio=2
- Satisfactorio= 3
- Muy Satisfactorio =4

La capacidad de manejo se expresa en porcentaje.

La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir. Considerando lo anterior, la CC Efectiva es la siguiente:

*Ecuación 35 Capacidad de Carga Efectiva*

$$CCE = CCR * CM$$

La capacidad de carga turística marca los límites ecológicos y sociales del uso de un área a través del estudio y manejo apropiado, estableciendo indicadores socio-ecológicos de uso e impacto e implementando un marco de manejo y planificación (Ritchie & Crouch, 2003, citados por Morales, 2014:169).

Para poder determinar la capacidad de carga turística, siempre se debe considerar:

- Características de los turistas o visitantes: Características socioeconómicas de los visitantes; nivel de uso, número de visitantes, estancia, densidad, duración de la estancia, los tipos de actividades turísticas y los niveles de satisfacción turística.
- Características del área de destino y de sus habitantes: Rasgos naturales, ambientales y sus

procesos; estructura económica y desarrollo económico; estructura social y organización; organización política; nivel de desarrollo turístico.

La capacidad de carga de un sitio turístico es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

---

#### CAPACIDAD DE MANEJO

Calcular una capacidad de carga de una localidad sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión de servicios y saneamiento es insostenible. Para calcular la capacidad de carga de una ciudad completa se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos

habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación.

Estos factores están en constante cambio; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad. La creación de nuevos negocios

turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

---

#### PLANES DE MANEJO EXISTENTES

- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024
- Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024
- Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021
- Programa Habitat de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU),
- El Plan de Desarrollo Urbano (2010) no cuenta con validez legal ya que no ha sido publicado en la Gaceta Oficial del Municipio.

---

#### ÁREAS DONDE NO ESTÉ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

Actualmente cuenta con suficiente infraestructura para sostener excursionistas y a los turistas que pernoctan.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

- Las vialidades de Valladolid
- El centro histórico de Valladolid se convierte en un estacionamiento de autobuses. Los visitantes no generan suficiente derrama económica.
- El relleno sanitario de Valladolid ya llegó a su máxima capacidad.
- Zonas donde no hay infraestructura para albergar turismo:
- Sólo la ciudad de Valladolid cuenta con infraestructura turística en este municipio.

#### ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO EN LA LOCALIDAD

Población general (Encuesta Intercensal 2015)

Hombres	48.8%
Mujeres	51.19%
Población Indígena	64.6%
Menores de 15 años	29.4%
Población de 15 a 65 años	64.42%
Mayores de 65 años	5.98%
Población Económicamente Activa	

Población Económicamente Activa:	39.75%
Hombres mayores de 12 años que trabajan:	26.15 %
Mujeres mayores de 12 años que trabajan:	13.59 %
índice de desempleo	2%.
Pobreza y Rezago	
Población en pobreza:	54.4 %
Población vulnerable por carencias:	42.3 %
Turistas con pernocta** Ene-Dic 2018	
Cuartos Disponibles	845
Porcentaje de Ocupación (Ene.-Dic. 2018)	35.01%
Total turistas con pernocta (Ene.-Dic. 2018)	173,159
Estancia promedio turismo individual	1.21 noches
Densidad Promedio por habitación	2.0 personas

#### CAPACIDAD DE MANEJO DE AGUA POTABLE, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

##### Gestión de Residuos Sólidos (RSU)

Diariamente se recolectan 80,000 kg de Residuos Sólidos Urbanos.

#### ESTUDIO SOBRE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN LAS LOCALIDADES DONDE SE UBICARÁN LAS ESTACIONES DEL TREN MAYA

Cuenta con un relleno sanitario de tipo C con capacidad de 10 a 50 toneladas, pero que es utilizado como un tiradero a cielo abierto que requiere ser saneado y que ya está a su máxima capacidad; además de necesitar la construcción de una nueva celda de disposición final de residuos sólidos. Se cuenta con 3 vehículos de recolección de residuos y 3 vehículos de aseo urbano

Capacidad de Manejo Turístico RSU = bajo

#### Aguas Residuales (PTAR)

Capacidad de Tratamiento: 0.0 lps.

Caudal Tratado: 0.0 lps.

Aguas Residuales generadas por la población: 12,818 m<sup>3</sup> al día  
(calculado como el 80% del total de Agua potable abastecida)

El municipio no cuenta con capacidad para el Tratamiento de Aguas Residuales

Capacidad de Manejo Turístico PTAR = bajo

Agua Potable : el consumo de agua potable del municipio es de 16,122 m<sup>3</sup> al día. El municipio cuenta con 19,272 tomas de agua potable de las cuales sólo 10,150 cuentan con medidor instalado. El sistema está en estado regular. La captación se realiza en 7 pozos, 2 tanques elevados.

---

#### ESTADÍSTICAS SERVICIOS DE SANEAMIENTO MUNICIPALES. (INEGI 2017)

1. Personal ocupado en la prestación del servicio de agua potable de la red pública, por municipio y delegación según posición en el proceso de trabajo 2016: 51

- Gerentes y directivos: 6
- Administrativos y contables: 21
- Técnicos y operativos: 24

2. Obras de toma de agua en operación para abastecimiento público, por municipio y delegación según tipo de fuente 2016: 48 pozos y 2 canales o drenes,

3. Puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, por municipio y delegación según tipo de cuerpo receptor 2016: Suelo o barranca.

4. Porcentaje de aguas residuales municipales que reciben tratamiento (por entidad federativa, al 2012): 2.1%

5. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados, por municipio y delegación según tipo de recolección y destino de los residuos 2016: 8,000 kg.

Tipo de recolección: No selectivo (100%)

6. Parque vehicular para servicio de recolección de residuos (al 2016) : 2 vehículos.

- Con compactador: 0
- Con caja abierta: 2

7. Promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados y porcentaje correspondiente a la recolección en la cabecera municipal: 20%

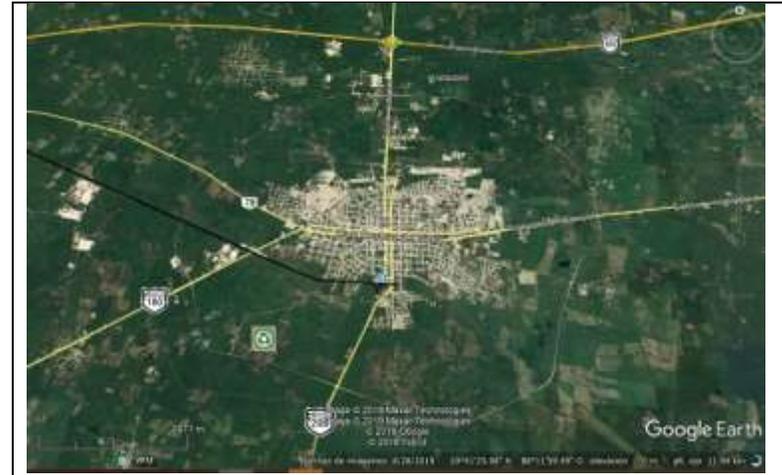
8. Disponibilidad de servicios relacionados con los residuos sólidos urbanos, por municipio, 2016:

- Recolección y disposición final.

9. Personal ocupado en la prestación del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, al 2016:

- Mujeres: 28
- Hombres: 29

#### UBICACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y RELLENO SANITARIO



---

## INTERPRETACIÓN DE LOS CÁLCULOS DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, EFECTIVA Y DE MANEJO.

Para establecer el número máximo de usuarios de cada localidad comprendida en este estudio, se tomó como base el censo poblacional disponible, correspondiente a la Encuesta Intercensal de 2015 del INEGI. A este total de personas se le agregó un promedio de los visitantes que pernoctaron en alguno de los hoteles registrados; información obtenida del portal oficial Datatur al mes de diciembre de 2018. Este número se obtuvo al calcular el número de habitaciones disponibles por localidad multiplicado por el número promedio de personas que utilizan una habitación por visita.

Estos números no son datos exactos, pero permiten tener una referencia de su origen. En este reporte se ha enfocado la atención en lograr una capacidad de manejo óptima de las localidades, más que establecer cuál es la capacidad máxima que un sitio cuya dinámica poblacional no solo fluctúa por motivos demográficos, como lo son las

defunciones y nacimientos; sino que la economía regional también tiene un gran impacto migratorio; a este territorio llega más gente a vivir de la que se va. Otra aclaración pertinente es que los valores corresponden a todo el municipio al que pertenezca la localidad.

Del total máximo de ocupación de la localidad, y considerando el censo de vivienda más reciente, se obtiene el número máximo de usuarios de servicios de agua, residuos y saneamiento al día. A este número máximo se le factoriza la capacidad de manejo obtenida, una vez que se sustraen las deficiencias en el servicio prestado. Estas deficiencias son el número de viviendas sin servicios. Este valor permite determinar la capacidad de manejo de cada localidad.

CCF: Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

CCR: Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

CM: Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje. Se obtiene un promedio de estos tres indicadores.

Para evaluar la capacidad de manejo de estos servicios se debe considerar si cuentan con suficiente equipamiento, personal y capacidad de gestión, entre las que se incluyen el porcentaje de viviendas que cuentan con los servicios de agua potable, recolección de residuos y conexión a algún sistema de drenaje; y el resultado es promediado.

CCE: Capacidad de Carga Efectiva, calculada a partir de la capacidad de manejo que se obtuvo de la capacidad real.

#### RESULTADOS:

Los datos a continuación muestran al total de habitantes del municipio en que se encuentra localidad, además del promedio diario de huéspedes registrados en un hotel de la localidad. Para más detalle se puede consultar el apartado que contiene las gráficas que fueron realizadas durante la elaboración de este reporte.

Para esta localidad tenemos los siguientes valores:

*Tabla 97 Numeralia por Localidad: Valladolid*

Población al 2015	80,613
Número de habitaciones de hotel (registrados al 2018)	845
Capacidad máxima anual turistas/noche (2 pax/hab.)	616,850
Densidad promedio por habitación (estimado)	2
Ocupación promedio (estimado)	35.01%
Turistas noche 2018 (Total anual)	210,111
Excursionistas INAH 2018 (Z.A. Ek Balam)	79,161
Excursionistas INAH Promedio diario 2018	216
Capacidad de abastecimiento Agua Potable	97.5%
Conectividad doméstica al drenaje	79.3%
Capacidad de Recolección de RSU	55%
Capacidad de Tratamiento Aguas Residuales (TAR)	0.64%

*Tabla 98 Capacidad de Manejo: Valladolid*

Localidad	RSU	Drenaje	Agua	CM
Valladolid	55	79.3	97.5	77.27

*Tabla 99 Capacidad de Carga Efectiva: Valladolid*

Localidad	Residentes, Turistas máx. Excursionistas CCF	Residentes, Turistas noche Excursionistas CCR	CM (%)	CCE (personas al día)
Valladolid	82,520	81,406	77.27	62,899

Con una capacidad de manejo del 77.27%, esta localidad tiene una capacidad de carga efectiva de 62,899 personas al día, incluyendo residentes y visitantes distribuidos en todo el municipio.

---

## CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo. Para calcular la capacidad de carga de un sitio turístico, se debe contar con la siguiente información:

- L Longitud del Sendero (m)
- SP Superficie Utilizada por persona (m<sup>2</sup>)
- NV Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día.
- Hv horario de visita
- Tv tiempo de visita
- n° Número de personas por grupo
- Dg Distancia entre grupos
- Sg superficie para cada persona del grupo
- NG Número de grupos
- D Distancia requerida por grupo
- P Número de Personas
- ml magnitud limitante
- CCF Capacidad de Carga Física
- NG Número de grupos simultáneamente

- CCR Capacidad de Carga Real
- FCsoc: Factor Social
- FCero Factor de Erodabilidad
- FCprep Factor de Precipitación
- FCacc Factor de Accesibilidad
- FCane Factor de Anegamiento

Las ecuaciones para resolver la capacidad de carga son:

$$CFF: (L/SP) * NV$$

$$NV=(Hv/Tv)$$

$$NG=L/D$$

$$D= DG+SG$$

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xliv</sup>.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del

sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente.

El último valor por considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio

#### DATOS PARA CALCULAR LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA

De acuerdo con la metodología desarrollada por Cifuentes et al, (1992). Todos los cálculos de capacidad de carga se realizan utilizando dicha metodología:

	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Ek Balam	1,750	4	8	2.0	20	6	80	86

Capacidad de Carga Turística	NV	NG	P	ML	FCsoc	CCF Al día	CCR por hora
Z.A. Ek Balam	4	20	407	6	1	1,750	218

La capacidad de carga fue calculada sólo en base al sendero dentro del sitio arqueológico. Se calcula que 437 personas pueden visitar el sitio de forma simultánea.

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DONDE NO HAY INFRAESTRUCTURA PARA ALBERGAR TURISMO:

Valladolid tiene infraestructura turística solamente en su cabecera municipal

#### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DONDE NO ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA:

Jardín de los Frailes. Actualmente cuenta con suficiente infraestructura para sostener excursionistas y a los turistas que pernoctan.

#### ÁREAS DONDE SÍ ESTÁ SUPERADA LA CAPACIDAD DE CARGA

- Las vialidades de Valladolid
- El centro histórico de Valladolid se convierte en un estacionamiento de autobuses. Los visitantes no generan suficiente derrama económica.
- El relleno sanitario de Valladolid ya llegó a su máxima capacidad.

#### RECOMENDACIONES ALINEADAS A LA AGENDA 2030.

Se propone que esta localidad trabaje en alcanzar el siguiente objetivo ODS.

	Descripción	Localidad
Justificación	<p>Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos</p> <p>Valladolid es la ciudad más importante para la población Maya de Yucatán y Quintana Roo. A esta ciudad viajan la mayoría de los jóvenes tanto indígenas como mestizos que desean cursar la educación superior pues en otras ciudades de la región no cuentan con este nivel educativo. A diferencia de las grandes urbes como Cancún, Playa del Carmen, Chetumal o Mérida, en Valladolid se encuentran centros universitarios de bajo costo para la población local.</p>	Valladolid
Estrategia Principal	<p>Seguir fomentando que los jóvenes se trasladen a Valladolid a estudiar el nivel superior, y acompañarlos en su crecimiento profesional, y moral, ofreciéndoles actividades lúdicas y educativas que refuercen su sentido de pertenencia a la</p>	

región en la que viven y de la que proceden. Muchos de estos jóvenes han dejado atrás su primer idioma y sus costumbres rurales innecesariamente. y se les motivará a retomarlos.

#### SUGERENCIAS PARA EL MANEJO DEL DESTINO

Actualizar el Programa de Desarrollo Urbano e impulsar un ordenamiento territorial que refuerce el embellecimiento urbano.

Realizar las gestiones necesarias para la realización de un número mayor de obras integrales de calles, de pavimentación o repavimentación de calles, de ampliación o rehabilitación de redes de agua potable, de construcción o rehabilitación y equipamiento de parques en la ciudad y en comisarías, y de perforación de pozos de absorción en calles. (PMD Valladolid 2018-2021 p. 54)

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN

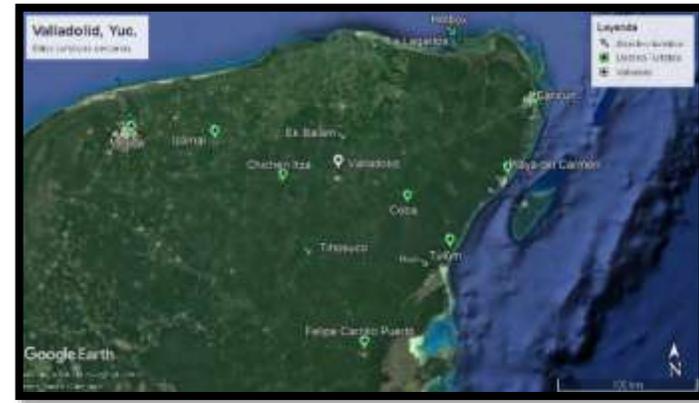
Las principales medidas de adaptación y mitigación del impacto humano son:

- Administrar los espacios públicos municipales asignados a vendedores ambulantes, fijos y semifijos, para propiciar una correcta distribución que les permita mejores condiciones y que, a la vez, cuide la imagen urbana.
- Ampliar la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales así como la conexión al drenaje de las viviendas, comercios, escuelas y hoteles.
- Recuperar los espacios públicos, reforestar calles y avenidas, transformar los lotes baldíos en pulmones para la ciudad, parques, y huertos comunitarios.
- Impartir cursos de capacitación del uso de los biodigestores domésticos a los constructores y beneficiarios.
- Implementar programas de reciclaje, separación de residuos y composteo.
- Mantener una cobertura del servicio de alumbrado público eficiente y eficaz, que garantice la iluminación nocturna adecuada en beneficio de todos los vallisoletanos y quienes visitan el municipio. Establecer mecanismos para la eliminación de envases desechables e incentivar la utilización de

envases retornables por parte de los productores de bebidas embotelladas.

- Modernización del rastro municipal.
- Garantizar un servicio eficiente de recolección de residuos sólidos urbanos, para mejorar el saneamiento ambiental y la salud de los vallisoletanos.
- Mejorar el saneamiento.
- Instalar una red de alcantarillado.
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, proporcionar seguridad vial a los usuarios.
- Modernizar el sistema de alumbrado público municipal con una sustitución de luminarias por nuevas tipo led.
- Mantener en excelentes condiciones los mercados públicos para permitir que sean espacios adecuados para la comercialización, pero brindando certeza de inocuidad y garantía de calidad en los consumidores.
- Modernizar el sistema de drenaje pluvial, y de aguas residuales urbano
- Ampliar el relleno Sanitario. (PMD Valladolid 2018-2021)

- Solucionar las filtraciones de aguas residuales al subsuelo.
- Mejorar y ampliar el relleno sanitario.
- Capacitar a la población, proveedores de servicios turísticos y de alimentos y a los empleados del municipio para que reciclen, reduzcan, reutilicen, recuperen y rechacen todos los envases de plástico desechables, que saturan innecesariamente los rellenos sanitarios del mundo entero.



*Ilustración 248 Valladolid y sitios turísticos regionales*

#### MAPAS



*Ilustración 247 Delimitación Municipal, Valladolid, Yucatán*

## CÁLCULOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga turística es definida por la capacidad de manejo que tiene el sitio turístico al respecto de la gestión de sus residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, abastecimiento de agua potable, seguridad para el visitante así como también se requiere contar con la infraestructura necesaria para recibir a los visitantes, ya sea por el día o con pernocta.

Calcular una capacidad de carga sin tomar en cuenta las deficiencias en el manejo de la infraestructura municipal en el sitio en cuestión no solo es irresponsable, sino también no corresponde a la realidad.

Calcular la capacidad de carga de una ciudad completa es una tarea titánica en la que se deben considerar factores como el número de personas que habitan un lugar, el número de personas que migran anualmente a este lugar, el número de nacimientos y defunciones que se presentan anualmente, la densidad poblacional permitida en los asentamientos habitacionales, además de necesitar considerar el número de visitantes que recorren el sitio como

una excursión de una o varias horas de duración, así como el número de turistas que pernoctan en el sitio, considerando además la ocupación promedio, y la densidad por habitación. Estos factores se revisan en las tablas y gráficas que se presentan a lo largo de esta sección.

Estos factores arriba mencionados están en constante movimiento; la población que reside en esta región es generalmente flotante, y relacionada con el crecimiento o disminución de las actividades turísticas en la localidad; de igual forma, los turistas y excursionistas que visitan un lugar varían respecto a la época del año e incluso en base a factores de tipo social, como lo son la promoción turística de un lugar, la accesibilidad a espacios recreativos y de hospitalidad, la seguridad del sitio para visitantes y locales, así como también los precios de los servicios ofrecidos; la popularidad de los mismos y el índice de satisfacción de sus usuarios. Al ser el turismo una actividad pujante, estos factores están en constante variación, con la apertura de nuevos hoteles y atractivos turísticos en la localidad.

Nuevos alojamientos son inaugurados constantemente, así como el acceso a los atractivos turísticos y otros servicios es determinado por el éxito o fracaso acumulado por los

administradores de estos espacios. La creación de nuevos negocios turísticos podría causar un incremento en la capacidad de carga de un sitio, sin embargo, no necesariamente es así; pues si la localidad no ofrece servicios turísticos de calidad, accesibles y satisfactorios, no importará que se incremente la infraestructura turística si esto no genera que más turistas visiten en lugar.

Considerando que la mayoría de estas localidades son destinos turísticos emergentes, ubicados en zonas rurales y en municipios con un bajo presupuesto para resolver las necesidades sociales y ambientales de su territorio; y que actualmente la capacidad de manejo de estos es extremadamente limitada, por sus carencias en infraestructura municipal en temas como saneamiento, gestión de residuos, tratamiento de aguas residuales y extracción de agua potable para consumo humano, así como la falta de transparencia en la ejecución de recursos para estos rubros en administraciones anteriores es imposible obtener resultados positivos al realizar estos cálculos. Al finalizar este apartado, se podrá consultar la interpretación de los resultados obtenidos.

En cambio, se ha procedido a realizar el cálculo de la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de cada localidad, ya que son éstos los que permanecerán sin mayores alteraciones, pues ya no cambiarán de tamaño, ubicación o importancia; y lo único que puede variar es el manejo que se haga de estos sitios. Los sitios turísticos seleccionados son las principales zonas arqueológicas o monumentos, y los accesos públicos a la playa o malecones.

Para calcular la capacidad de carga de los principales atractivos turísticos de estas localidades se utiliza el método desarrollado por Cifuentes et al (1992), y que determina la cantidad de visitantes que puede recibir un sitio turístico en determinado tiempo.

Estos cálculos se llevan a cabo realizando las siguientes ecuaciones:

A) La capacidad de carga física (CCF) se calcula considerando la longitud del sendero turístico en metros lineales (L), la superficie utilizada por una persona para moverse a través del sendero (SP), y el número de veces que este sitio puede ser visitado por la misma persona (NV).

La fórmula para calcular la Capacidad de Carga Física es:

$$CFF: (L/SP)*NV$$

B) Para poder determinar el Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día, se debe considerar el horario de visita, (Hv) generalmente relacionado con las horas de luz al día; así como también se calcula el tiempo necesario para visitar o recorrer el sendero(Tv), utilizando como medida de tiempo, las horas. La fórmula para calcular el número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona (NV), se realiza la siguiente ecuación:  
$$NV=(Hv/Tv)$$

C) Para calcular la Capacidad de Carga Real (CCR) se debe resolver la siguiente ecuación:

$$CCR=CCF*(FCsoc*FCero*FCacc*FCprep*FCane)$$

En dicha ecuación los elementos que la componen se describen a continuación:

- FCsoc: Factor Social
- FCero: Factor de Erodabilidad
- FCprep: Factor de Precipitación
- FCacc: Factor de Accesibilidad
- FCane:Factor de Anegamiento

De acuerdo con esta metodología, expuesta con gran claridad en el documento elaborado por Tudela y Giménez, (2009) cuando estos factores no son significativos, se considera cada uno de sus valores como 1<sup>xlv</sup>. Cabe resaltar que debido a las particularidades de esta región, y considerando los espacios en los que se llevan a cabo los recorridos turísticos de la zona, los cuales están asentados sobre la capa de roca caliza que cubre la totalidad de la península de Yucatán, los cuales son firmes y porosos, por lo que no presentan anegamientos, o una erodabilidad visible, así como también son de fácil acceso, pues son senderos diseñados exclusivamente para atraer a turismo de todo tipo. En esta zona un factor determinante sería la precipitación, ya que esta zona tiene una muy marcada temporada de lluvias que abarca de junio a noviembre y que puede incluir el desarrollo de tormentas tropicales o huracanes, siendo estas condiciones climatológicas un factor determinante para que los atractivos turísticos permanezcan cerrados al público durante el desarrollo de estos fenómenos meteorológicos.

Siendo que incluso en temporada de lluvias la formación de ciclones o tormentas tropicales es aleatoria y de ubicación

muy puntual, se procedió a calcular la capacidad de carga real en base al efecto que tiene el Factor social sobre la Capacidad de Carga Física de cada localidad turística.

FCsoc: Factor Social. Esto representa el número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en el mismo espacio; por lo que se requiere conocer la Longitud del sendero (L) y la Distancia requerida por Grupo (D) para realizar el recorrido turístico cómodamente. Se calcula con la siguiente ecuación:

$$NG=L/D$$

Siendo que la longitud se expresa en metros lineales, la distancia se calcula en base a la Distancia Requerida entre grupos para no encimarse unos con otros.

La Distancia se calcula en base a la Distancia que se requiere entre grupos y la distancia requerida por cada grupo, la cual depende del tamaño de este. La fórmula que se utiliza es:

$$D= DG+SG$$

Finalmente, el último valor a considerar es la Magnitud Limitante, este valor representa a la porción de sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una

distancia mínima entre grupos; y se calcula restando el número de metros que requiere cada persona que visite un sitio (1 m<sup>2</sup>)

A continuación, se procede a calcular la capacidad de carga turística dentro de los sitios seleccionados por cada localidad.

---

#### ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS SITIOS TURÍSTICOS POR LOCALIDAD:

L	Longitud del Sendero (m)
SP	Superficie Utilizada por persona (m <sup>2</sup> )
NV	Número De Veces que el sitio puede ser visitado el mismo día
Hv	horario de visita
Tv	tiempo de visita
n°	Número de personas por grupo
Dg	Distancia entre grupos
Sg	superficie para cada persona del grupo
NG	Número de grupos
D	Distancia requerida por grupo
P	Número de Personas
ML	magnitud limitante

CCF	Capacidad de Carga Física
FCsoc	Factor Social
NG	Número de grupos simultáneamente
CCR	Capacidad de Carga Real

El cálculo de la capacidad de carga turística queda expresado de la siguiente forma:

*Tabla 100: Capacidad de Carga Turística en Sitios Seleccionados*

Los sitios turísticos seleccionados para realizar el cálculo de su capacidad de carga son:

1	Z.A. Edzná
2	Cenote Miguel Colorado
3	Z.A. Calakmul
4	Z.A. Palenque
5	Z.A Chacchobén
6	Playa Publica Cancún
7	Laguna Muyil
8	Playa Publica Puerto Morelos
9	Playa Publica Playa Del Carmen
10	Z.A. Tulum
11	Z.A. Coba
12	Malecón Tenosique
13	Z.A. Chichen Itzá
14	Atrio De Izamal
15	Z.A Dzibilchaltún
16	Z.A Ek Balam

Sitio Turístico	L	SP	Hv	Tv	n°	DG	SG	D
Z.A. Edzná	1,000	4	6	2.0	10	6	40	46
Cenote Miguel Colorado	500	4	8	4.0	6	6	24	30
Z.A. Calakmul	3,000	4	9	3.0	20	6	80	86
Z.A. Palenque	1,600	3	9	3.0	20	6	60	66
Z.A Chacchobén	844	4	6	2.0	10	6	40	46
Playa Publica Cancún	1,850	6	6	4.0	4	6	24	30
Laguna Muyil	1,980	6	6	2.0	10	6	60	66
Playa Publica Puerto Morelos	2,350	6	8	4.0	4	6	24	30
Playa Publica Playa Del Carmen	14,160	6	8	4.0	4	6	24	30
Z.A. Tulum	2,000	3	9	2.0	20	4	60	64
Z.A. Coba	4,000	3	9	3.0	20	6	60	66
Malecón Tenosique	3,250	4	12	4.0	4	2	16	18
Z.A. Chichen Itzá	4,500	3	9	3.0	20	4	60	64
Atrio De Izamal	500	4	6	2.0	4	4	16	20
Z.A Dzibilchaltún	2,000	4	8	2.0	10	6	40	46
Z.A Ek Balam	1,750	4	8	2.0	20	6	80	86

Tabla 101 Capacidad de Carga Turística por Hora y Día en los sitios turísticos

Sitio Turístico	NV	NG	P	M	FCsoc	CCF	CCR por hora
Z.A. Edzná	3	22	217	6	1	750	124
Cenote Miguel Colorado	2	17	100	6	1	250	31
Z.A. Calakmul	3	35	698	6	1	2,25	250
Z.A. Palenque	3	24	485	6	1	1,60	177
Z.A. Chacchobén	3	18	183	6	1	633	105
Playa Publica Cancún	2	62	247	6	1	463	77
Laguna Muyil	3	30	300	6	1	990	165
Playa Publica Puerto Morelos	2	78	313	6	1	783	98
Playa Publica Playa Del Carmen	2	47	188	6	1	4,72	590
Z.A. Tulum	5	31	625	4	1	3,00	333
Z.A. Coba	3	61	121	6	1	4,00	444
Malecón Tenosique	3	18	722	2	1	2,43	203
Z.A. Chichen Itzá	3	70	140	4	1	4,50	500
Atrio De Izamal	3	25	100	4	1	375	62
Z.A Dzibilchaltún	4	43	435	6	1	2,00	249
Z.A Ek Balam	4	20	407	6	1	1,75	218

A continuación, se presenta un análisis detallado de las variables que determinan la capacidad de manejo turístico y poblacional de las 16 localidades donde se ubicarían las estaciones del Tren Maya.

### CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS.

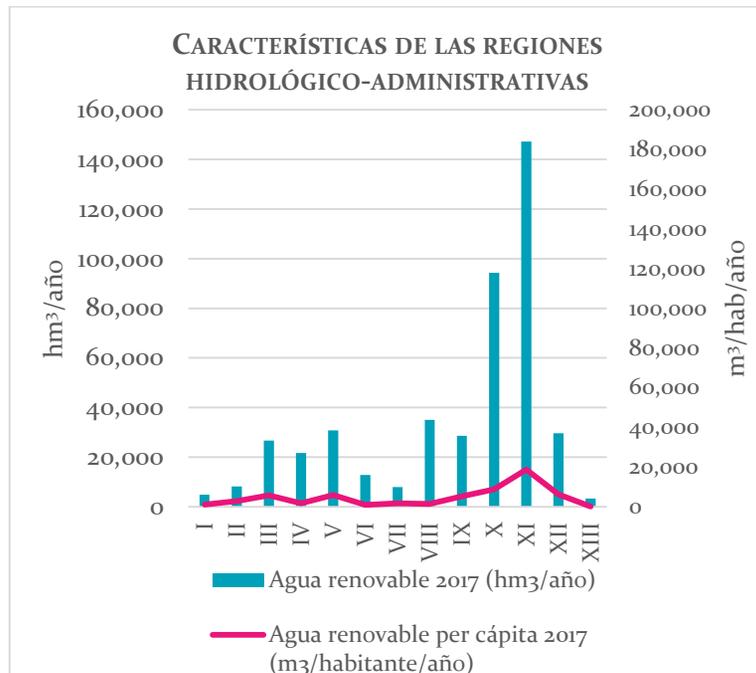
CUADRO 1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES HIDROLÓGICO-ADMINISTRATIVAS

RHA	A	B	C	D	E	F
<i>I</i>	154279	4858	4,6	1057	4,26	11
<i>II</i>	196326	8274	2,92	2837	3,41	78
<i>III</i>	152007	26747	4,59	5823	3,08	51
<i>IV</i>	116439	21668	12,04	1799	6,4	420
<i>V</i>	82775	30836	5,12	6017	2,19	378
<i>VI</i>	390440	12844	12,61	1019	15,03	144
<i>VII</i>	187621	8024	4,65	1725	4,39	78
<i>VIII</i>	192722	35071	24,72	1419	19,75	332
<i>IX</i>	127064	28655	5,38	5329	2,29	148
<i>X</i>	102354	94363	10,73	8796	5,25	432
<i>XI</i>	99094	147195	7,84	18776	4,06	139
<i>XII</i>	139897	29647	4,77	6212	5,27	128
<i>XIII</i>	18229	3401	23,55	144	24,63	121
<i>Total</i>	1959248	451585	123,52	3656	100	2460

López Tamayo (2019)

- A: Superficie continental (km<sup>2</sup>)
- B: Agua renovable 2017 (hm<sup>3</sup>/año)
- C: Población a mediados de año 2017 (millones de hab.)
- D: Agua renovable per cápita 2017 (m<sup>3</sup>/habitante/año)
- E: Aportación al PIB nacional 2016 (%)
- F: Municipios o alcaldías

Gráfica 13 Características de las Regiones Hidrológico-Administrativas



CUADRO 1.2 AGUA RENOVABLE PER CÁPITA (2017)

No.	RHA	A	B	C	D	E
I	Península de Baja California	4 858	5	1 057	3 218	1 641
II	Noroeste	8 274	3	2 837	5 068	3 207
III	Pacífico Norte	26 747	5	5 823	23 537	3 211
IV	Balsas	21 668	12	1 799	16 798	4 871
V	Pacífico Sur	30 836	5	6 017	28 900	1 936
VI	Rio Bravo	12 844	13	1 019	6 495	6 350
VII	Cuencas Centrales del Norte	8 024	5	1 725	5 551	2 474
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	35 071	25	1 419	25 241	9 831
IX	Golfo Norte	28 655	5	5 329	24 555	4 099
X	Golfo Centro	94 363	11	8 796	89 764	4 599
XI	Frontera Sur	147 195	8	18 776	124 477	22 718
XII	Península de Yucatán	29 647	5	6 212	4 331	25 316
XIII	Aguas del Valle de México	3 401	24	144	1 106	2 294
	Total Nacional	451 585	124	3 656	359 041	92 544

A: Agua renovable (hm<sup>3</sup>/año)

B: Población 2017 a medio año (Millones de hab.)

C: Agua renovable per cápita 2017 (m<sup>3</sup>/hab./año)

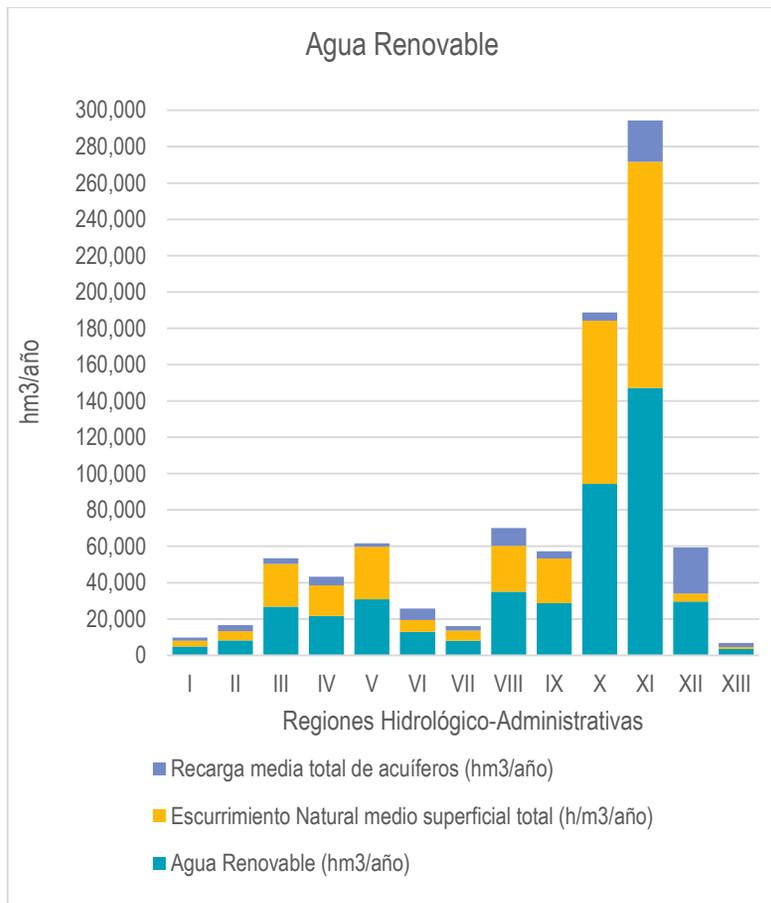
D: Escurrimiento natural medio superficial total (hm<sup>3</sup>/año)

E: Recarga media total de acuíferos (hm<sup>3</sup>/año)

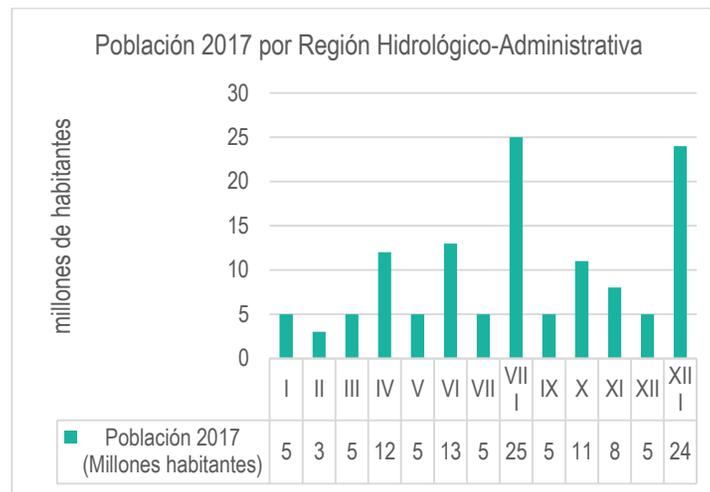
Nota: Para el escurrimiento de la RHA XIII se consideran las aguas residuales de la Ciudad de México.

Fuente: Elaborado con base en Conagua (2017b), Conapo (2012).  
Tomado de EAM 2018

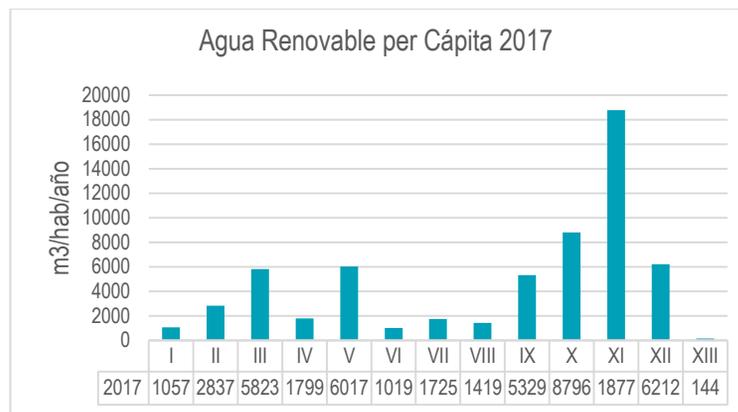
Gráfica 14 Agua Renovable



Gráfica 15 Población 2017 por Región Administrativa



Gráfica 16 Agua renovable per cápita 2017



CUADRO 1.3 DATOS GEOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS POR ENTIDAD FEDERATIVA.

A	B	C	D	E	F	G	H
4	Campeche	57,924	5,815	0.94	15,474	2.18	11
7	Chiapas	73,289	113,557	5.38	21,199	1.7	120
23	Quintana Roo	42,361	1,741	1.66	4,872	1.61	11
27	Tabasco	24,783	31,941	2.43	12,909	2.35	17
31	Yucatán	39,612	21,813	2.17	3,234	1.48	106
	Total Nacional	1,959,248	451,858	123.52	3,656	100	2460

López Tamayo (2019)

A: clave entidad

B: entidad federativa

C: superficie continental (km<sup>2</sup>)

D: agua renovable 2017 (hm<sup>3</sup>/año)

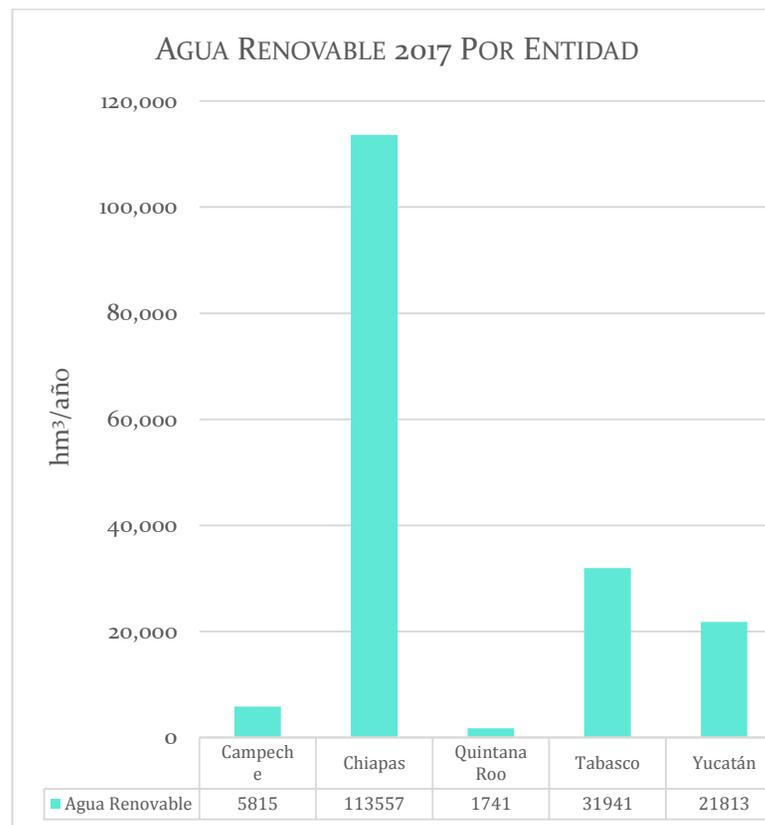
E: población mediados de año 2017

F: agua renovable per cápita 2017

G: aportación al pib nacional 2016 (%)

H: municipios o alcaldías

Gráfica 17 Agua Renovable 2017 por entidad



## REGIONES HIDROLÓGICAS DEL SURESTE MEXICANO.

Las **regiones hidrológicas** en donde se tiene proyectado el paso del Tren Maya serían 4, las que CONAGUA tiene identificadas como **Grijalva-Usumacinta** en los estados de Chiapas y Tabasco; **Yucatán Oeste**, zona de Campeche; **Yucatán Norte**, zona de Yucatán y **Yucatán Este** zona de Quintana Roo. En estas **4 regiones** se tienen identificadas **98 cuencas hidrológicas** acorde a la CONAGUA.

*Cuadro 1.4 Regiones Hidrológicas del Sureste Mexicano*

Región Hidrológica	A	B	C	D	E	F
30 Grijalva-Usumacinta	102,465	1,703	61,881	44,080	105,961	83
31 Yucatán Oeste	25,443	1,175	756	0	756	7
32 Yucatán Norte	58,135	1,143	22	0	22	2
33 Yucatán Este	38,308	1,210	1,078	864	1,942	6

*EAM, 2018, citado por López Tamayo, 2019*

*A: Extensión territorial continental (km<sup>2</sup>)*

*B: Precipitación normal anual 1981-2010 (mm)*

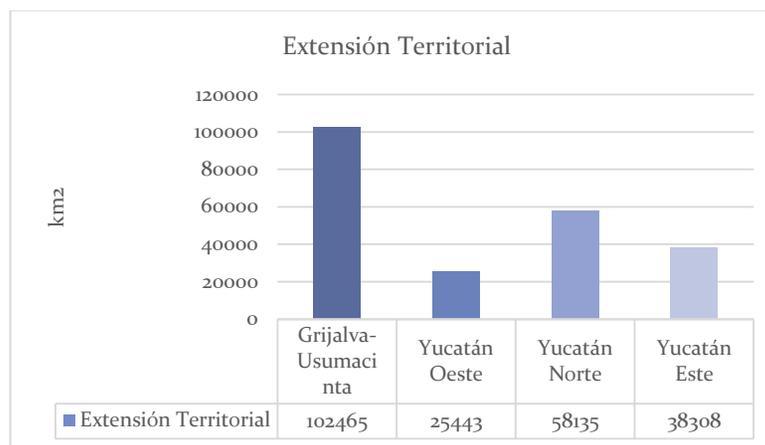
*C: Escurrimiento natural medio superficial interno (hm<sup>3</sup>/año)*

*D: Importaciones (+) o exportaciones de otros países (hm<sup>3</sup>/año)*

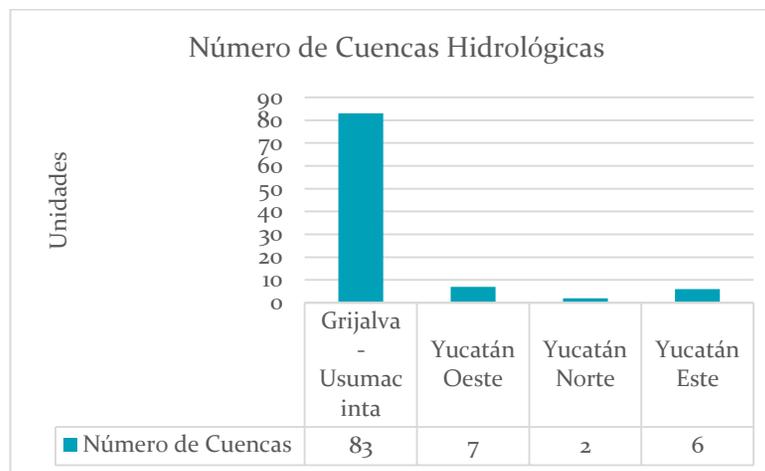
*E: Escurrimiento natural medio superficial total (hm<sup>3</sup>/año)*

*F: Número de cuencas hidrológicas*

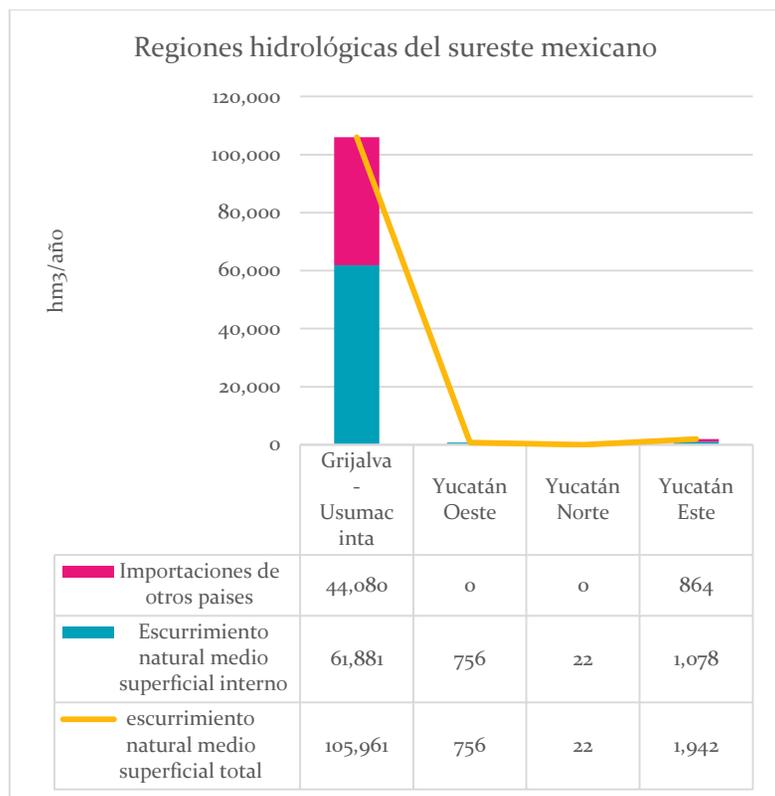
*Gráfica 18 Extensión Territorial de las RHA del Sureste mexicano*



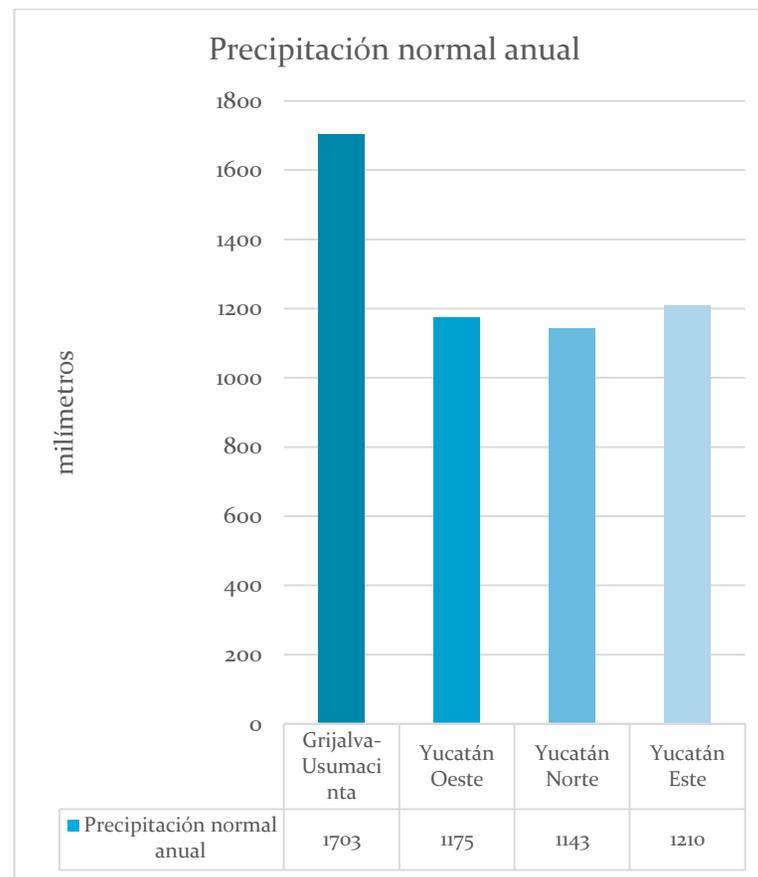
*Gráfica 19 Número de cuencas hidrológicas por RHA*



Gráfica 20 RHA del Sureste mexicano- escurrimiento natural medio superficial total.



Gráfica 21 Precipitación normal anual 2017



## DISPONIBILIDAD DEL AGUA

**CUADRO 1.5 DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL SURESTE MEXICANO**

RHA	Entidad	Clave	Acuífero	R	DNC	P (+)
XI Frontera Sur	Tabasco	2708	Boca Del Cerro	785.0	390.0	387.4
	Chiapas	701	Palenque	193.0	0.0	185.4
XII Península de Yucatán	Campeche	405	Xpujil	2,099	1784	311.6
	Q Roo	3105	Península De Yucatán	21,813.4	1,4542.2	2,842.70
	Yucatán		Yucatán			

*Cuadro 1.5.2 VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas\*\**

RHA	Entidad	Clave	Acuífero	VEAS			
				VCAS	VEAL A	VAPTY R	VAPR H
XI Frontera Sur	Tabasco	2708	Boca Del Cerro	6.004	1.567	0.000	0.00
	Chiapas	701	Palenque	5.489	1.985	0.101	0.000
XII Península de Yucatán	Campeche	405	Xpujil	3.614	0.000	0.0008	0.000
	Q Roo	3105	Península De Yucatán	4,040.818	26.78	360.8	0.000
	Yucatán		Yucatán	8			

*\*\*cifras en millones de metros cúbicos anuales López Tamayo (2019)*

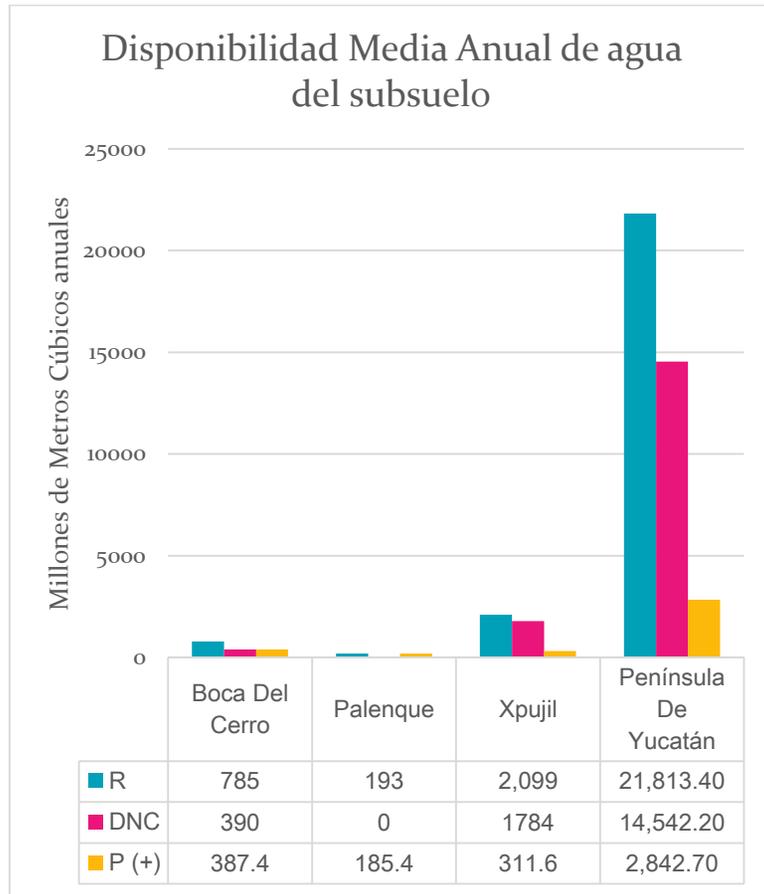
Abreviaturas para Cuadros 1.5.1 y 1.5.2:

RHA	Región Hidrológico-Administrativa	VEAS:	Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas
R	Recarga total media anual	VCAS:	Volumen Concesionado/asignado de Aguas Subterráneas
DNC	Descarga Natural Comprometida	VEALA	Volumen de Extracción de Agua en las zonas de suspensión provisional de Libre Alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente
DMA	Disponibilidad Media Anual de agua del subsuelo	VAPTYR	Volumen de extracción de Agua Pendiente de Titulación Y/o Registro en el REPDA
P	Positiva	VAPRH:	volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica
N	Negativa (déficit)		

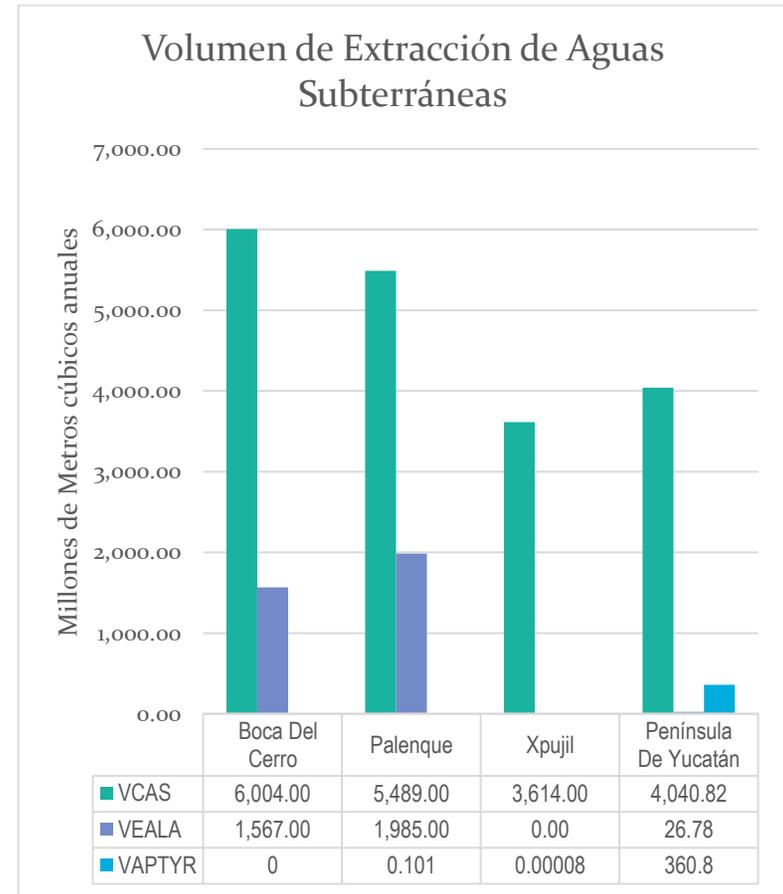
**\*\*cifras en millones de metros cúbicos anuales**

Definiciones tomadas de los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015

Gráfica 22 Disponibilidad Media Anual de agua del subsuelo



Gráfica 23 Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas



**COBERTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SURESTE DE MÉXICO**

**CUADRO 2.1 COBERTURA AGUA POTABLE EN VIVIENDAS**

Región	Acceso			Entubada en vivienda o predio		
	Regional Estatal	Urbana	Rural	Regional	Urbana	Rural
RHA XII	97,98%	98,58%	94,81%	96,99%	97,72%	93,08%
RHA XI	89,30%	94,93%	83,00%	87,51%	93,98%	80,29%
Chiapas	88,30%	93,89%	82,77%	86,46%	93,01%	79,98%
Tabasco	91,44%	96,87%	83,57%	89,78%	95,80%	81,07%
Campeche	94,68%	96,86%	88,03%	93,49%	95,98%	85,90%
Yucatán	99,29%	99,44%	98,47%	98,29%	98,52%	97,06%
Q. Roo	98,13%	98,30%	96,75%	97,26%	97,55%	94,92%

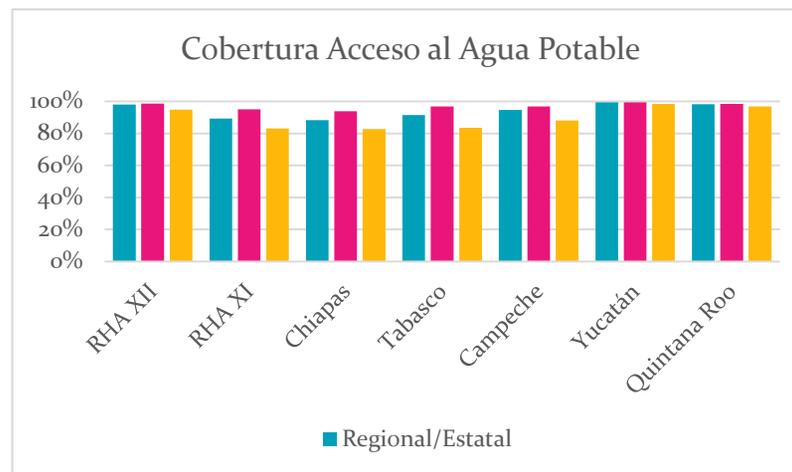
López Tamayo (2019)

**CUADRO 2.2 COBERTURA ALCANTARILLADO EN VIVIENDAS**

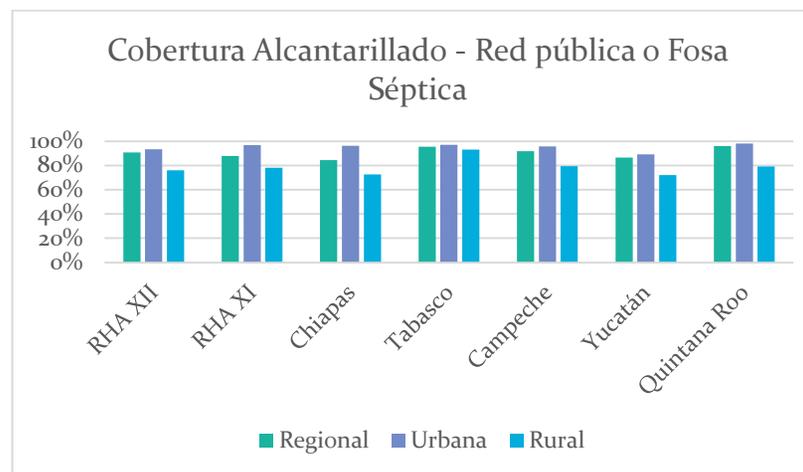
Regiones	Drenaje			Red pública o fosa séptica		
	Regional	Urbana	Rural	Regional	Urbana	Rural
RHA XII	91,12%	93,88%	76,48%	90,67%	93,43%	76,03%
RHA XI	90,20%	97,82%	81,69%	87,93%	96,62%	78,23%
Chiapas	86,93%	97,50%	76,47%	84,42%	96,34%	72,63%
Tabasco	97,27%	98,42%	95,61%	95,50%	97,13%	93,14%
Campeche	91,88%	95,90%	79,62%	91,69%	95,71%	79,43%
Yucatán	86,82%	89,41%	72,63%	86,50%	89,13%	72,14%
Q. Roo	96,69%	98,80%	79,79%	95,88%	97,98%	79,05%

López Tamayo (2019)

Gráfica 24 Cobertura acceso agua potable



Gráfica 25 Cobertura acceso Alcantarillado, red pública o fosa séptica



**PLANTAS MUNICIPALES POTABILIZADORAS Y DE TRATAMIENTO**

**CUADRO 3.1 PLANTAS MUNICIPALES (AL 2017)**

Región	Potabilizadoras			Tratamiento		
	Número en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal procesado (m3/s)	Número en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal procesado (m3/s)
RHA XI	50	13,28	10,37	117	4,8	3,88
RHA XII	1	0,01	0,01	74	3,3	2,18
Chiapas	6	4,74	2,61	33	1,92	1,28
Tabasco	40	8,47	7,71	83	2,88	1,37
Campeche	5	0,08	0,07	15	0,15	0,13
Yucatán	0	0	0	28	0,46	0,26
Q Roo	0	0	0	31	2,69	1,78

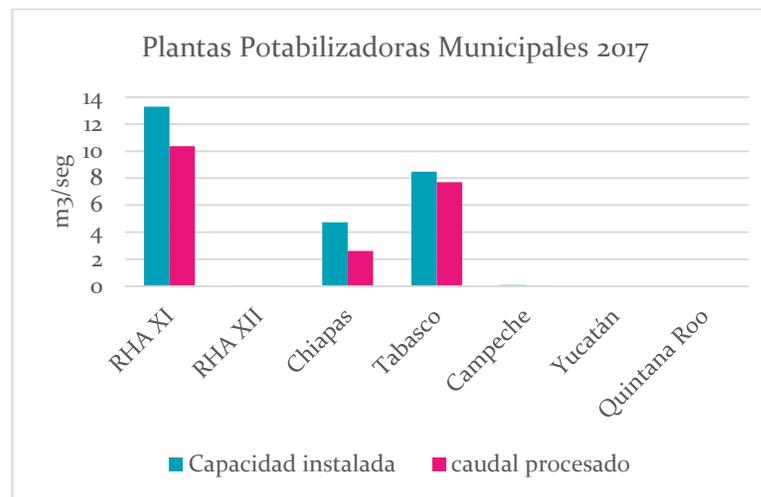
*López Tamayo (2019)*

**CUADRO 3.2 PLANTAS INDUSTRIALES (AL 2017)**

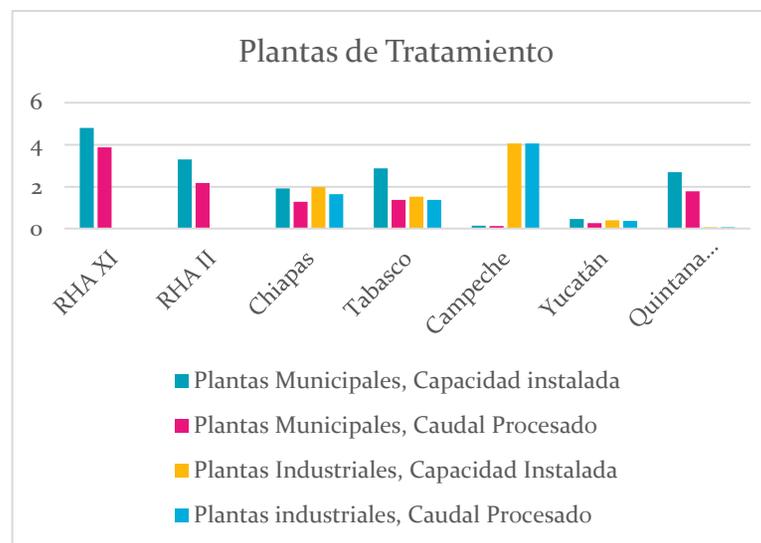
Regiones	Número en operación	Capacidad instalada (m3/s)	Caudal procesado (m3/s)
RHA XI	NA	NA	NA
RHA XII	NA	NA	NA
Chiapas	121	1,98	1,65
Tabasco	149	1,52	1,37
Campeche	191	4,06	4,06
Yucatán	165	0,4	0,37
Quintana Roo	5	0,07	0,07

*López Tamayo (2019)*

*Gráfica 26 Plantas Potabilizadoras Municipales 2017*



*Gráfica 27 Plantas de Tratamiento, capacidad y caudal procesado*



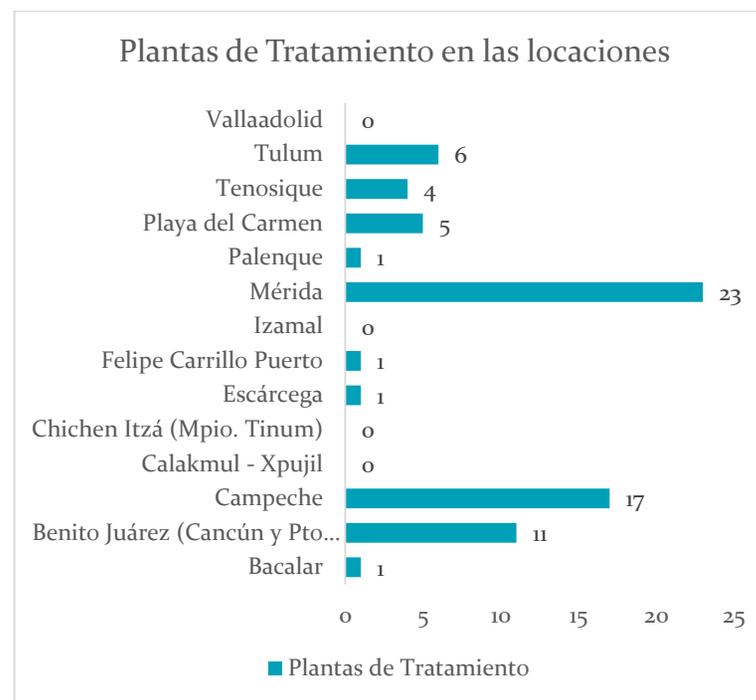
**CUADRO 3.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ACTUALES EN LAS ESTACIONES PROYECTADAS DEL TREN MAYA**

*Cuadro 3.3 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales al año 2015.*

Número de Plantas de Tratamiento por Municipio	Año 2015	Evaluación 2019
Campeche	17	Requiere ampliaciones
Escárcega	1	Insuficiente
Calakmul - Xpujil	0	Inexistente
Palenque	1	Insuficiente y en mal estado (solo para Zona Arqueológica)
Bacalar	1	Insuficiente falta conectar usuarios
Benito Juárez (Cancún y Pto Morelos)	11	Requiere ampliaciones
Felipe Carrillo Puerto	1	Insuficiente
Playa del Carmen	5	Insuficiente falta conectar usuarios
Tulum	6	Insuficiente falta conectar usuarios
Tenosique	4	Al 10% de su capacidad por falta de conexión a usuarios
Chichen Itzá (Mpio. Tinum)	0	Inexistente
Izamal	0	Inexistente
Mérida	23	Requiere ampliaciones
Valladolid	0	inexistente

López Tamayo 2019

*Gráfica 28 Plantas de Tratamiento en las localidades*

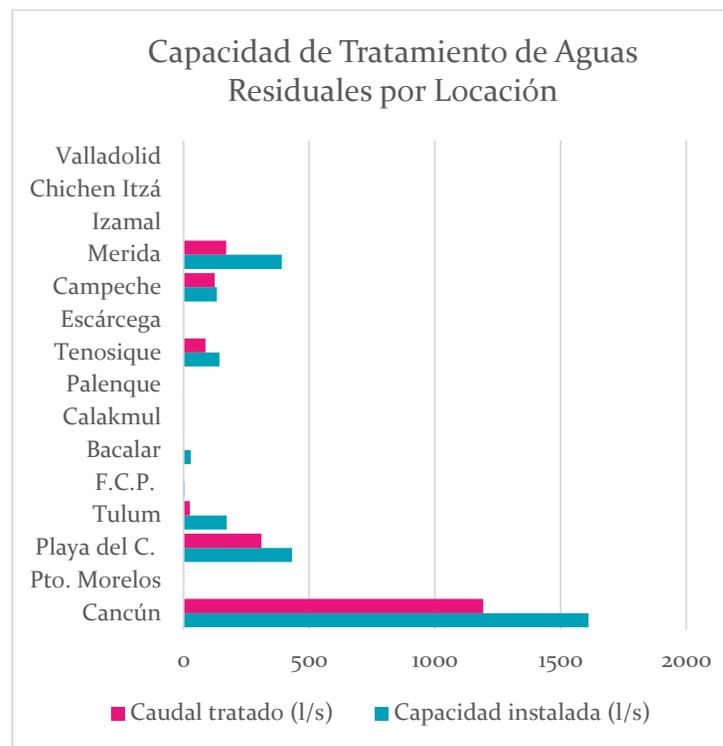


**CUADRO 3.4 CAPACIDAD Y TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Localidad	Proceso	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cuerpo receptor
Campeche	Lodos Activados, Rector Enzimático, Primario Avanzado	133	124	Acuífero
Escárcega	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Calakmul	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Palenque	Aerobio	0,5	0,5	Terrenos de Palenque
Bacalar	Lodos Activados	30	0,4	Acuífero
Benito Juárez	(8 Lodos Activados, 1 Anaerobio, 1 Dual, 1 Filtros biológicos)	1612	1193,1	Acuífero
Felipe Carrillo Puerto	Lodos Activados	5	0,9	Acuífero
Solidaridad	Lodos Activados y Dual	432	310,6	Acuífero
Puerto Morelos	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tulum y Cobá	Lodos Activados, Dual, Anaerobio y Lagunas de estabilización	172,5	25,7	Acuífero
Tenosique	Tanque Imhoff, Anaerobio, Lagunas de estabilización y Reactor enzimático	143	88	Arroyo, Pozo de absorción, Río
Chichen Itzá (Tinum)	N.D.	N.D.	N.D.	Acuífero
Izamal	N.D.	N.D.	N.D.	Acuífero
Mérida	Lodos activados, anaerobio, dual y biofísicos	391	170,4	Acuífero
Valladolid	N.D.	N.D.	N.D.	Acuífero

López Tamayo 2019

**Gráfica 29 Capacidad de Tratamiento de Aguas Residuales por Localidad**



## MEDIO FÍSICO DE LAS LOCALIDADES

CUADRO 4.1 MEDIO FÍSICO

Municipio	Coordenadas	Altitud	Provincia Fisiográfica	Zona Ecológica	Uso de Suelo Predominante
Cancún y Pto Morelos	-87.32 W 20.73 N	8.17 msnm	Karst Yucateco (100% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (85.48%), Vegetación hidrófila (6.26%) de la superficie municipal
	-86.74 W 21.23 N				
Playa del Carmen	-87.96 W 20.36 N	9.54 msnm	Karst Yucateco (95.83% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (99.89% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (96.71%) de la superficie municipal.
	-86.92 W 20.81 N				
Tulum y Cobá	-88.00 W 19.78 N	9.60 msnm	Karst Yucateco (95.83% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (99.89% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (86.12%) de la superficie municipal.
	-87.30 W 20.52 N				
F. Carrillo Puerto	-88.72 W 19.05 N	21.55 msnm	Karst Yucateco (76.19%) y Costa Baja de Quintana Roo (20.61% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (99.41% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (73.41%), Vegetación hidrófila (15.04%), Selva espinosa (5.33%)
	-87.41 W 20.42 N				

Fuente: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Default>.

Municipio	Coordenadas	Altitud	Provincia fisiográfica	Zona ecológica	Uso de suelo predominante
Bacalar	-88.24 W 18.41 N	28.83 msnm	Karst y Lomeríos de Campeche (47.73%) y Costa Baja de Quintana Roo (43.25%)	Trópico húmeda (99.51% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (52.06%), Selva espinosa (17.42%), Cuerpo de agua (9.29%), Vegetación hidrófila (7.93%)
Calakmul y Xpujil	-90.25 W 17.81 N	214.03 msnm	Karst y Lomeríos de Campeche (100% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (67.36%), Selva espinosa (18.48%), Selva subcaducifolia (9.71%)
	-89.12 W 19.16 N				
Palenque	-92.35 W 17.07 N	88.35 msnm	Llanura y Pantanos Tabasqueños (48.3%), Sierra Lacandona (27.95%) y Sierra del Norte de Chiapas (15.57%)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Pecuario pastizal cultivado (55.50%), Selva perennifolia (38.67%) de la superficie municipal.
	-91.26 W 17.84 N				

(Cuadro 4.1 continúa en la siguiente página.)

**Cuadro 4.1 Medio Físico de las Localidades**

Municipio	Coordenadas	Altitud	Provincia Fisiográfica	Zona Ecológica	Uso de Suelo Predominante
Tenosique	-91.62 W 17.25 N -90.99 W 17.67 N	71.98 msnm	Llanura y Pantanos Tabasqueños (78.83%) y Sierras Bajas del Petén (21.16%)	Trópico húmeda (99.53% de la superficie municipal)	Pecuario pastizal cultivado (62.30%), Selva perennifolia (22.49%), Agricultura de temporal (7.17%)
Escárcega	-91.03 W 18.17 N -90.04 W 19.00 N	73.84 msnm	Karst y Lomeríos de Campeche (99.74%)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva perennifolia (60.42%), Selva espinosa (21.02%), Pecuario pastizal cultivado (16.33%)
Campeche	-91.99 W 19.22 N -89.86 W 21.22 N	33.25 msnm	Karst y Lomeríos de Campeche (87.94%) y Karst Yucateco (12.06%)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva subcaducifolia (36.88%), Selva caducifolia (20.06%), Pecuario pastizal cultivado (12.56%), Selva espinosa (8.69%), Agricultura de riego (6.67%), Selva perennifolia (6.21%), Agricultura de temporal (5.73%).

Municipio	Coordenadas	Altitud	Provincia Fisiográfica	Zona Ecológica	Uso de Suelo Predominante
Mérida	-89.80 W 20.70 N -89.45 W 21.19 N	8.77 msnm	Karst Yucateco (100% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva caducifolia (66.21%), Zona urbana (17.25%), Agricultura de temporal (11.46%)
Izamal	-89.19W 20.76 N -88.91 W 21.01 N	14.79 msnm	Karst Yucateco (100% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva caducifolia (54.18%), Pecuario pastizal cultivado (23.61%), Selva subcaducifolia (20.73%)
Chichen Itzá	-88.70 W 20.62 N -88.31 W 20.86 N	22.24 msnm	Karst Yucateco (100%)	Trópico húmeda (100%)	Selva subcaducifolia (94.69%)
Valladolid	-88.32W 20.35N -87.94W 20.88N	27.06 msnm	Karst Yucateco (100% de la superficie municipal)	Trópico húmeda (100% de la superficie municipal)	Selva subcaducifolia (88.43%), Pecuario pastizal cultivado (8.59%)

Fuente: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Default.aspx>

CUADRO 4.2 CLIMAS

Municipio	Clave	Clima	Temp. Media Anual	Temp. Mes Mas frío	Lluvias	Precipitación
Cancún y Puerto Morelos	Awo(x') (59.59%) y Aw1(x') (40.41% de la superficie municipal)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de verano +43.2% Lluvias de invierno 5-10.2%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Playa del Carmen	Aw1(x') (61.03%) y Aw2(x') (38.97% de la superficie municipal)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<5 5.3%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Tulum y Cobá	Aw1(x') (89.03%) y Aw2(x') (11.97%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<5 5.3%	>1,500 mm Mes más seco: 0-60 mm
F. Carrillo Puerto	Aw1(x') (73.76%) y Aw2(x') (19.61%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<5 5.3%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Bacalar	Aw1(x') (75.58%) y Aw2(x') (24.16%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<5 5.3%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Calakmul y Xpujil	Aw1(x') (99.38% de la superficie municipal)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de verano +43.2% Lluvias de invierno 5-10.2%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Palenque	A(f) (53.16%), Am (33.83%) y Am(f) (13.01%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias monzónicas en verano y lluvias en otoño mayores al 18% anual.	> 2600 mm mes más seco > 40 mm < 60 mm
		Cálido húmedo				

Municipio	Clave	Clima	Temp. Media Anual	Temp. Mes Mas frío	Lluvias	Precipitación
Tenosique	Am(f) (76.86%) y Am en 23.14% de la superficie municipal	Cálido húmedo	>22°C	>18°C	Lluvias monzónicas en verano y lluvias en otoño mayores al 10.2% anual.	<1600 mm. mes más seco: < 60 mm
Escárcega	Aw1 (51.34%), Aw2 (28.36%) y Aw1(x') (20.3%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<55.3%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Campeche	Aw1 (75.21%) y Awo (23.44%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<55.3% lluvia invernal del 5% al 10.2%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Mérida	Awo (100%)	Cálido subhúmedo.	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano <43.2% lluvia invernal del 5% al 10.2%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Izamal	Awo(x') (68.3%) y Awo (31.7%)	Cálido subhúmedo.	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano <43.2% lluvia invernal del 5% al 10.2%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Chichen Itzá	Aw1(x') (100%)	Cálido Subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<55.3%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm
Valladolid	Aw1(x')	Cálido subhúmedo	>22°C	>18°C	Lluvias de Verano >43.2%<55.3% lluvia invernal del 5% al 10.2%	>900 mm Mes más seco: 0-60 mm

Cuadro 4.2 (continuación) Climas. Fuente: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Default.aspx>

## LEVANTAMIENTO DE DATOS SOCIOECONÓMICOS

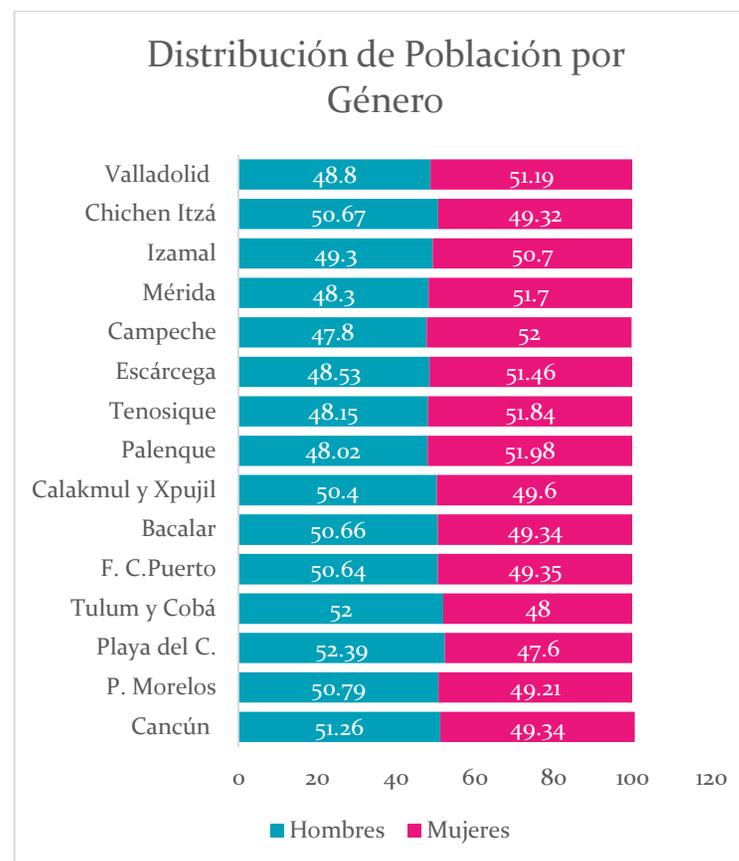
CUADRO 5.1 COMPOSICIÓN SOCIAL

Localidad	Hombres (%)	Mujeres (%)	Población Indígena*	Población menor a 15 años (%)	Población entre 15 y 64 años (%)	Población mayor a 65 años (%)
Cancún y	51.26	49.34	23.28	28.4	69.32	2.28
P. Morelos	50.79	49.21	22.73	28.41	65.86	2.41
Playa del C.	52.39	47.60	23.95	27.94	70.81	01.29
Tulum y Cobá	52.0	48.0	55.02	27.60	70.38	02.02
F. C. Puerto	50.64	49.35	90.53	34.89	60.31	04.80
Bacalar	50.66	49.34	51.43	34.72	55.02	10.25
Calakmul y Xpujil	50.40	49.60	42.39	34.8	58.01	7.0
Palenque	48.02	51.98	31.17	31.10	65.01	3.22
Tenosique	48.15	51.84	3.15	29.04	64.36	5.93
Escárcega	48.53	51.46	8.42	31.76	63.16	4.67
Campeche	47.8	52	10.07	24.98	68.36	6.19
Mérida	48.3	51.7	8.99	23.48	68.10	8.42
Izamal	49.3	50.7	50.74	27.69	63.21	9.1
Chichen Itzá	50.67	49.32	93.72	31.94	61.71	6.34
Valladolid	48.80	51.19	64.60	29.40	64.42	5.98

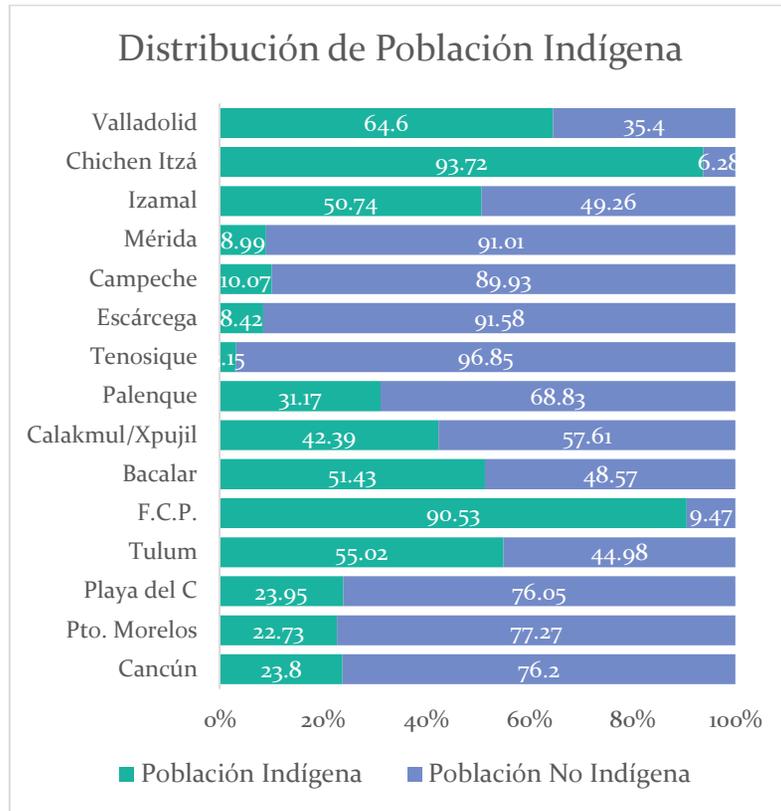
Fuente: INEGI (<https://www.inegi.org.mx/app/tmp/scitel/consultas/index#>)

\*Datos de Quintana Roo: <http://sedesi.groo.gob.mx/documentos/ultimo-SOLIDARID%20SOC%20P%20LOS%20PUEB%20INDIG.pdf>

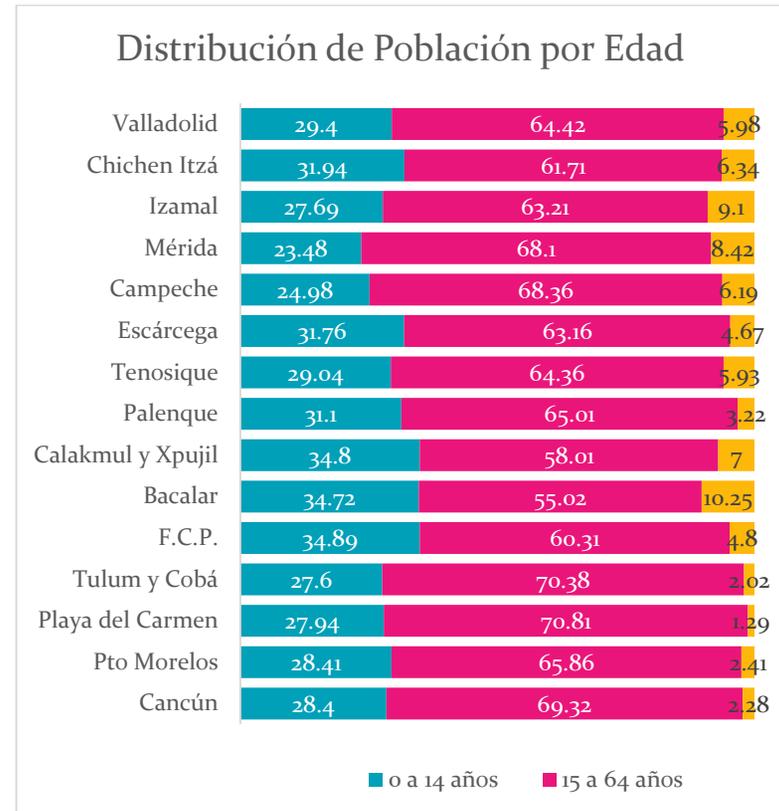
Gráfica 30 Distribución de Población por Género



Gráfica 31 Distribución de población indígena



Gráfica 32 Distribución de población por edad

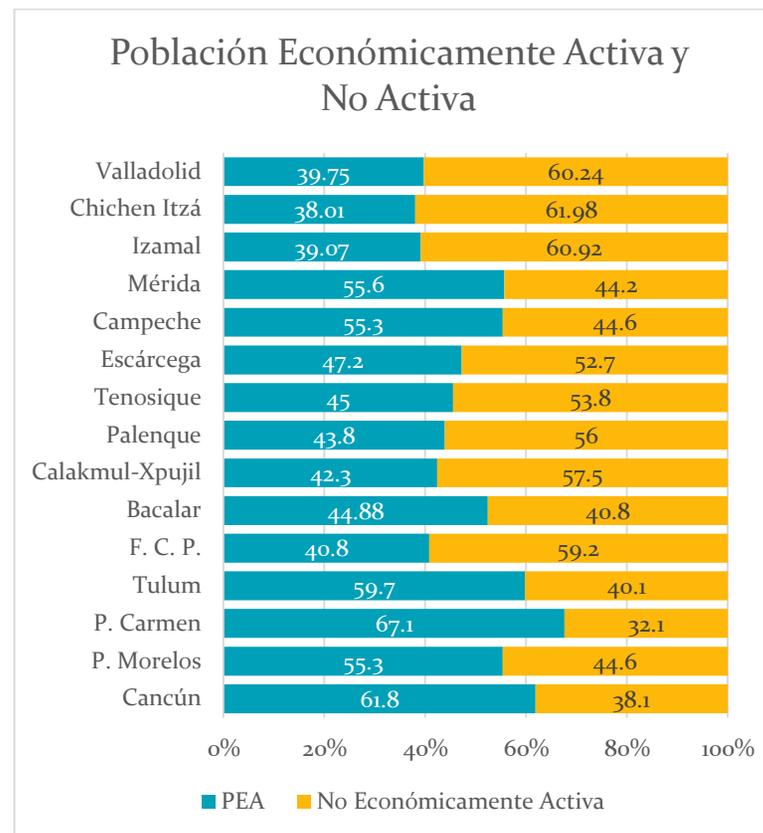


CUADRO 5.2 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)

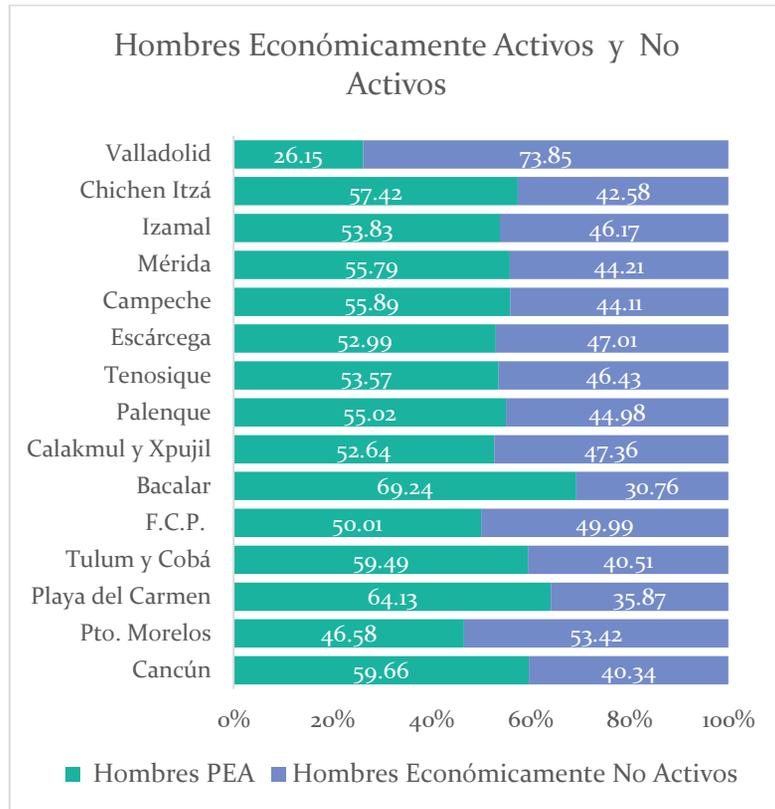
Municipio	PEA %	Población No EA %	Tasa de Desempleo	Hombres que trabajan (%)	Mujeres que trabajan (%)
Cancún	61.8	38.1	3.8	59.66	33.60
P. Morelos	55.3	44.6	2.5	46.58	32.22
P. Carmen	67.1	32.1	2.4	64.13	36.88
Tulum	59.7	40.1	1.8	59.49	30.28
F. C. P.	40.8	59.2	3.8	50.01	25.22
Bacalar	44.88	40.80	1.88	69.24	20.65
Calakmul-Xpujil	42.3	57.5	1.6	52.64	7.18
Palenque	43.8	56.0	2.4	55.02	26.33
Tenosique	45.0	53.8	2.9	53.57	25.02
Escárcega	47.2	52.7	1.7	52.99	24.28
Campeche	55.3	44.6	2.5	55.89	34.21
Mérida	55.6	44.2	2.2	55.79	33.85
Izamal	39.07	60.92	2.0	53.83	24.61
Chichen Itzá	38.01	61.98	3.4	57.42	18.07
Valladolid	39.75	60.24	2.0	26.15	13.59

Fuente: INEGI (<https://www.inegi.org.mx/app/tmp/scitel/consultas/index#>)

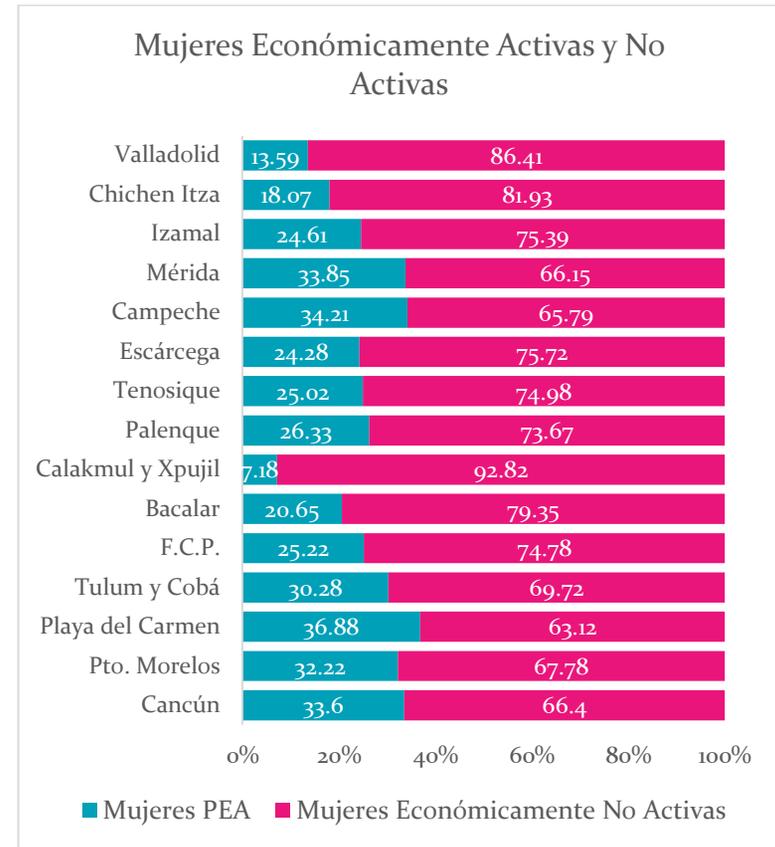
Gráfica 33 Población Económicamente Activa y No Activa



Gráfica 34 Hombres Económicamente Activos y No Activos



Gráfica 35 Mujeres Económicamente Activas y No Activas



CUADRO 5.3 POBREZA Y VULNERABILIDAD

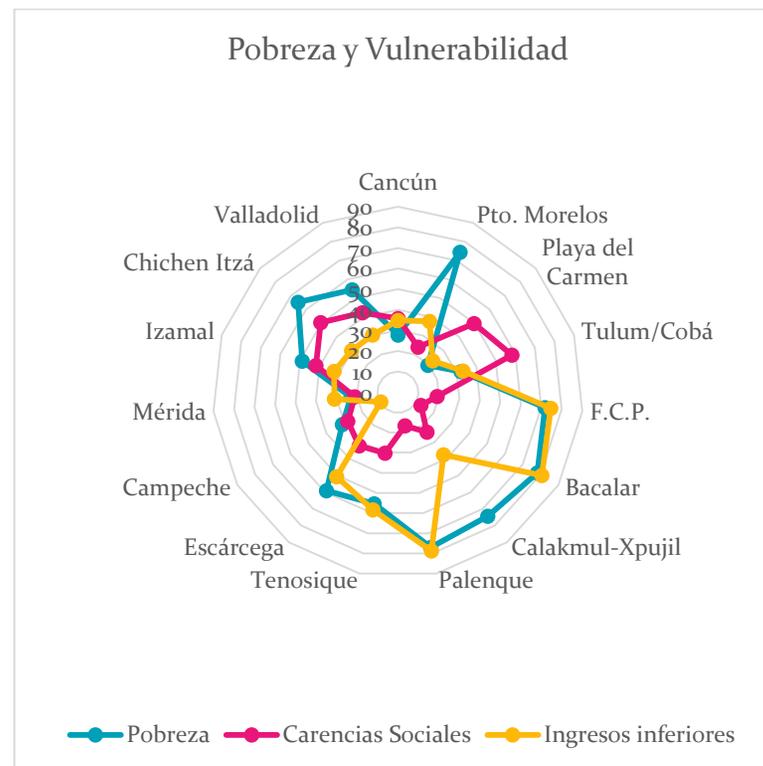
Municipio	Población en Situación de Pobreza	de Pobreza Extrema	Pobreza Moderada	Vulnerables Carencias sociales	con ingreso inferior a la línea de bienestar
Cancún	27.7	2.6	25.1	35.8	34.8
Puerto Morelos	74.3	23.5	25.1	23.9	37.6
Playa del C. Tulum/Cobá	19.6	1.8	17.7	49.8	22.7
F. C. Puerto Bacalar	71.8	24.7	47.1	19.1	74.7
Calakmul-Xpujil	74.3	23.5	50.8	23.9	37.6
Palenque	77.0	33.5	43.5	16.6	78.7
Tenosique	55.4	12.2	43.2	30.3	58.3
Escárcega	59.1	11.3	47.8	32.1	50.7
Campeche	31.2	2.8	28.5	28.2	9.5
Mérida	22.9	1.8	21.1	21.1	31.1
Izamal	48.9	6.9	41.9	41.9	32.6
Chichen Itzá	65.3	15.1	50.4	50.4	30.2
Valladolid	54.4	12.1	42.3	42.3	30.4

[https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE\\_pobreza\\_municipal.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx)

\*Datos Ingresos Quintana Roo Fuente: <https://qroo.gob.mx/segob/coespo/indices-de-marginacion-y-actividad-socioeconomica>

\*Datos Palenque: Fuente: Índice de Prosperidad.

Gráfica 36 Pobreza y Vulnerabilidad

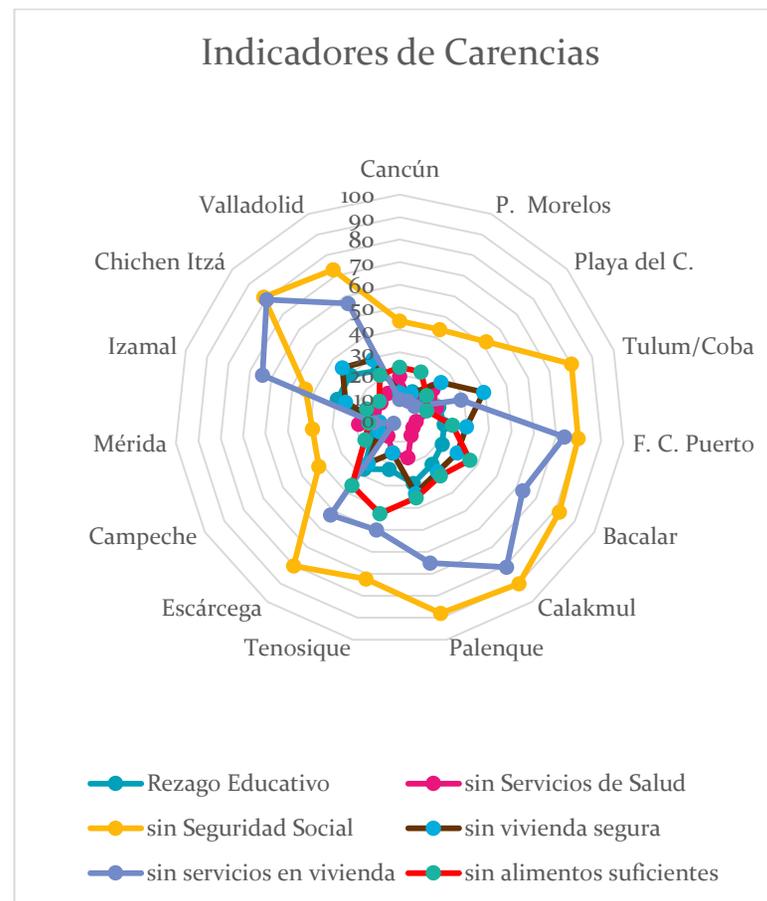


CUADRO 5.4 INDICADORES DE CARENCIA

Municipio	% Con rezago educativo	% sin Acceso a Servicios de Salud	% sin acceso a seguridad social	% sin calidad en la vivienda	% sin servicios en la vivienda	% sin Acceso a la Alimentación
Cancún	13.7	19.3	43.9	12.9	9.1	23.3
P. Morelos	13.7	09.3	43.9	12.9	9.1	23.3
Playa del C.	15.0	20.0	51.7	24.7	8.9	16.1
Tulum/Coba	18.3	17.1	80.3	39.3	28.6	12.6
F. C. Puerto	19.9	7.3	79.8	29.9	73.6	23.6
Bacalar	21.9	6.8	82.0	29.5	63.2	36.0
Calakmul	24.5	8.5	90.1	28.6	80.9	30.7
Palenque	28.9	17.2	87.9	33.6	65.1	35.5
Tenosique	22.5	15.1	72.3	15.0	50.1	42.6
Escárcega	27.1	9.0	80.2	23.9	52.3	36.1
Campeche	13.9	9.9	41.6	10.5	3.2	17.9
Mérida	12.4	18.4	39.0	9.0	11.6	13.8
Izamal	29.2	12.0	44.0	25.3	64.1	15.5
Chichen Itzá	29.5	11.2	81.4	34.4	79.7	13.2
Valladolid	23.9	12.9	72.9	29.3	56.5	21.7

Indicadores de Carencias  
[https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE\\_pobreza\\_municipal.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/AE_pobreza_municipal.aspx)

Gráfica 37 Indicadores de Carencias

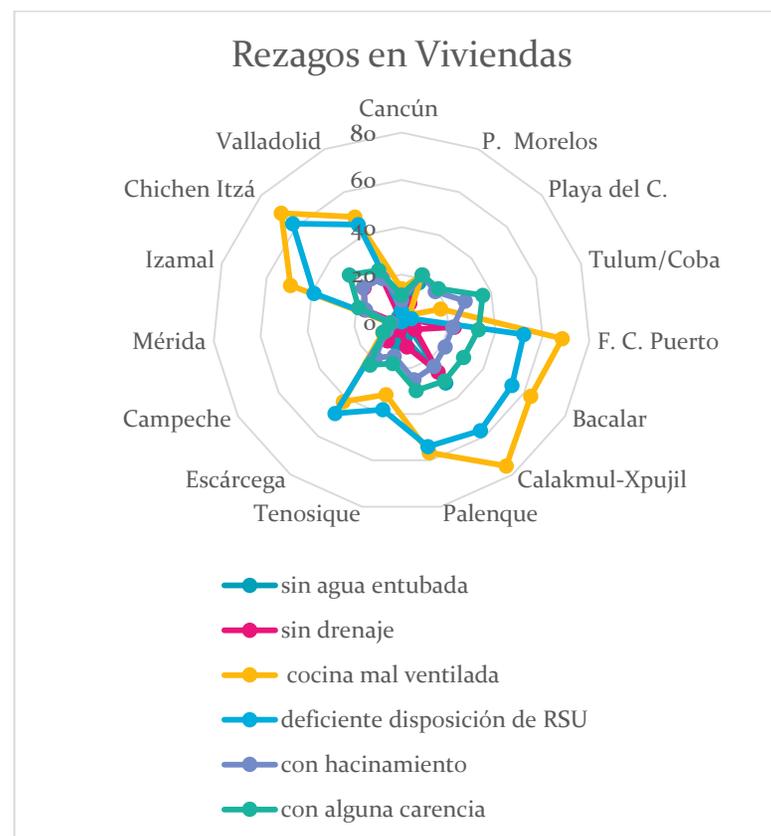


CUADRO 5.5 REZAGOS EN VIVIENDA

Municipio	% sin agua entubada	% sin drenaje	% sin ventilación para cocinar	% Deficiente disposición de basura	% con hacinamiento	% con alguna carencia
Cancún	3.0	0.5	14.0	4.8	9.1	11.3
P. Morelos	18.2	8.6	21.7	-	2.17	-
Playa del C.	1.7	0.6	4.3	1.5	19.2	21.0
Tulum/Coba	0.9	3.2	17.5	4.4	28.4	36.1
F. C. Puerto	2.0	22.5	68.5	52.0	21.8	32.8
Bacalar	2.9	6.5	63.2	54	21.4	30.3
Calakmul-Xpujil	32	26.4	75.4	57.0	23.4	31.0
Palenque	7.2	10.9	56.6	54.0	25.1	29.8
Tenosique	9.6	3.7	31.5	38.0	14.9	18.1
Escárcega	2.7	10.0	41.9	48.0	18.8	22.7
Campeche	1.0	2.2	9.1	7.3	7.6	9.0
Mérida	1.2	2.6	4.8	4.2	4.4	5.0
Izamal	1.5	16.4	49.5	39.0	16.0	19.1
Chichen Itzá	2.1	21.3	68.6	62.0	21.8	29.7
Valladolid	2.5	20.7	48.6	45.0	20.0	23.9

Fuente: Sedesol, informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2016

Gráfica 38 Rezagos en Vivienda



**CUADRO 6.1 CRECIMIENTO POBLACIÓN TOTAL POR MUNICIPIO 1990-2015**

Municipio	1990	2000	2010	2015	Tasa de Crecimiento
Benito Juárez*	164,991	413,309	646,639	706,527	5.99
Playa del Carmen	0	61,687	156,366	209,634	8.50
Tulum (y Cobá)**	0	0	27,813	32,714	3.30
Felipe Carrillo Puerto	46,372	59,831	74,045	81,742	2.29
Bacalar***	0	0	11,048	13,188	3.60
Calakmul (Xpujil)****	0	23,058	26,861	28,424	1.40
Palenque	63,209	85,464	110,918	119,826	2.59
Tenosique	47,642	55,712	58,960	59,814	0.91
Escárcega	43,870	50,347	54,037	58,553	1.16
Campeche	168,899	214,348	256,322	283,025	2.09
Mérida	549,861	697,249	817,466	892,363	0.35
Izamal	21,643	22,908	25,921	26,801	0.86
Chichen Itzá (Tinum)*****	6,925	9,490	11,409	11,942	2.20
Valladolid	41,738	56,195	73,848	80,313	2.65

\*Benito Juárez – Antes de 2015 comprende los datos de Cancún y Puerto Morelos

\*\*Cobá - pertenece al municipio de Tulum. Este municipio se desprendió de Solidaridad.

\*\*\*Bacalar se convirtió en su propio municipio, y agregó nuevas poblaciones a su territorio.

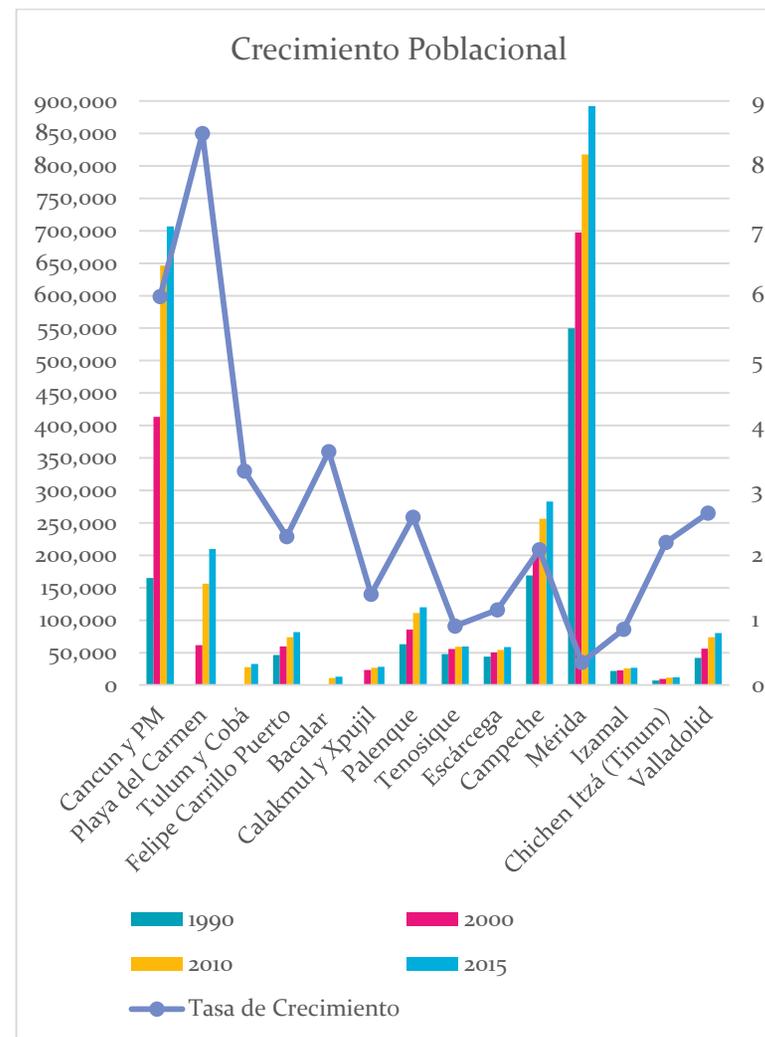
\*\*\*\*Calakmul - es el nombre de todo el municipio, su cabecera municipal es Xpujil

\*\*\*\*\*Chichen Itzá - los valores corresponden al municipio de Tinum

Cuadro 6.1 Crecimiento Población total por municipio (número de habitantes)

Fuente: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Default.aspx>

*Gráfica 39 Crecimiento Poblacional*



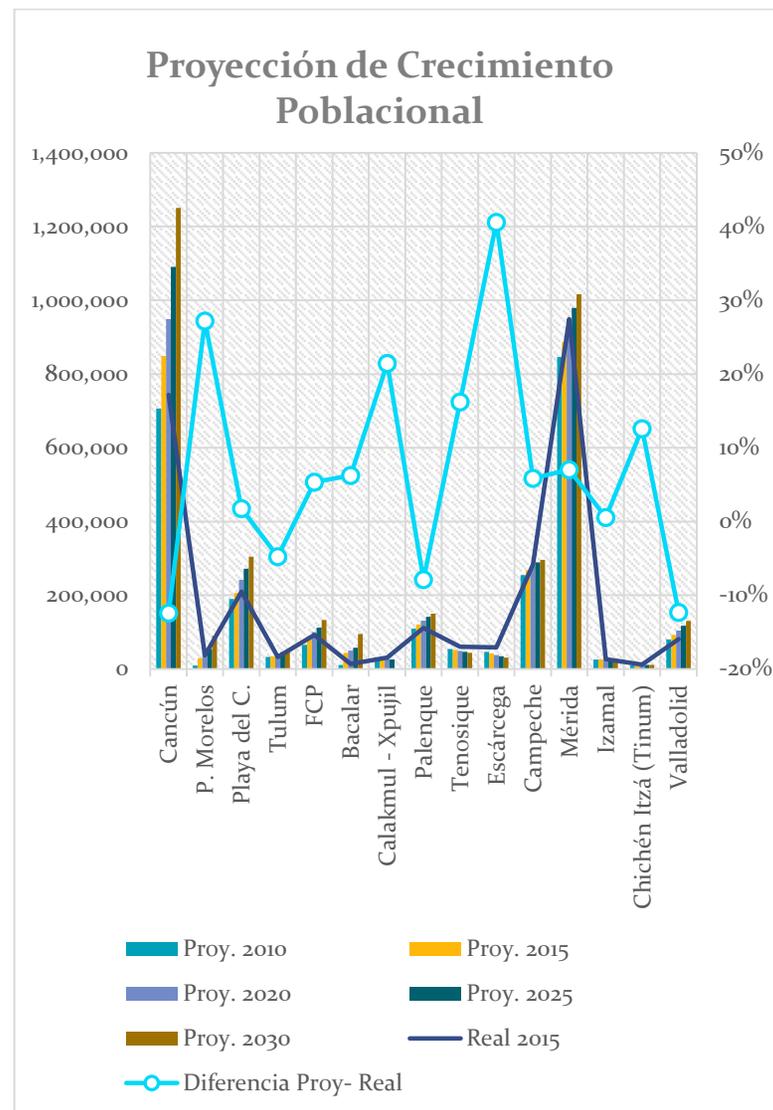
CUADRO 6.2 PROYECCIONES DE POBLACIÓN 2020-2030

Columna1	Proy. 2010	Proy. 2015	Proy. 2020	Proy. 2025	Proy. 2030	Real 2015	Diferencia Proy-Real
Cancún	705,873	849,189	949,301	1,090,498	1,250,801	743,626	-12.43%
P. Morelos	9,008	29,168	47,445	54,502	89,247	37,099	27.19%
Playa del C.	189,993	206,058	241,190	272,001	304,913	209,634	1.74%
Tulum	32,300	34,353	39,946	45,213	50,322	3,2714	-4.7 %
FCP	65,764	87,150	99,682	112,249	132,566	91,816	5.35%
Bacalar	11,048	12,414	9,390	9,114	8,802	13,188	6.23%
Calakmul - Xpujil	24,772	25,362	27,796	26,038	26,054	30,800	21.44%
Palenque	109,398	120,385	130,989	140,964	149,940	110,918	-7.86%
Tenosique	54,010	51,471	48,867	46,216	43,511	59,814	16.21%
Escárcega	46,130	41,653	37,710	34,211	31,084	58,553	40.57%
Campeche	254,390	267,419	279,059	288,827	296,186	283,025	5.84%
Mérida	846,150	886,876	935,201	978,985	1,016,700	949,217	7.03%
Izamal	25,290	25,940	26,490	26,903	27,152	26,081	0.54%
Chichén Itzá (Tinum)	10,343	10,607	10,831	11,000	11,103	11,942	12.59%
Valladolid	79,843	91,965	104,575	117,412	130,192	80,613	-12.34%

Fuente Conapo, 2006. Proyecciones de Población 2005-2050; Sedesol 2013 Datos de población 2010 obtenidos de Sedesol 2013. Catálogo de Microrregiones <http://www.microrregiones.gob.mx/>

\*Datos de Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen y Tulum obtenidos del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Municipio de solidaridad, p. 22

Gráfica 40 Proyecciones de Crecimiento Poblacional



CUADRO 6.3 DENSIDAD POBLACIONAL EN ASENTAMIENTOS URBANOS

Municipio	Población total Municipio (2015)*	Superficie Municipal km2	Densidad hab/km2	Pob. Total Ciudad (2010)**	% de población municipal en la localidad	Superficie urbanizada Ciudad Km2***	Densidad Sup. Urb. hab/km2
Cancún	743,626	1644.00	452.33	628,306	95.03	139.45	5,067.53
P. Morelos	37,099	1043.92	35.54	9,188	78.62	6.42	4,543.18
Playa del C	209,634	2205.00	16.82	149,923	94.11	41.8	4,719.77
Tulum	38,879	2040.24	35.73	18,233	64.51	10.44	2,402.37
F. C. P.	91,816	12941.72	7.09	25744	34.31	22.40	1,406.34
Bacalar	48,683	7161.00	5.46	11,048	33.72	7.50	2,188.78
Calakmul y Xpujil ++	31,882	14681.05	2.10	3,984	14.82	32.60	144.93
Palenque	111,918	2886.85	38.42	42,947	38.72	15.20	2,850.96
Tenosique	59,814	1883.19	31.67	35,579	55.26	9.57	3,453.83
Escárcega	58,533	4783.25	12.24	29,477	54.40	18.90	1,684.75
Campeche	283,025	3410.64	82.98	220,389	85.09	68.21	3,530.65
Chichen Itzá +++	11,942	393.44	30.35	5,528	48.40	3.14	1,825.00
Mérida	949,217	883.40	1074.50	777,615	93.61	265.02	2,934
Izamal	26,081	459.61	56.75	16,195	62.34	9.46	1,718.69
Valladolid	80,613	1117.51	72.14	48973	65.99	61.8	860.78
Cobá	38,879	2040.24	35.73	1,278	4.52	0.73	1,750.68

\*Población total Municipio (2015) Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago Sedesol 2016.

\*\*Población por ciudad (2010) y % de la población municipal que vive en la localidad tomado de La Unidad de Microrregiones de Sedesol. (2013)

\*\*\* superficie calculada.

+ Benito Juárez es el nombre del municipio, Cancún es su cabecera municipal. Puerto Morelos se convirtió en su propio municipio en 2015.

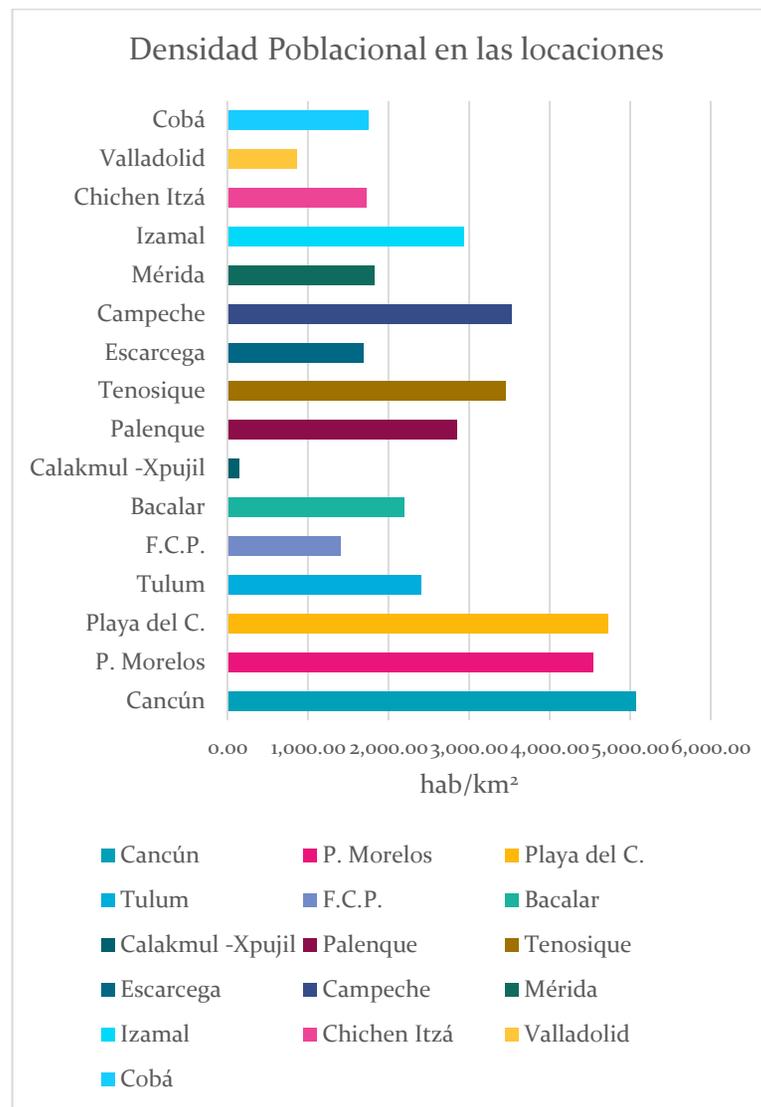
++ Calakmul es el nombre del municipio, la cabecera municipal es Xpujil.

+++ Chichen Itzá es el nombre de la Zona Arqueológica, el municipio es Tinum.

++++ Playa del Carmen es el nombre de la cabecera municipal de Solidaridad.

+++++ Tulum es el nombre del municipio, se incluyen datos de Tulum y Cobá.

Gráfica 41 Densidad de Población en Localidades



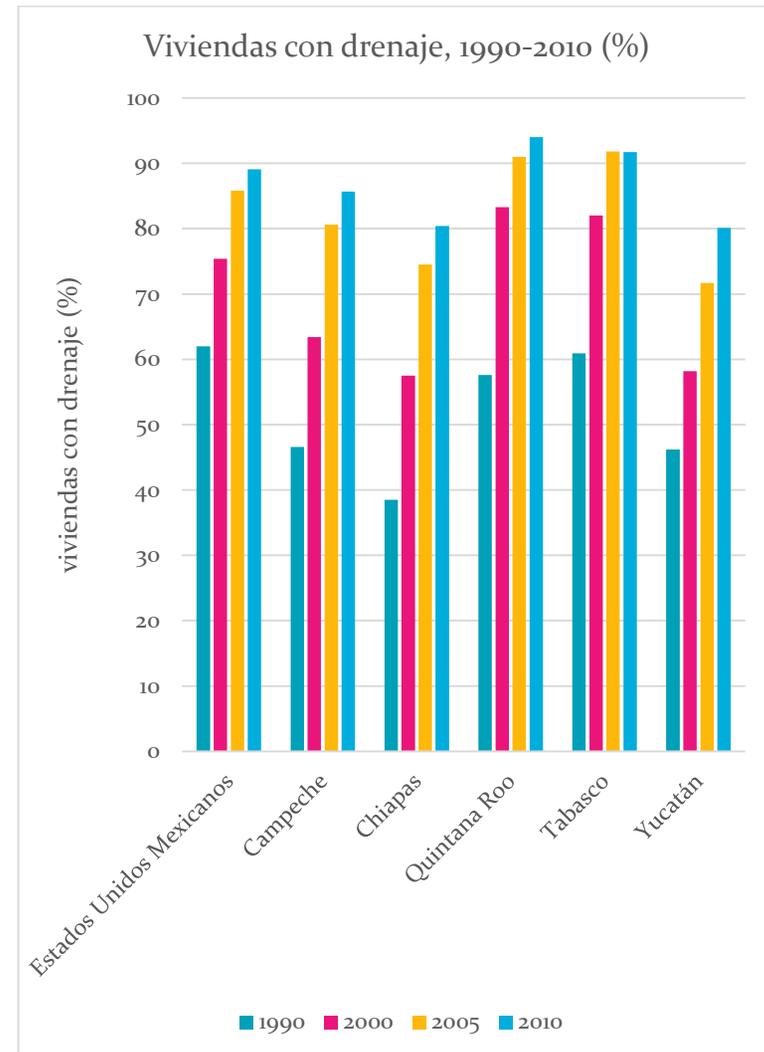
## VIVIENDA

CUADRO 7.1 PORCENTAJE DE VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS CON DISPONIBILIDAD DE DRENAJE POR ENTIDAD FEDERATIVA, 1990 A 2010

Entidad federativa		1990	2000	2005	2010
Estados Unidos Mexicanos		62	75.4	85.8	89.1
Campeche		46.6	63.4	80.6	85.7
Chiapas		38.5	57.5	74.5	80.4
Quintana Roo		57.6	83.3	91	94
Tabasco		60.9	82	91.8	91.7
Yucatán		46.2	58.2	71.7	80.1

López Tamayo (2019)

Gráfica 42 Porcentaje de Viviendas con drenaje 1990-2010



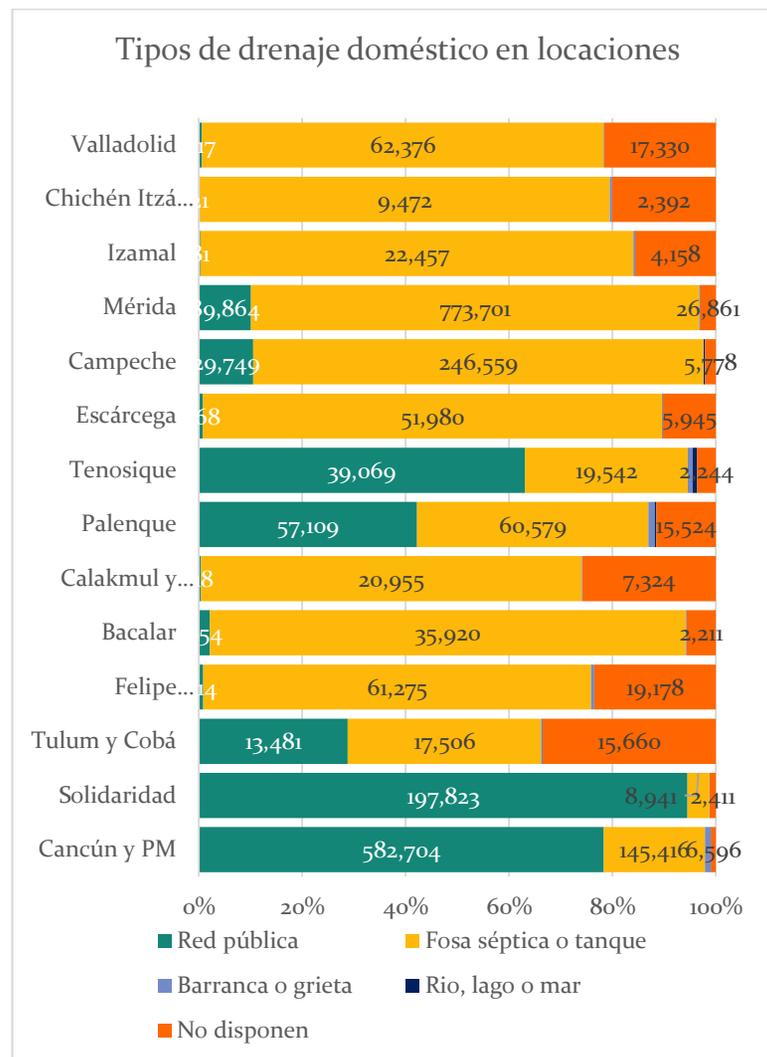
**CUADRO 7.2 OCUPANTES DE VIVIENDAS PARTICULARES CON DRENAJE**

*Número de habitantes que disponen o no disponen de servicio de drenaje*

Municipio	Red pública	Fosa séptica o tanque		Barranca o grieta	Rio, lago o mar	No disponen	% sin drenaje
		Fosa séptica	Barranca o grieta				
B Juárez- Cancún y Pto Morelos	582,704	145,416	8512	161	6,596	0.88	
Solidaridad	197,823	8,941	86	18	2,411	1.15	
Tulum (y Cobá)	13,481	17,506	115	6	15,660	4.79	
Felipe Carrillo Puerto	714	61,275	518	0	19,178	23.47	
Bacalar	854	35,920	73	0	2,211	5.66	
Calakmul Xpujil	118	20,955	27	0	7,324	25.76	
Palenque	57,109	60,579	1696	383	15,524	11.47	
Tenosique	39,069	19,542	556	521	2,244	3.62	
Escárcega	468	51,980	127	0	5,945	10.15	
Campeche	29,749	246,559	196	743	5,778	2.04	
Mérida	89,864	773,701	1213	4	26,861	3.01	
Izamal	81	22,457	99	6	4,158	15.51	
Chichén Itzá (Tinum)	21	9,472	54	0	2,392	20.03	
Valladolid	517	62,376	73	0	17,330	21.58	

López Tamayo (2019)

*Gráfica 43 Tipos de drenaje doméstico en las localidades*

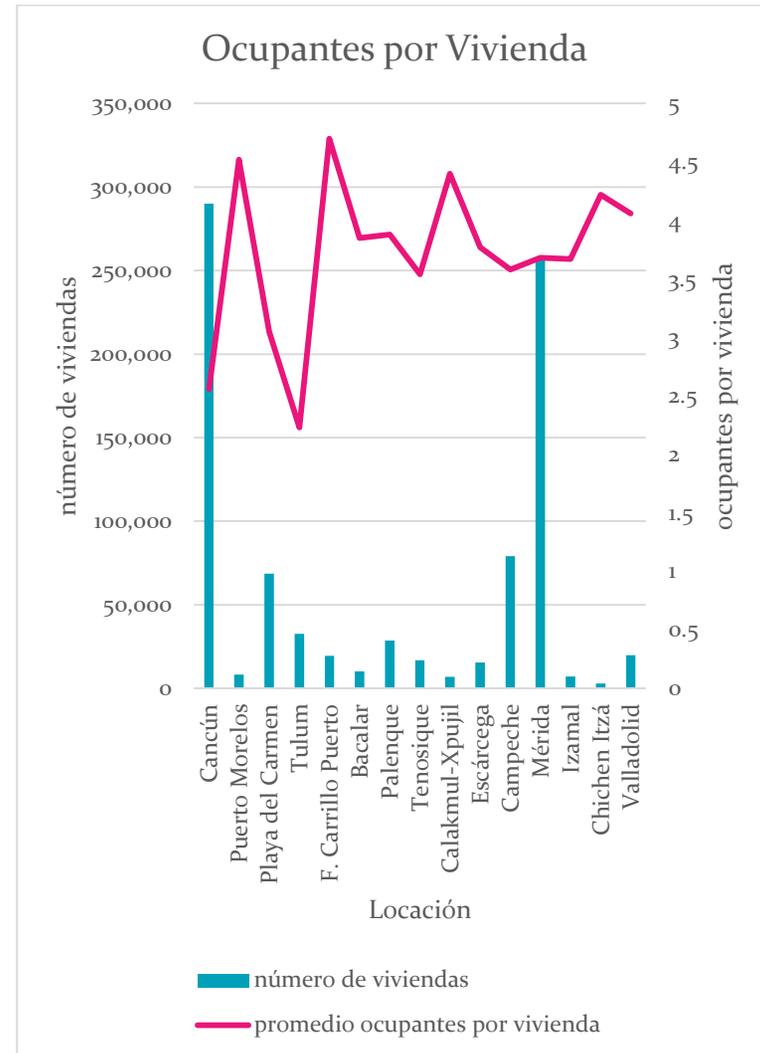


CUADRO 7.3 OCUPANTES POR VIVIENDA

Localidad	número de viviendas	promedio ocupantes por vivienda
Cancún	290,100	2.56
Puerto Morelos	8,211	4.52
Playa del Carmen	68,630	3.05
Tulum	32,714	2.23
F. Carrillo Puerto	19,525.00	4.70
Bacalar	10,149	3.85
Palenque	28,601	3.88
Tenosique	16,890	3.54
Calakmul-Xpujil	7,000	4.40
Escárcega	15,534	3.77
Campeche	79,159	3.58
Mérida	257,826	3.68
Izamal	7,104	3.67
Chichen Itzá	2,830	4.22
Valladolid	19,850	4.06
Cobá	incluidos en Tulum	

Fuente: INEGI (<https://www.inegi.org.mx/app/tmp/scitel/consultas/index#>)

Gráfica 44 Número de viviendas / Densidad de Ocupantes por vivienda /



### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y MANEJO

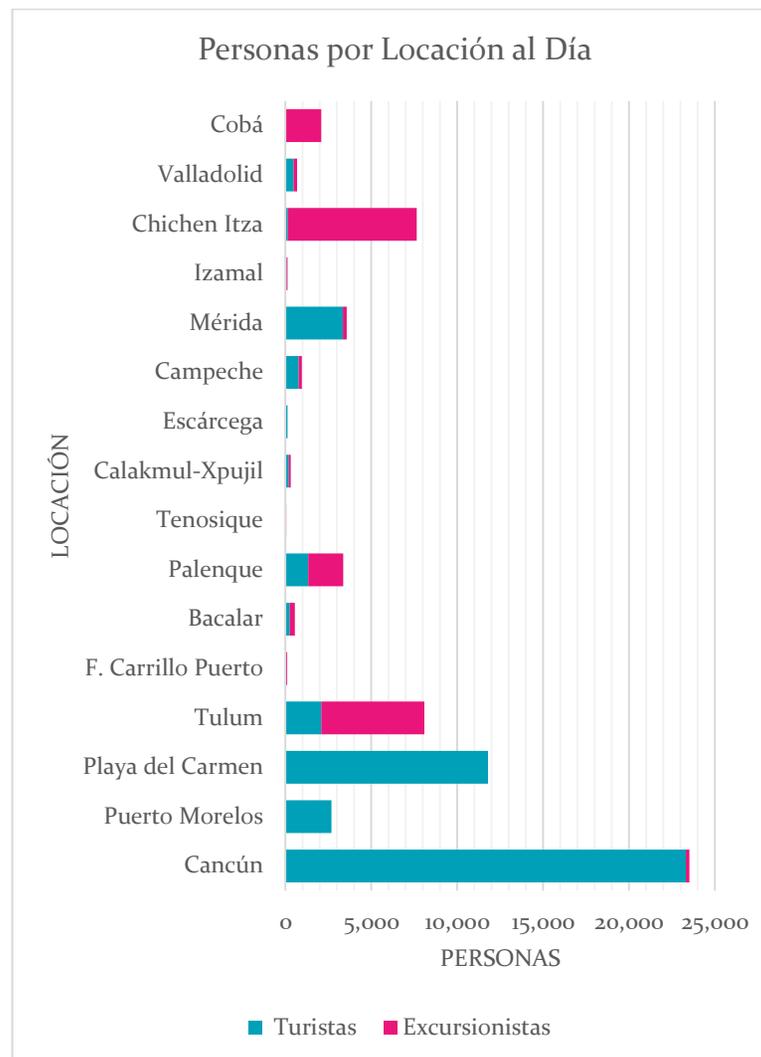
A continuación los datos estadísticos que se consideraron para calcular la capacidad de carga y capacidad de manejo.

CUADRO 8.1 PROMEDIO TURISTAS Y VISITANTES AL DÍA POR LOCALIDAD

	Turistas Total 2018	Localidad	Excursionistas (INAH)2018	Excursionistas centros INAH - promedio al día
Cancún	8,515,701	23,330.69	72,302	198.09
Puerto Morelos	975,000	2,671.23	0	0.00
Playa del Carmen	4,307,287	11,800.79	0	0.00
Tulum	760,110	2,082.49	2,189,536	5,998.73
F. Carrillo Puerto	18,131	49.67	22,545	61.77
Bacalar	91,566	250.87	108,209	296.46
Palenque	483,720	1,325.26	747,605	2,048.23
Tenosique	3,510	9.62	11,746	32.18
Calakmul-Xpujil	68,547	187.80	44,684	122.42
Escárcega	47,462	130.03	0	0.00
Campeche	282,054	772.75	65,812	180.31
Mérida	1,223,383	3,351.73	79,640	218.19
Izamal	22,352	61.24	21,807	59.75
Chichen Itzá	50,167	137.44	2,743,554	7,516.59
Valladolid	173,159	474.41	73,161	200.44
Cobá	4,400	12.05	755,801	2,070.69

Datos Obtenidos del Portal Informativo DATATUR periodo Enero a Diciembre 2018.

Gráfica 45 Personas por localidad, por día, cálculo basado en 2018



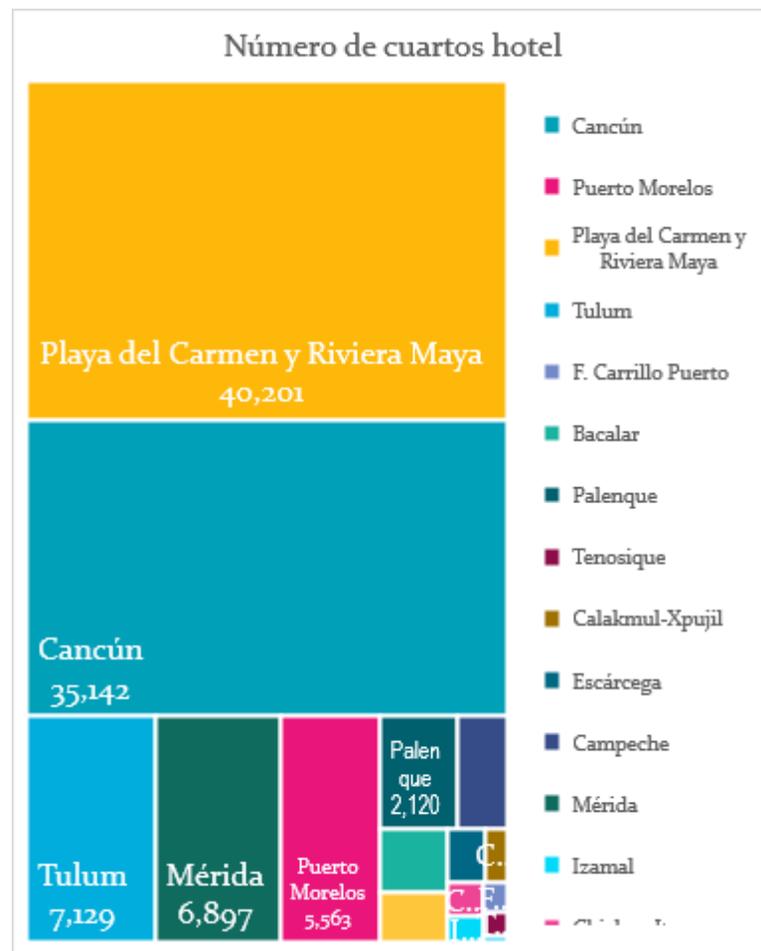
CUADRO 8.2 ESTANCIA Y OCUPACIÓN PROMEDIO.

Localidad	número de cuartos hotel	densidad promedio por habitación	Estancia promedio	ocupación promedio %	Opciones plataformas de renta vacacional	Número de Centros de Consumo
Cancún	35,142	2.66	2.97	74.62	2644	182
Puerto Morelos	5,563	2.40	7.00	88.00	842	85
Playa del Carmen	40,201	2.06	5.85	73.10	9,539	180
Tulum	7,129	2.06	5.85	80.61	1,035	124
F. Carrillo Puerto	186	2.00	1.00	48.74	12	46
Bacalar	1,050	2.80	5.60	59.61	378	39
Palenque	2,120	2.03	1.08	33.61	67	43
Tenosique	135	2.00	1.00	13.00	1	32
Calakmul-Xpujil	307	4.00	1.00	55.82	38	27
Escárcega	480	2.00	1.00	49.44	0	33
Campeche	1,419	1.73	1.48	47.13	267	88
Mérida	6,897	1.76	1.74	60.57	1018	380
Izamal	220	1.68	1.16	23.56	44	13
Chichen Itzá	297	2.09	1.04	23.32	2	38
Valladolid	845	2.00	1.21	35.01	168	180
Cobá	40	2.00	0.00	55.00		4

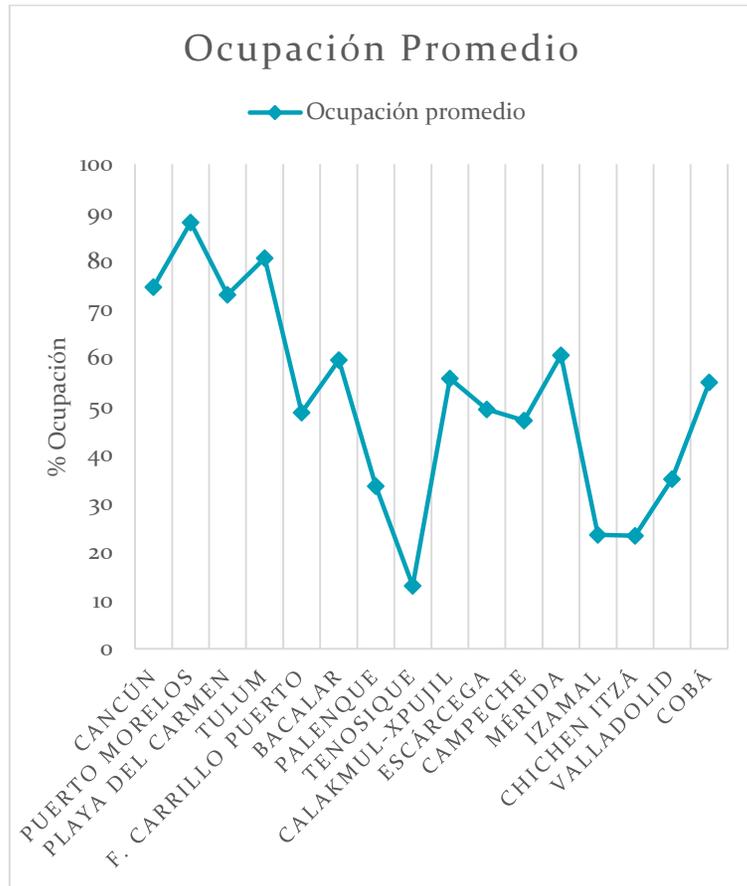
Número de cuartos hotel, densidad, estancia y ocupación obtenido de Datatur. (<http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx>)

\*Número de restaurantes y rentas vacacionales obtenido de Google.

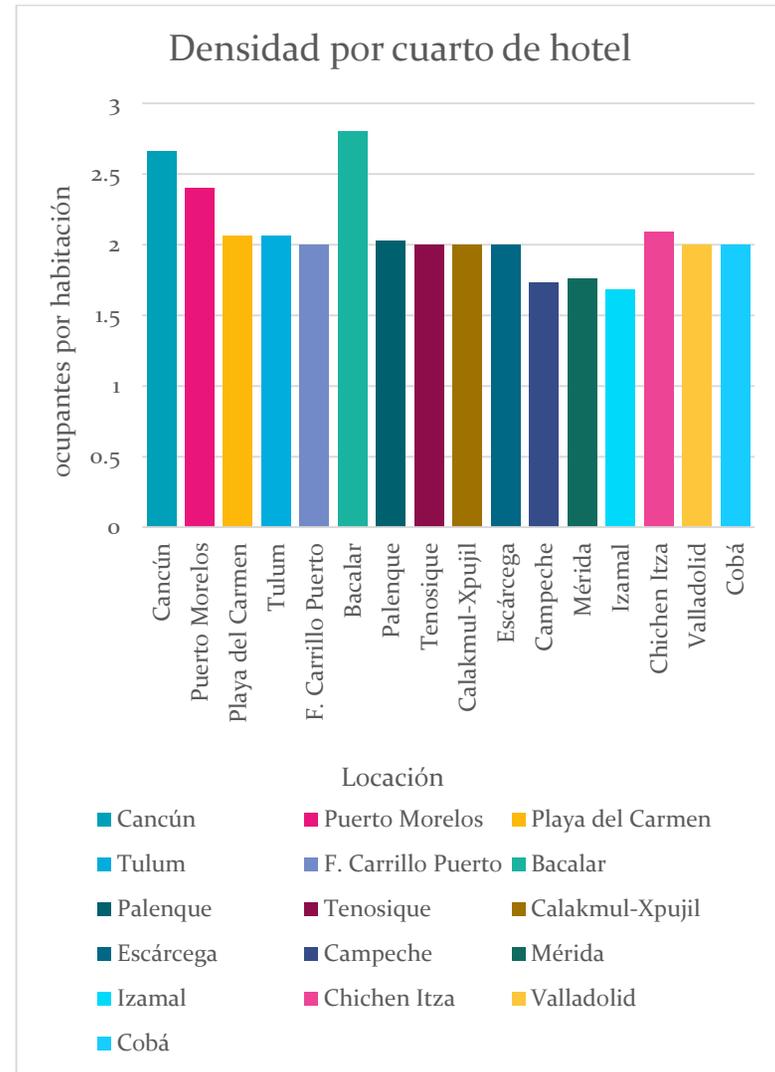
Gráfica 46 Número de cuartos de hotel por localidad



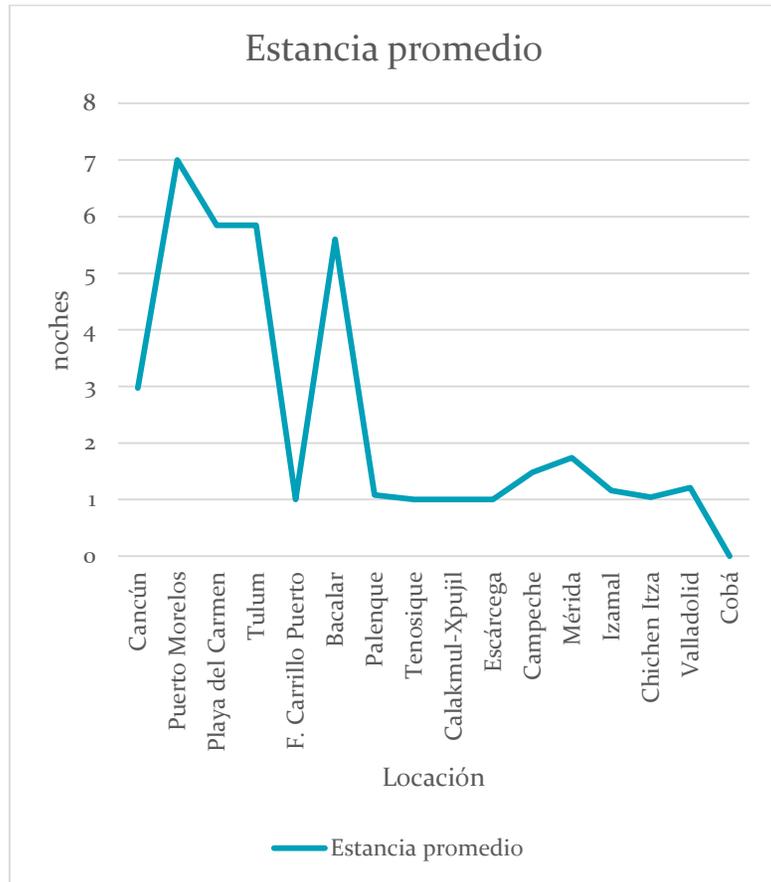
Gráfica 47 Ocupación promedio



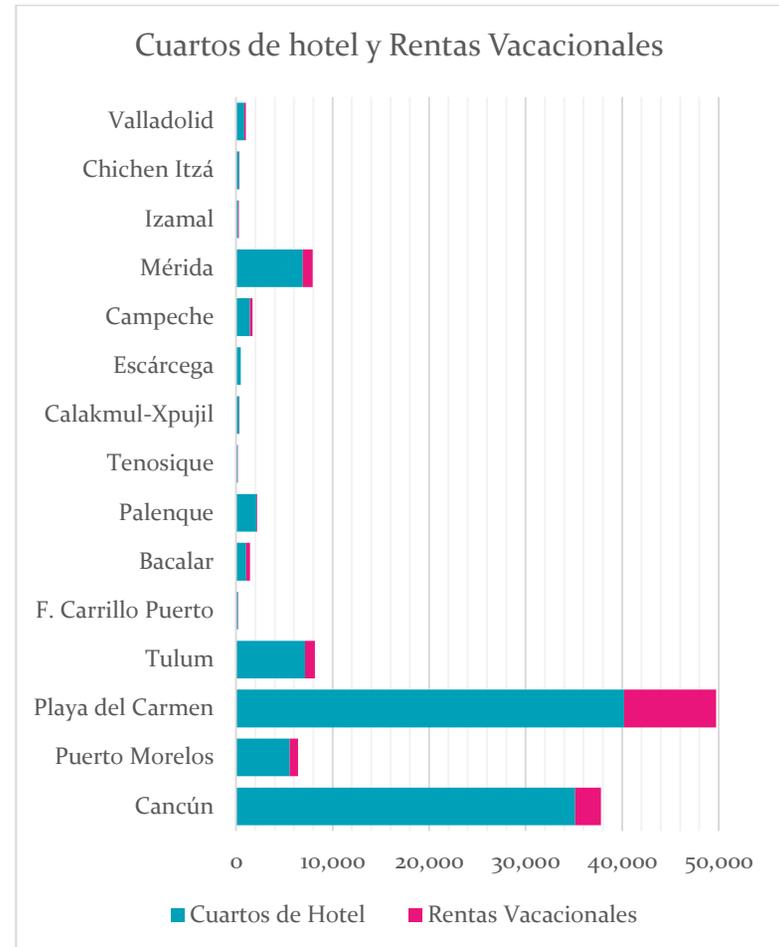
Gráfica 48 densidad por cuarto de hotel



Gráfica 49 Estancia Promedio



Gráfica 50 Cuartos de hotel y rentas vacacionales



CUADRO 8.3 CONSUMO DE AGUA TURÍSTICO

Localidad	promedio de turistas al día	Consumo diario de agua por Visitante (litros)* Según OMT	Total Agua Necesaria para consumo por visitante al día (litros)
Cancún	23,330.69	2000	46,661,380
Puerto Morelos	2,671.23	2000	5,342,460
Playa del Carmen	11,800.79	2000	23,601,580
Tulum	2,082.49	800	1,665,992
F.Carrillo Puerto	49.67	400	19,868
Bacalar	250.87	2000	501,740
Calakmul	1,325.26	400	530,104
Palenque	9.62	400	3,848
Tenosique	187.80	400	75,120
Escárcega	130.03	400	52,012
Campeche	772.75	800	618,200
Mérida	3,351.73	800	2,681,384
Izamal	61.24	800	48,992
Chichen Itzá	137.44	800	109,952
Valladolid	474.41	400	189,764
Cobá	12.05	400	4,820

Fuente [https://www.wearewater.org/es/turismo-y-agua-una-relacion-dificil-que-debe-ser-modelica\\_282641](https://www.wearewater.org/es/turismo-y-agua-una-relacion-dificil-que-debe-ser-modelica_282641))

El Programa Institucional de Infraestructura Hidráulica y Sanitaria del Plan Quintana Roo Solitario señala que de acuerdo con cifras publicadas por la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, en 2009, que el consumo medio diario por habitante es de 165 litros, y una dispersión con un mínimo de 42 y un máximo de 381 litros/habitante al día; mientras que de acuerdo a la OMT el consumo de agua por turista varía en relación con el tipo de hotel y turismo que ofrece la localidad y este consumo va de los 400 hasta los 800 litros por turista, alcanzando 2000 litros por turista en localidades de sol y playa. ([https://www.wearewater.org/es/turismo-y-agua-una-relacion-dificil-que-debe-ser-modelica\\_282641](https://www.wearewater.org/es/turismo-y-agua-una-relacion-dificil-que-debe-ser-modelica_282641))

Gráfica 51 Consumo de agua turístico (litros)



### CUADRO 8.4 AGUAS RESIDUALES Y RESIDUOS SÓLIDOS TURÍSTICO

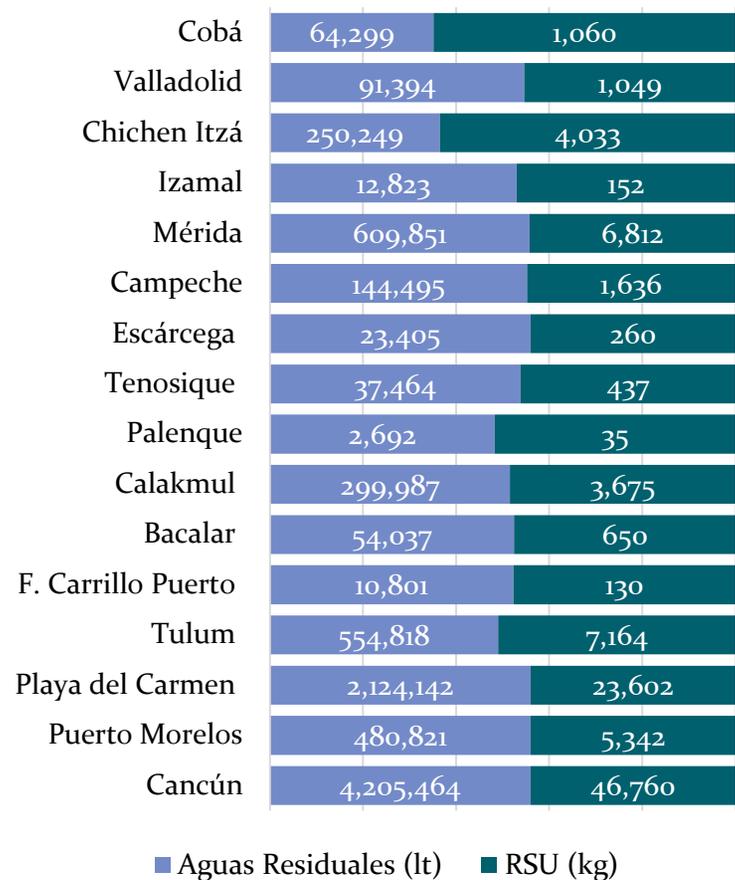
Cálculos estimados: Aguas Residuales: Turista= 180 lt. Excursionista: 30 lt.

Cálculos estimados: Residuos Sólidos: Turista: 2 kg, Excursionista 0.5 kg. (OMT)

Localidad	promedio de turistas al día	Promedio de visitantes INAH al día	volumen de aguas residuales turísticas generados para la localidad por día	volumen de residuos sólidos turísticos generados para la localidad por día
Cancún	23,330.69	198	4,205,464	46,760
Puerto Morelos	2,671.23	0	480,821	5,342
Playa del Carmen	11,800.79	0	2,124,142	23,602
Tulum	2,082.49	5,999	554,818	7,164
F. Carrillo Puerto	49.67	62	10,801	130
Bacalar	250.87	296	54,037	650
Calakmul	1,325.26	2,048	299,987	3,675
Palenque	9.62	32	2,692	35
Tenosique	187.80	122	37,464	437
Escárcega	130.03	0	23,405	260
Campeche	772.75	180	144,495	1,636
Mérida	3,351.73	218	609,851	6,812
Izamal	61.24	60	12,823	152
Chichen Itzá	137.44	7,517	250,249	4,033
Valladolid	474.41	200	91,394	1,049
Cobá	12.05	2,071	64,299	1,060

Gráfica 52 Estimación de generación diaria de residuos turísticos

### Generación de AR y RSU turístico por día



## ACTIVIDADES TURÍSTICAS

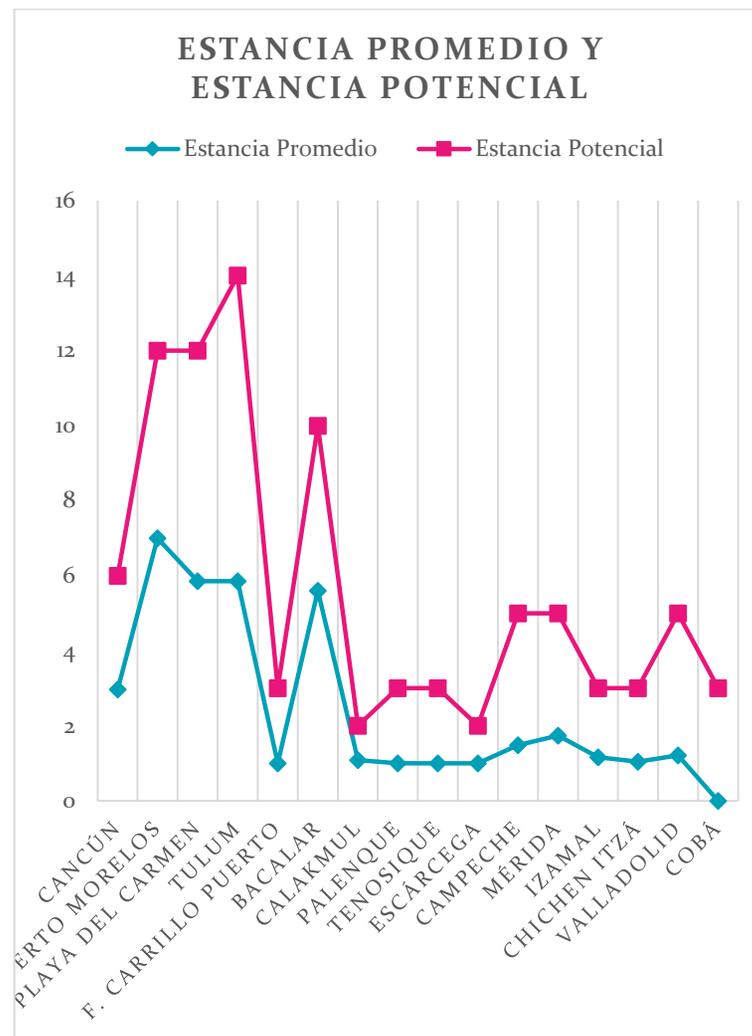
CUADRO 9.1 DETERMINACIÓN DE TIPO DE VISITAS POR SITIO ACTUALMENTE

Localidad	Excursión	Alojamiento de una noche	Alojamiento por más de una noche	Estancia Promedio	Estancia Potencial
Cancún	No	No	Sí	2.97	6
Puerto Morelos	No	No	Sí	7.00	12
Playa del Carmen	Sí	Sí	Sí	5.85	12
Tulum	Sí	Sí	Sí	5.85	14
F. Carrillo Puerto	Sí	No	No	1.00	3
Bacalar	Sí	No	Sí	5.60	12
Calakmul	Sí	Sí	No	1.08	2
Palenque	Sí	Sí	No	1.00	3
Tenosique	Sí	No	No	1.00	3
Escárcega	No	Sí	No	1.00	2
Campeche	No	Sí	Sí	1.48	5
Mérida	No	Sí	No	1.74	5
Izamal	Sí	Sí	No	1.16	3
Chichen Itzá	Sí	Sí	No	1.04	3
Valladolid	Sí	Sí	No	1.21	5
Cobá	Sí	No	No	0.00	3

Fuente: Datatur

<http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx>

Gráfica 53 Estancia promedio y estancia potencial



PLAN DE MANEJO TURÍSTICO DE LAS LOCALIDADES

CUADRO 10.1 DIVERSIFICACIÓN DE ATRACTIVOS TURÍSTICOS

Localidad	Zonas Arqueológicas	Áreas Naturales Protegidas	Recursos Naturales	Recursos Culturales
Bacalar	Chacchoben	Sian Kaan, Uaymil, Balan Kaax	Laguna De Bacalar	Pueblo Mágico
Cancún	El Meco/El Rey Isla Mujeres Ek Balam Cobá Tulum Chichen Itza	Reserva De La Biósfera Mar Caribe	Mar Caribe Isla Mujeres Isla Blanca Isla Contoy Laguna Nichupté	Vida Nocturna Buceo En Arrecife Snorkel En Excursiones Guiadas
Calakmul Y Xpujil	Calakmul, Xpujil, Hormiguero, Chicana, Rio Bec, Balam Ku,	Reserva De La Biósfera Calakmul Área Natural Estatal Balamku	Cueva De Los Muñecos	Ejidos Ecoturísticos Sello Calakmul
Campeche	Edzná	Los Petenes	Costa Golfo	Ciudad Colonial
Chichen Itzá	Chichen Itza Ek Balam	Ninguna	Cenotes Paisaje	Haciendas Henequeneras
Cobá	Cobá	Otoch Maax Yetl Koh	Laguna Selva	Sitio Arqueológico
Escárcega	Calakmul El Tigre	El Tormento	Laguna Silvituc	Ejido Miguel Coronado
F. Carrillo Puerto	Muyil	Reserva Biosfera Sian Ka'an	Laguna De Señor Cueva Kantemoh	Guerra De Castas Tihosuco
Izamal	Izamal	Ninguna	Paisaje	Iglesia Izamal Pueblo Mágico

Mérida	Uxmal Ruta Puuc	Ninguna, cerca de Celestún	Puerto Progreso	Paseo Montejo
Palenque	Palenque, Bonampak, Toniná	ANP Palenque	Selva Lacandona	Palenque
Playa Del Carmen	Tulum Cobá	Reserva De La Biósfera Mar Caribe Yum Balam	Mar Caribe Cozumel Holbox	Vida Nocturna Andador Comercial Xcaret
Puerto Morelos	Tulum	Reserva De La Biósfera Mar Caribe	Mar Caribe Ruta De Los Cenotes	Buceo En Arrecife Instituto Limnología
Tenosique	Pomoná, Reforma Palenque, Bonampak Yaxchilán, Tikal, Panjalé, Santa Elena San Claudio Piedras Negras	ANP Cañón Del Usumacinta	Río Usumacinta Río San Pedro Cascadas De Reforma Cenote Ya'ax Ha	Frontera El Ceibo Ríos Mayas Festival Del Queso Baile Del Pochó Puente Tenosique Ecoturismo
Tulum	Tulum Cobá Muyil	Reserva De La Biósfera Mar Caribe Reserva De La Biósfera Sian Ka'an	Mar Caribe Punta Allen Sian Ka'an Akumal Cenotes	Centros De Consumo Gastronomía Internacional Boutique Hotels
Valladolid	Tulum Cobá Ek Balam Chichen Itzá	Ninguna. Cerca de RB. Ría lagartos	Paisaje Cenotes	Pueblo mágico Ciudad colonial Iglesias

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 10.2.1 ÁREAS TURÍSTICAS DE INTERÉS Y PROYECTOS EXISTENTES. (1/2)**

Localidad	Áreas turísticas de interés	Proyectos existentes
Bacalar	Laguna Bacalar	Bacalar Tours Paaybej
		Tours El Sebiche Magica Bacalar
		Cuco's Tours (Laguna Bacalar)
		Aak ha Bacalar
		Bacalar Tours en Lancha
		Velero tours bacalar
		Tours bacalar magico
		Bacalar Adventure Tours
		Yovani Tours
		Chaac Ja' Tours & Adventures
Cancún	Sistema arrecifal y Lagunar	Bucanero Tours Bacalar
		Yuumil Há Tours Bacalar
		Amir AdvenTours
		Hawk Tours
		What SUP Bacalar
		Venado Azul Bacalar
		The Sailing Colibri-Bacalar
		AquaWorld
		Jungle Tour - & Speedboat & Snorkeling tour
		Ventura Park
Calakmul Xpujil	Ejidos Ecoturísticos	Xochimilco, Xavage
		Acuario Interactivo, Delphinus.
		Cancun Jungle Tours
		CANCUN ATV TOURS
		Dolphinaris, Dolphin Adventures
		Total Snorkel Cancun
		Fishing Tours Cancun
		Grutas de Cristóbal Colón
		Ecoturismo El Hormiguero
		Talleres Artesanales
Valentín Natural		

Campeche	Ciudad Patrimonio de la Humanidad	Parque Ecoturístico Yax-Ha	Kankabi' Ok Tours - Campeche
		MayaOkTours	Acanmul Ecoturismo
		Centro Ecoturístico Chuun Piich	
Chichen Itzá	Una de las Siete Maravillas	Chichén Adventures	Cenote Ik II
Cobá	Ecoturismo en Lagunas	Meliponario San Juan Punta Laguna	Nuevo Durango
		Alltourmative	Laguna Chabela
Escárcega	Tirolesas	Jardín Botánico El Tormento	Cenote Esmeralda
		Orquideario y Arboretum	Ejido Miguel Colorado
F. Carrillo Puerto	Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an	Maya Kaan	Xyaat
		Community Tours Sian Ka'an	Raxalaj Maya
		U'yo Ochel Maya	Laguna de Sihil No Ha
Izamal	Pueblo Mágico	Kinich Kakmó	Chaltun Ha
		Convento de San Antonio de Padua	Parque de los Cañones
		Pirámide de Itzamatul	Museo de Artesanías
		Sitio Arqueológico Habuk	Izamal Maya Travel
Mérida	Centro Histórico	Habuk	Cenote LaKin Ha
		Tours-Merida	Ecoturismo Yucatán S.A. De C.V.
		Mérida Tours	Turitransmerida Tour Operador & Dmc
		Mundo Maya Tours Y Excursiones	Mc Tours & Travels Merida
		Explorer Divers Merida	Bavaria Tours
		Tutitrans Mérida Tour Operator	Omnitour

			Camavalito La Gua - Gua	Maya Adventures	Amazing
			Omni Tour Fco De Montejo	Mundo Joven Travel Shop	Travel
			Merida Elite	Mérida Gay Adventuret ours Yucatan	Tours
			Centro De Buceo		
			Kuxtal Tour		
<i>Palenque</i>	Circuitos arqueológicos	Eco-	Ecomundo	Kim Tours	
			EcoParque Aluxes	Mexica Tours	
			Kichan Bajlum Tours		
<i>Playa del Carmen</i>	Turismo de Aventura		Absolute Mexico	Adventure Mexico	Cenote Chaak Tun
			Xplore Dive Center Mexico		Cenote Azul Tours & Travel
			Go Natural Explorers		Punta Esmeralda
			YucaTreks Mexico	Tours	Río Secreto
			Phocea Mexico		Mexxtremo Adventures
			Cenote, Jardín Del Eden	Xcaret	
			Emotions Native Park		Kantun Chi
			Aventuras Mayas		Chikin Ha
			Alltounative		Blue Life SCUBA Diving and Freediving
<i>Puerto Morelos</i>	Ruta de los Cenotes		Cenote Las Mojarras	Parque Loma Bonita Cancún	
			Cenotes Kin Ha		
			Boca del Puma		Cenote las Mojarras Km 12.5
			Cenote Zapote Eco-park		Croco Cun Zoo
			Cenote Verde Lucero		UTA
			Selvatica - Adventure Tribe		Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marin

					Extreme Adventure Cancun
					Cenote Siete Bocas
<i>Tenosique</i>	Ríos Mayas		Wayak Xuul Turismo de Aventura puénting y rafting		Festival del Queso Carnaval
			Kayak Challenge		Feria
			Finca don Rodo		Encuentro de Cocineras Tradicionales
			Ejido Corregidora Ortíz		
<i>Tulum</i>	Zona Arqueologica		Mexico Kan Tours		Viajes Conciencia
			Tulum Tours		Savana Travel
			Community Sian Kaan	Tours	Punta Allen Best Tours
			Agua Clara Diving		iTour México
					Tulum Bike Tours
					Tsuuk Natural Akumal
<i>Valladolid</i>	Pueblo Mágico		Mexigo Tours		Xentour Mx
			Portal Maya Tours		Viajes Travesía Maya Travels & Tours
			Ichi Tours		
			Free Walking Tour Valladolid		Free Walking Tour Valladolid Estacion Mexico Free Tours
			Trv Tours Valladolid.		
			Bikes Zaci		

Fuente: Datatur Oferta de Servicios turísticos.

<http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx>

**CUADRO 10.3 ATRACTIVOS TURÍSTICOS REGIONALES**

Localidad	Atractivos turísticos regionales
Bacalar	Mahahual, Sian Ka'an, Chacchobén, Kohunlich, Xpujil
Cancún	Isla Mujeres, Isla Contoy, Isla Holbox, Riviera Maya, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Puerto Aventuras, Akumal, Tulum, Sian Ka'an, Cobá, Valladolid, Ek Balam, Chichen Itzá Ría Lagartos
Calakmul/ Xpujil	Calakmul, Xpujil, Zona Río Bec, Hormiguero, Ejidos Ecoturísticos
Campeche	Los Petenes, Ruta Puuc, Laguna de Términos, Mérida
Chichen Itzá	Valladolid, Ek Balam, Izamal, Mérida, Cancún, Cobá, Tulum
Cobá	Tulum, ANP Otoch Maax, Ejidos Ecoturísticos Valladolid Ek Balam
Escárcega	Calakmul, Xpujil, Champotón, Laguna de Términos
F. Carrillo Puerto	Tulum, Localidades Maya Ka'an, Sian Ka'an, Bacalar, Valladolid
Izamal	Mérida, Valladolid, Chichen Itzá
Mérida	Campeche, Ruta Puuc, Izamal Chichen Itzá, Valladolid, Cancún
Palenque	Parque Aluxes, Cascada Roberto Barrios, Ejidos Ecoturísticos, Agua Azul, Misol Ha, San Cristóbal de las Casas, Ocosingo, Bonampak, Selva Lacandona, Tenosique, Tikal
Playa del Carmen	Cancún Puerto Morelos Holbox Puerto Aventuras Akumal Tulum Cobá Ejidos Ecoturísticos Cozumel Sian Ka'an
Puerto Morelos	Cancún Playa del Carmen Cozumel Holbox Tulum
Tenosique	Ejidos Ecoturísticos Río San Pedro Balancán Palenque Tikal
Tulum	Cobá Valladolid Akumal Playa del Carmen Cancún Muyil Sian Ka'an Felipe Carrillo Puerto Bacalar
Valladolid	Mérida Izamal Chichén Itzá Ek Balam Cobá Tulum

Cuadro de elaboración propia

**Cuadro 10.4 Servicios De Transportación Y Movilidad**

Localidad	Aeropuerto	Terminal de Autobuses	Taxis	Transporte colectivo	Transporte Suburbano	Ciclopista
Bacalar	Chetumal	Parada Autobús	Sí	Sí	No	No
Cancún	Cancún	Estación	Sí	Sí	Sí	Parcial Z.H.
Calakmul y Xpujil	Chetumal	Xpujil	Sí	Sí	Sí	Parcial Xpujil
Campeche	Campeche	Estación	Sí	Sí	No	Sí
Chichen Itzá	Mérida	Parada Autobús	Sí	Sí	No	No
Cobá	Cancún	No	No	No	No	No
Escárcega	Campeche	Parada Autobús	Sí	Sí	No	No
F. Carrillo Puerto	Cancún Mérida	Parada Autobús	Sí	Sí	Sí	No
Izamal	Mérida	Parada Autobús	Sí	Sí	No	No
Mérida	Mérida	Estación	Sí	Sí	Sí	Parcial
Palenque	Palenque y Villahermosa	Estación	Sí	Sí	Sí	Parcial Z.A.
Playa del Carmen	Cancún	Estación	Sí	Sí	Sí	Parcial
Puerto Morelos	Cancún	Parada Autobús	Sí	Sí	No	No
Tenosique	Villahermosa	Estación	Sí	Sí	Sí	No
Tulum	Cancún	Estación	Sí	Sí	Sí	parcial
Valladolid	Cancún	Parada Autobús	Sí	Sí	Sí	No

Cuadro de elaboración propia

### CUADRO 10.5 PERFIL DEL VISITANTE

Localidad	Perfil del visitante
<i>Cancún</i>	Mayoritariamente estadounidense o mexicano, entre 20 y 29 años, viaja con familia, y ya ha venido a Cancún antes, viene por 6.2 días acompañado de 2.6 personas, viaja en paquete todo incluido y la razón de su viaje fue disfrutar del sol y playa. La mayoría se hospedó en un hotel y el 8,7% visitó otro destino turístico además de Cancún. Su principal actividad turística es visitar una zona arqueológica.
<i>Puerto Morelos</i>	Mayoritariamente estadounidense, entre 30 a mayor de 60 años, viaja por motivos familiares, ha viajado en anteriores ocasiones, su estancia promedio es de 7 días y la mayoría viaja en pareja, en paquete todo incluido, comprado en agencia de viajes, se hospeda en hotel, interesados en sol y playa, principalmente; seguido de visitar zonas arqueológicas y realizar actividades acuáticas (snorkel y buceo)
<i>Playa del Carmen</i>	Principalmente estadounidense, entre 20 y 59 años, viaja por motivos familiares o con amigos, visita por primera vez, estancia promedio de 6.9 días y en grupos de 2.7 personas, prefieren viajar en pareja o familia, en paquete todo incluido comprado en agencia de viajes se hospeda en hotel, interesados en sol y playa
<i>Tulum</i>	Mayoritariamente europeo, entre 20 y 49 años, viaja en pareja por primera vez sin paquete vacacional y permanece en el destino 6.6 días en hotel, buscando sol y playa.
<i>F. Carrillo Puerto</i>	Son excursionistas de medio día procedentes de Tulum
<i>Bacalar</i>	Mayoritariamente mexicanos entre 20 y 49 años, viaja en pareja por motivos familiares, por primera vez en grupos de 2.8 personas, sin paquete vacacional, buscando sol y playa y se hospedan en hotel.
<i>Calakmul y Xpujil</i>	Excursionistas en circuito por la península de Yucatán y turistas académicos que permanecen temporadas anuales estudiando el comportamiento animal y al ecosistema en general.
<i>Palenque</i>	El 87% nacionales y el 13% extranjeros. La mayor parte de los visitantes vienen de Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa, Tabasco. El turismo extranjero que visita la zona arqueológica procede de los países de Francia (26%), Estados Unidos (20%); Alemania (15%); Italia (7%); Holanda (5%); resto de Europa (14%); resto de América (14%)
<i>Tenosique</i>	Procedente de Villahermosa o Palenque en recorridos de excursión o circuito, principalmente parando a visitar la zona arqueológica de Pomoná; Hay un segmento de turismo de aventura, mayoritariamente local, que visita Tenosique para realizar puéting y otras actividades ecoturísticas que necesitan detonarse y comercializarse mejor. El motivo principal para visitar

<i>Escárcega</i>	Tenosique es para asistir a sus eventos programados: El Carnaval, El Festival del Queso y La Feria.
<i>Campeche</i>	Escárcega actualmente funciona como parada de descanso para automovilistas y choferes en tránsito por la zona sur de la Península de Yucatán, conectando Chetumal con Villahermosa y Cancún vía Mérida y Campeche con Tabasco
<i>Mérida</i>	No se lleva una estadística, pero se puede definir que la mayoría viaja en pareja o familia, siendo 71.09% mexicanos y 25.27% extranjeros. Los principales sitios turísticos visitados son la catedral, el malecón, el jardín botánico y la arquitectura.
<i>Chichen Itzá</i>	mayoritariamente masculino, entre los 34 y 45 años, ingresos mensuales de MX\$5430 a MX\$10,858 y gasto promedio por día de entre MX\$3500 y MX\$7500. Cuentan con estudios de nivel licenciatura, son empleados o profesionistas y la principal razón de su visita a Mérida es conocer zonas arqueológicas.
<i>Izamal</i>	Chichen Itzá Zona Arqueológica 32.43% fueron nacionales y el 67.56% fueron extranjeros. Esto representa el 70.65% de los visitantes a todas las zonas arqueológicas de Yucatán y el 28.12% de los visitantes a todos los sitios arqueológicos de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco y Chiapas. Lo visitan principalmente desde Cancún.
<i>Valladolid</i>	56.4% de los visitantes que pernactan en el destino son Mexicanos; el 43.5% extranjeros; estuvieron en promedio 1.17 días en el destino en grupos de 1.76 personas por habitación. La categoría preferida fue la de 2 estrellas, con una ocupación promedio de 2018 fue 50.83%.
<i>Cobá</i>	ocupación promedio es de 34.98%; en hoteles de tres estrellas; y se compone de visitantes extranjeros en familia o en grupo realizando un recorrido de circuito por la península de Yucatán.
	Cobá Zona Arqueológica: alrededor de 2,300 al día. 73% extranjeros, 10% nacionales, Cobá alojamiento: son visitantes provenientes de Tulum, principalmente europeos, en pareja, que pernactan una noche en Cobá antes de seguir recorriendo la Península de Yucatán. Se trasladan pidiendo aventón en las carreteras o haciendo cicloturismo.

Cuadro de elaboración propia

**CUADRO 10.6 VIABILIDAD TURÍSTICA DE CADA LOCALIDAD**

<i>Localidad</i>	<i>Viabilidad turística de cada Localidad</i>
<i>Bacalar</i>	Es necesario proteger la laguna de Bacalar
<i>Cancún</i>	Como Localidad de todo incluido es viable pero va en declive  Es necesario regularizar toda la urbanización de la población local o el crimen y la desigualdad social empañarán los logros de Cancún.
<i>Calakmul / Xpujil</i>	Calakmul no es viable. Xpujil sí es viable a nivel turismo de naturaleza  Es necesario garantizar el acceso al agua potable a poblaciones humanas y vida silvestre o se verá afectada la biodiversidad.
<i>Campeche</i>	Como Localidad de larga estancia para personas mayores es viable.
<i>Chichen Itzá</i>	Requiere de ordenamiento y regulación en el acceso para reducir la sobrecarga turística que padece la zona arqueológica.
<i>Cobá</i>	La zona tiene una gran importancia para recarga del acuífero por lo que no se debe favorecer su urbanización ni deforestación.
<i>Escárcega</i>	Es viable como un lugar de comercio y esparcimiento en la forma de un centro comercial muy atractivo para visitantes y locales.
<i>F. Carrillo Puerto</i>	Es viable a nivel turismo de naturaleza y turismo cultural utilizando visitantes desde Tulum y Bacalar que quieran conocer a los Mayas actuales.
<i>Izamal</i>	Viable un turismo gastronómico y de paisaje
<i>Mérida</i>	Viable para el turismo de grupos y convenciones. Y como centro tecnológico y académico.
<i>Palenque</i>	Viable para promover circuitos ecoturísticos desde y hacia Palenque. Es necesario reforzar la seguridad de las carreteras.
<i>Playa del Carmen</i>	Es viable para turismo de sol y playa si se erradica el crimen organizado, las extorsiones y la venta de drogas a turistas.
<i>Puerto Morelos</i>	Es viable para turismo de grupos, de bodas, de reuniones familiares que busquen un espacio amplio, privado, para convivir con su grupo
<i>Tenosique</i>	Es viable para el turismo de aventura, turismo de naturaleza, circuitos desde y hacia Palenque y Calakmul, usando eco-alojamientos  En la ciudad seguir manejando ferias y eventos populares, requiere de infraestructura en áreas turísticas y más sanitarios públicos.
<i>Tulum</i>	Viable si se recuperan los espacios que se han perdido ante el aglomeramiento de los servicios turísticos y la falta de espacios peatonales para los visitantes y clientes de los centros de consumo
<i>Valladolid</i>	Viable como punto de encuentro y tránsito hacia las localidades turísticas y múltiples sitios de interés en la Península de Yucatán.

Cuadro de elaboración propia

**CUADRO 10.7 DETERMINACIÓN DE LOS ATRACTIVOS TURÍSTICOS POTENCIALES**

<i>Localidad</i>	<i>Atractivo turístico potencial</i>
<i>Bacalar</i>	Turismo de bajo impacto en Territorio Sensible al Agua.
<i>Cancún</i>	Su cercanía con el municipio Isla Mujeres
<i>Calakmul / Xpujil</i>	Los ejidos ecoturísticos y su resiliencia ante el cambio climático
<i>Campeche</i>	Turismo estacional de larga estancia
<i>Chichen Itzá</i>	Horarios de acceso escalonados
<i>Cobá</i>	Los ejidos ecoturísticos y el ANP Otoch Maax Yetel Ko´
<i>Escárcega</i>	Un centro comercial que de empleo a la población local y atraiga a la población regional, y a la que va de paso, con una amplia sección de comida rápida, cines, y tiendas tipo outlet.
<i>F. Carrillo Puerto</i>	Localidades Mayaka'an, lagunas, turismo holístico.
<i>Izamal</i>	Turismo gastronómico-cultural
<i>Mérida</i>	Turismo de reuniones y congresos
<i>Palenque</i>	Circuitos Eco-Arqueológicos hacia Tabasco
<i>Playa del Carmen</i>	Ciudad Destino Sostenible
<i>Puerto Morelos</i>	Turismo de bodas y celebraciones grupales.
<i>Tenosique</i>	Ríos Mayas
<i>Tulum</i>	Pueblo Boho-Chic
<i>Valladolid</i>	Conectividad con los principales Localidades y zonas pobladas de la península de Yucatán. Punto de transición entre rutas.

Cuadro de elaboración propia

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN FINAL, CÁLCULO E INTERPRETACIÓN

CUADRO 11.1 CAPACIDAD DE MANEJO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS, EQUIPAMIENTO Y PERSONAL)

Localidad	Infraestructura	Servicios	Equipamiento	Personal	Capacidad de Manejo
<i>Cancún</i>	25% viviendas sin agua, Requiere ampliación	Requiere ampliación en las zonas irregulares	Suficiente	Cuentan con personal capacitado	buena
<i>Puerto Morelos</i>	Requiere mantenimiento	Requiere ampliación	Requiere renovación	Suficiente	bueno
<i>Playa del Carmen</i>	Requiere mantenimiento y ampliación	Requiere mejorar el abastecimiento	En buenas condiciones	Suficiente	Buena
<i>Tulum</i>	Requiere ampliación de infraestructura	Requiere ampliación de cobertura	Requiere mejor el equipamiento	Suficiente	regular
<i>F. Carrillo Puerto</i>	Requiere modernización e implementar captación pluvial	Requiere regularizar el nivel de consumo	Requiere mantenimiento	Suficiente	buena
<i>Bacalar</i>	Requiere ampliación de infraestructura	Requiere regularización en cobro a comercios	Requiere más equipamiento	Cuentan con personal capacitado	regular
<i>Calakmul - Xpujil</i>	Requiere rehabilitar sistemas domiciliarios de captación pluvial.  Requieren un Acueducto nuevo.	32% de la población sin acceso a agua potable entubada.	Requieren más pipas y cisternas de agua para brindar el servicio	Cuentan con personal capacitado	insuficiente

<i>Palenque</i>	Requiere mantenimiento correctivo urgente	Requiere regularizar el abastecimiento	Requiere renovación de equipo	Suficiente	regular
<i>Tenosique</i>	Requiere mantenimiento	Bueno	Bueno	Suficiente	Buena
<i>Escárcega</i>	Requiere mantenimiento modernización y ampliación e implementar captación pluvial.	Requiere ampliar la cobertura	Requiere prevenir desperdicio y contaminación	Suficiente	regular
<i>Campeche</i>	Requiere modernizar infraestructura	Requiere ampliación en la cobertura	Requiere modernización	Suficiente	buena
<i>Mérida</i>	Requiere mantenimiento	Requiere regularizar servicio	Requiere ampliación	Suficiente	Buena
<i>Izamal</i>	Requiere modernización e implementar captación pluvial	Requiere modernización	Requiere ampliación	Suficiente	Buena
<i>Chichen Itzá</i>	Requiere modernización y mantenimiento	Requiere regularización en el servicio	Requiere prevenir contaminación	suficiente	buena
<i>Valladolid</i>	Requiere rehabilitación u ampliación	Requiere mejorar el servicio	Se debe instalar denaje pluvial	Suficiente	Bueno
<i>Cobá</i>	Requiere modernización y ampliación	Requiere regular el cobro de servicio	Requiere medidas para prevenir el desperdicio	Suficiente	buena

Cuadro de elaboración propia

**CUADRO 11.2 CAPACIDAD DE MANEJO TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS, EQUIPAMIENTO Y PERSONAL)**

Localidad	Infraestructura	Servicios	Equipamiento	Personal	Capacidad de Manejo
Cancún	Requiere mantenimiento, y ampliación.	Requiere 17.4% viviendas sin drenaje	Se requiere ampliación y modernización	Suficiente	buena
Puerto Morelos	Requiere ampliación de la infraestructura	Requiere ampliación de la cobertura	Requiere renovación y mantenimiento	Suficiente	regular
Playa del Carmen	Requiere ampliación de infraestructura	Requiere ampliación de cobertura	Requiere renovación y mantenimiento	Suficiente	regular
Tulum	Requiere instalación de plantas de tratamiento	Requiere ampliación de la cobertura	Requiere mejoras en el equipamiento	Suficiente	mala
F. Carrillo Puerto Bacalar	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales municipal				mala
Calakmul - Xpujil	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales				mala
Palenque Tenosique	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales conectar al drenaje de la ciudad				mala
Escárcega	Incompleta y sin funcionar	Sin servicio	Sin equipamiento	insuficiente	mala
Campeche	Requiere modernización	Requiere ampliación	Requiere ampliación	Suficiente	regular
Localidad	Infraestructura	Servicios	Equipamiento	Personal	Capacidad de Manejo
Mérida	requiere ampliación	Requiere prevenir contaminación	Requiere modernización	Suficiente	Regular
Izamal	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales				mala
Chichén Itzá	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales				mala
Valladolid	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales				mala
Cobá	No existe infraestructura de tratamiento de aguas residuales				mala

**CUADRO 11.3 CAPACIDAD DE MANEJO GESTIÓN DE RESIDUOS (INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS, EQUIPAMIENTO Y PERSONAL)**

Localidad	Infraestructura	Servicios	Equipamiento	Personal	Capacidad de Manejo
Cancún	implementar separación de residuos	Ampliar cobertura	hay vehículos que requieren reparaciones	Suficiente	buena
Puerto Morelos	Servicio concesionado, compartido con Cancún				
Playa del Carmen Tulum	urgente mejorar	Cobertura ineficiente	Equipamiento insuficiente	Suficiente	Regular
	Tiradero a cielo abierto rebosado	Requiere ampliación de servicio	Requiere mejor equipamiento	Suficiente	malo
F. Carrillo Puerto Bacalar	Tiradero a cielo abierto	Tiradero saturado	Requiere mantenimiento más insumos para vehículos, combustible, refacciones	Suficiente	Regular
	Requiere reubicar relleno sanitario	ampliar el Servicio de recolección de residuos		insuficiente	Deficiente
Calakmul - Xpujil	Tiradero a cielo abierto	No tiene recolección de residuos	No cuenta con recolección de residuos	Insuficiente	Malo
Palenque	Tiradero a cielo abierto	Ampliar cobertura	Requiere más equipamiento	Suficiente	malo
Tenosique	Tiradero a cielo abierto	Ampliar cobertura	Suficiente equipamiento	Suficiente	Malo
Escárcega	sanear tiradero a cielo abierto abandonado	Requiere ampliación de cobertura	Requiere renovación	Suficiente	regular
Campeche	Mal gestionado R. sanitario	ampliación de cobertura	Requiere modernización	suficiente	Regular
Mérida	Relleno sanitario	No contabiliza los residuos comerciales	Requiere modernización del parque vehicular	Suficiente	regular
Izamal	Tiradero a cielo abierto	Requiere ampliar cobertura	Requiere más equipamiento	Suficiente	malo
Chichén Itzá	Tiradero a cielo abierto	Ampliar cobertura	Modernizar equipamiento	Suficiente	malo
Valladolid	Tiradero a cielo abierto	Ampliar cobertura	Modernizar equipamiento	Insuficiente	Malo
Cobá	Tiradero a cielo abierto	Cuadro de elaboración propia			

**CUADRO 11.4 CAPACIDAD DE MANEJO PROMEDIO POR LOCALIDAD (AGUA POTABLE, RSU, PTAR)**

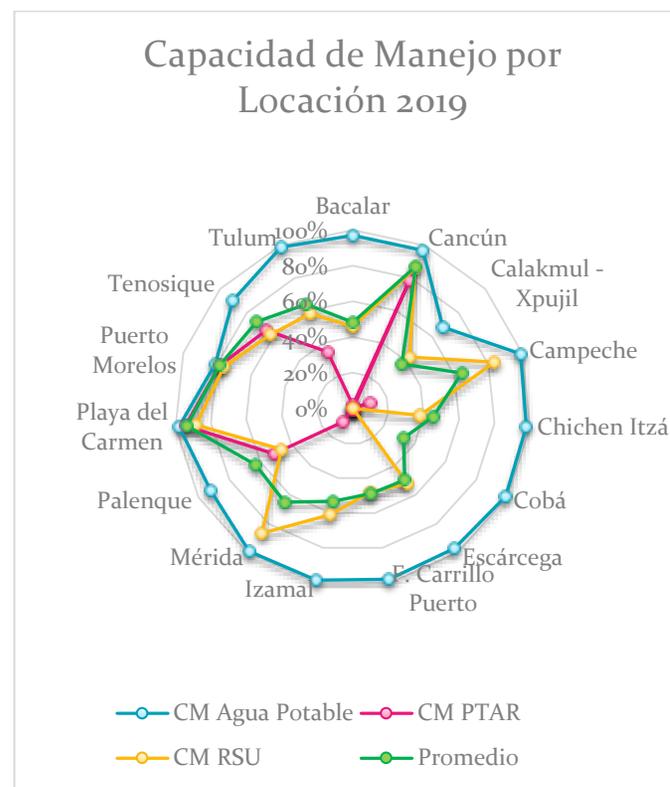
Localidad	Capacidad de Manejo Conectividad a Drenaje	Capacidad de Manejo Abasto de Agua Potable	Capacidad de Manejo Recolección de Residuos	Capacidad de Manejo Promedio (Servicios Municipales)
Campeche	97.8	99	92.7	96.50
Escárcega	90	97.3	52	79.77
Calakmul y Xpujil	73.6	68	43	61.53
Palenque	89.1	92.8	46	75.97
Bacalar	93.5	97.1	46	78.87
Cancún	99.5	97	95.2	97.23
F. C. Puerto	77.5	98	48	74.50
Playa del Carmen.	99.4	98.3	98.5	98.73
P. Morelos	91.4	81.8	100	91.07
Tulum y Cobá	96.8	99.1	95.6	97.17
Tenosique	96.3	90.4	62	82.90
Chichen Itzá	78.7	97.9	38	71.53
Izamal	83.6	98.5	61	81.03
Mérida	97.4	98.8	95.8	97.33
Valladolid	79.3	97.5	55	77.27

\*se tomó en cuenta el abastecimiento a las viviendas.

\*\* se tomó en cuenta capacidad de conectividad de las vivienda algún sistema de drenaje; así como el número de habitantes en el municipio)

\*\*\* se tomó en cuenta el servicio de recolección de residuos a domicilio. Y el depósito y tratamiento de estos en tiradero o relleno sanitario.

*Gráfica 54 Capacidad de Manejo Promedio por Localidad al 2019*



Cuadro de elaboración propia

**CUADRO 11.5 CAPACIDAD DE CARGA ACTUAL POR LOCALIDAD**

*(incluye a la población local y los turistas con pernocta)*

Localidad	CM	CCF	CCR	CCE
Campeche	96.50	286,043	284,346	274,394
Escárcega	79.77	59,513	58,553	46,706
Calakmul y Xpujil	61.53	31,536	30,922	19,028
Palenque	75.97	117,206	114,397	86,903
Bacalar	78.87	40,553	39,407	31,079
Cancún	97.23	814,108	813,069	790,574
F. Carrillo Puerto	74.50	92,250	91,878	68,449
Playa del Carmen.	98.73	290,036	285,698	282,079
Pto. Morelos	91.07	48,225	46,488	42,335
Tulum y Cobá	97.17	55,041	52,277	50,796
Tenosique	82.90	60,116	59,846	49,612
Chichen Itzá	71.53	20,053	19,601	14,021
Izamal	81.03	26,581	26,212	21,240
Mérida	97.33	963,229	956,618	931,108
Valladolid	77.27	82,520	81,406	62,899

Cuadro de elaboración propia

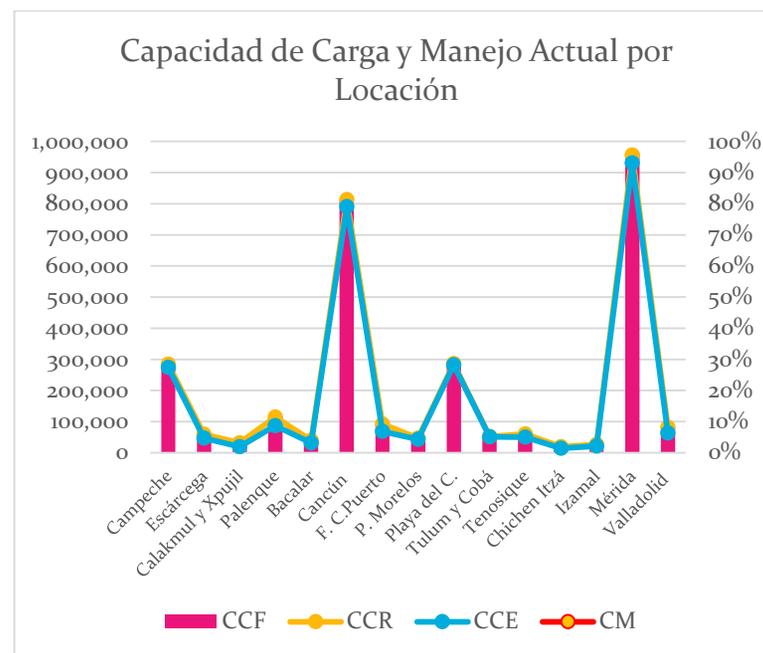
**CM:** Capacidad de manejo, considerando la capacidad municipal para la recolección de residuos, abastecimiento de agua potable y conexión a algún sistema de drenaje.

**CCF:** Capacidad de Carga Física, basado en la capacidad de alojamiento (número de habitaciones disponibles, Densidad por habitación, y total de población)

**CCR:** Capacidad de Carga Real, basado en la ocupación promedio (número de noches vendidas), densidad por habitación, duración de la estancia y total de población)

**CCE:** Capacidad de Carga Efectiva, basado en la capacidad de carga física considerando la capacidad de manejo. **Incluye a la población local.**

*Gráfica 55 Capacidad de Carga y Manejo por Localidad al 2019*



---

#### INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:

La capacidad de carga física de las localidades está determinada por su capacidad de manejo y mitigación del impacto humano tanto de la población local como de los visitantes. Actualmente, todas las localidades tienen rezagos en el manejo de sus residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

Tanto el aumento de población como el aumento en el turismo tienen que ir acompañados de la infraestructura municipal y turística apropiada para atender el volumen de residuos sólidos y aguas residuales que se generan; tanto a nivel turístico como a nivel local; no pueden desfasarse uno de otro pues las consecuencias ambientales causarán el deterioro del ecosistema, depreciando los atractivos turísticos y afectando a la salud y la economía de la población local.

Aunque el abastecimiento de agua potable está más avanzado que la gestión de residuos o el tratamiento de aguas residuales, es importante que se implementen medidas, acciones y políticas de ahorro de agua; y de cobro justo, tanto para usuarios domésticos como para usuarios comerciales, los cuales no deben de evadir esta responsabilidad. A la par de la ampliación de la infraestructura es necesario la adopción de medidas que fomenten el ahorro del consumo de agua.

Al respecto de la gestión de residuos, no solo se debe de considerar el indicador de cuánta basura es recolectada por los servicios de limpia municipal; también se debe considerar el destino final de estos residuos. En la mayoría de las localidades se dispone de estos en tiraderos a cielo abierto; en el caso de que cuenten con relleno sanitario estos no están bien gestionados, en algunos casos ya están superados en su capacidad y en el caso de Bacalar y Tulum la saturación de estos ya es motivo de controversia. Además de ampliar los rellenos sanitarios, estos deben de ser gestionados correctamente y no saturarse. Una de las principales necesidades es la reducción del volumen, lo cual se puede lograr separando y clasificando los residuos, recuperando los reciclajes y composteando los residuos orgánicos; los cuales llegan a representar el 40% del volumen total de los residuos urbanos; si no disminuimos la cantidad de residuos que se generan, ningún relleno sanitario será suficiente.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, si bien los inventarios oficiales reportan que se recibe un volumen menor a la capacidad de tratamiento de las plantas de tratamiento, la realidad es que gran cantidad de las aguas residuales generadas no están llegando a las plantas de tratamiento por falta de sistemas de drenaje y alcantarillado municipales; además, porque se considera que las familias que disponen de fosa séptica ya cumplen con tratar sus aguas y eso no es así.

En cuanto a la expansión de los núcleos urbanos para la incorporación de nuevos servicios turísticos, el crecimiento de las zonas habitacionales o la expansión de vías de comunicación debe de considerar el tipo de ecosistema y vegetación que sería afectada, así como el tipo de fauna que esté presente en el área y dependa de dicho ecosistema para cumplir con sus funciones vitales.

El presente documento no es una manifestación de impacto ambiental y por lo tanto no tiene las facultades para determinar las acciones de mitigación necesarias; sin embargo, se recomienda que se priorice la preservación de los hábitats y ecosistemas que rodean los núcleos urbanos, y que se revaloren los servicios ambientales que los espacios verdes aportan al desarrollo sostenible, tanto económico, como turístico, como social, ambiental, y de salud pública que proporcionan dichos espacios. Otra recomendación es que se restauren ecosistemas impactados a fin de compensar futuras perturbaciones; tomándose en cuenta que hay dos tipos de vegetación, primaria y secundaria, las cuales describen el grado de impacto humano que ha recibido la zona en la que se encuentran; siendo que la vegetación humana es un reflejo de una zona que no ha sido perturbada por las actividades humanas, mientras que la vegetación secundaria acompaña al impacto que dichas actividades causan; por lo que se debe ser especialmente cuidadoso de mantener las áreas primarias intactas, así como la recuperación de las áreas secundarias en las

zonas impactadas, a fin de lograr su recuperación y transformación en zonas primarias nuevamente.

Ha sido inevitable el crecimiento de las manchas urbanas, al ritmo de crecimiento poblacional natural y de inmigración en la zona; y el consecuente impacto ambiental en las zonas donde hay asentamientos humanos; lo que sí es evitable y debe de ser considerado como prioritario es verificar que dicha expansión sea ejecutada de forma planeada, ordenada, y que se lleve a cabo con los principios de la sostenibilidad que rigen el devenir de las comunidades humanas del siglo XXI.

De igual forma, se debe considerar que los ecosistemas que rodean a las zonas urbanas, ya sea que se encuentren en etapa primaria o secundaria, son hábitat de numerosas especies de fauna, muchas de ellas endémicas a esta zona y que requieren de diversidad genética para mantener sus poblaciones en equilibrio; aislando sus territorios esta diversidad genética se verá interrumpida de tajo.

Finalmente, la fragilidad del sistema kárstico que compone el suelo de la región presenta dos grandes vulnerabilidades que deben considerarse en la toma de cualquier decisión; la primera es la facilidad con que las reservas de agua potable del subsuelo se contaminan con residuos tóxicos de la superficie; y la segunda, es que debido a dicha porosidad la roca es frágil y se presentan fracturas y colapsos.

#### DATOS POBLACIONALES:

Se utilizan las cifras arrojadas por INEGI 2015, en las cuales se basan todos los Planes Municipales de Desarrollo consultados para este estudio; así como los cálculos de SEDESOL presentados en su Informe Anual de Pobreza y Rezago 2016.

#### DATOS SOCIOECONÓMICOS:

Se utilizan los datos presentados por los Planes Municipales de Desarrollo de cada localidad y los datos SEDESOL presentados en su Informe Anual de Pobreza y Rezago 2016.

#### SERVICIOS MUNICIPALES A LAS VIVIENDAS:

Se utilizan los datos presentados por los Planes Municipales de Desarrollo de cada localidad y los datos SEDESOL presentados en su Informe Anual de Pobreza y Rezago 2016. Se consideran tres indicadores: acceso al agua en vivienda, servicio de drenaje en vivienda y recolección de residuos en vivienda.

Dadas las características kársticas que componen el suelo de toda la península de Yucatán, prevenir la filtración de agentes contaminantes es indispensable para proteger la única fuente de agua potable de toda la región por lo que se debe considerar el tratamiento de aguas residuales y la disposición final de residuos.

#### DATOS TURÍSTICOS:

Hoteles : Números de Cuartos por localidad, densidad, estancia y ocupación promedio, con datos obtenidos del Reporte Público 2018 de Datatur.

Tabla 102 : Resumen de Capacidades Turísticas por Localidad

Localidad	número de cuartos hotel (Datatur Reporte Público 2018)	densidad promedio por habitación	Estancia promedio días	ocupación promedio %
Campeche	1,419	1.73	1.48	47.13
Escárcega	480	2 * estimado	1 * estimado	49.44* estimado
Calakmul y Xpujil	307	2 * estimado	1 * estimado	55.82 * estimado
Palenque	2,120	2.03	1.08	33.61
Bacalar	1,050	2.8	5.6	59.61
Cancún	35,142	2.66	2.97	74.62
F. C. P.	186	2 * estimado	1 * estimado	48.74 * estimado
P. Morelos	5,563	2.4 * datos no oficiales	7 * datos no oficiales	88 * datos no oficiales
Playa del C.	40,201	2.06	5.85	73.1
Tulum y Cobá	7,129	2.06	5.85	80.61
Tenosique	135	2 * estimado	1 * estimado	13 * estimado
Chichen Itzá	297	2.09	1.04	23.32
Izamal	220	1.68	1.16	23.56
Mérida	6,897	1.76	1.74	60.57
Valladolid	845	2 * estimado	1.21	35.01

Se hizo una estimación de cuantas personas se encuentran al día en una localidad, basado en el total de la población municipal, el

promedio diario de turistas/noche y los excursionistas registrados como visitantes en el principal centro INAH de la localidad.

**Tabla 103 Capacidades Máximas por Localidad**

Localidad	Población municipal (2015)	Turistas Noche (Compendio Estadístico 2018)	Excursionistas INAH (2018)	Capacidad máxima de la localidad (residentes, cuartos registrados ocupación doble y excursionistas)	Total de personas al día en una localidad (población, turistas y excursionistas)
Campeche	283,025	416,206	65,812	286,043	284,346
Escárcega	58,553	-	-	59,513	58,553
Calakmul y Xpujil	30,800	-	44,684	31,536	30,922
Palenque	110,918	522,164	747,605	117,206	114,397
Bacalar	39,111	-	108,209	41,507	39,407
Cancún	743,626	25,274,363	72,302	814,108	813,069
F. C. P.	91,816	-	22,545	92,250	91,878
P. Morelos	37,099	-	-	48,225	37,099
Playa del C.	209,634	27,763,325	-	290,036	285,698
Tulum y Cobá	32,714	-	2,945,340	55,041	40,783
Tenosique	59,814	-	11,746	60,116	59,846
Chichen Itzá	11,942	51,933	2,743,554	20,053	19,601
Izamal	26,081	25,959	21,807	26,581	26,212
Mérida	949,217	2,621,783	79,640	963,229	956,618
Valladolid	80,613	-	79,161	82,520	-
		210,111			81,406

### DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Con información del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017. INEGI y las Estadísticas del Agua en México, 2018.

**Tabla 104 Capacidad de Gestión de Residuos y PTAR**

Localidad	RSU Recolectados por municipio kg/día	Tipo Relleno Sanitario	PTAR Capacidad Instalada (l/s)	PTAR Caudal tratado (l/s)
Campeche	276,000	B	133.0	124.0
Escárcega	55,000	B	0.0	0.0
Calakmul y Xpujil	27,000	T	0.0	0.0
Palenque	75,000	T	0.5	0.5
Bacalar	25,460	C	30.0	0.4
Cancún	1,095,000	A	1612.0	1,193.1
F. C. P.	98,000	T	5.0	0.9
P. Morelos	75,360	A	0.0	0.0
P. del C.	600,000	A	432.0	310.6
Tulum y Cobá	100,510	C	172.5	25.7
Tenosique	107,160	T	143.0	88.0
Chichen Itzá	5,000	T	0.0	0.0
Izamal	18,000	C	0.0	0.0
Mérida	867,000	A	391.0	170.4
Valladolid	80,000	C	0.0	0.0

### CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA FÍSICA, REAL, Y EFECTIVA POR LOCALIDAD

Esta es una estimación tomando en cuenta valores que pueden ser actualizados conforme pase el tiempo, se realicen nuevas estadísticas oficiales y se registre un aumento en la capacidad hotelera y de servicios a excursionistas; así como también se

deben ampliar los servicios municipales para que esto mejore la capacidad de manejo de las localidades; principalmente, presentan un bajo índice de tratamiento de aguas residuales, por lo que se tomó en cuenta la conexión a algún sistema de drenaje de los predios para que esta capacidad de manejo mejorara; sin embargo, sigue pendiente el incremento de la capacidad de tratamiento de aguas residuales de todas las localidades para poder permitir un crecimiento sostenible de las poblaciones de residentes y visitantes.

CCF: Capacidad de Carga Física, considerando el total de habitantes, el número de habitaciones construidas con densidad doble por habitación y excursionistas.

CCR: Capacidad de Carga Real, considerando el total de habitantes, los Turistas Noche de 2018 y Excursionistas INAH al sitio turístico insignia de la localidad.

CCE: capacidad de carga real multiplicada por la capacidad de manejo.

CM: capacidad de manejo municipal (porcentaje de predios con conexión a algún sistema de drenaje, agua potable y recolección de residuos).

Tabla 105: Capacidad de Carga Efectiva por Localidad

Localidad	Población municipal (2015)	Capacidad de Carga Física-CCF	Capacidad de Carga Real-CCR	Capacidad de Manejo Servicios Públicos Municipales-CM	Capacidad de Carga Efectiva - CCE
Campeche	283,025	286,043	284,346	96.50	284,346
Escárcega	58,553	59,513	58,553	79.77	58,553
Calakmul y Xpujil	30,800	31,536	30,922	61.53	30,922
Palenque	110,918	117,206	114,397	75.97	114,397
Bacalar	39,111	41,507	39,407	78.87	39,407
Cancún	743,626	814,108	813,069	97.23	813,069
F. C. P.	91,816	92,250	91,878	74.50	91,878
Playa del Carmen	209,634	290,036	285,698	98.73	285,698
P. Morelos	37,099	48,225	37,099	91.07	37,099
Tulum y Cobá	32,714	55,041	40,783	97.17	40,783
Tenosique	59,814	60,116	59,846	82.90	59,846
Chichen Itzá	11,942	20,053	19,601	71.53	19,601
Izamal	26,081	26,581	26,212	81.03	26,212
Mérida	949,217	963,229	956,618	97.33	956,618
Valladolid	80,613	82,520	81,406	77.27	81,406

## RECOMENDACIONES

CUADRO 12.1 RECOMENDACIONES PARA INCREMENTAR EL TIEMPO DE ESTANCIA POR LOCALIDAD

<i>Localidad</i>	<i>Recomendaciones para incrementar tiempo de estancia</i>
<i>Bacalar</i>	Mejorar el saneamiento de aguas residuales, prevenir contaminación en laguna. Proteger los recursos naturales y promover el turismo contemplativo, aviturismo y turismo de luna de miel.
<i>Cancún</i>	Recuperar el centro urbano, combatir el sargazo, mejorar las prácticas ambientales de hoteles y centros comerciales, respetar los usos de suelo. Recuperar las áreas verdes naturales y manglares.
<i>Calakmul/ Xpujil</i>	Recordar que Calakmul es una Reserva de la Biósfera, Patrimonio Mixto de la humanidad, y que todo el desarrollo urbano, turístico debe llevarse a cabo en la ciudad de Xpujil, cabecera municipal de Calakmul. La zona necesita urgentemente incrementar el acceso a agua potable de la población y fauna silvestre mediante captación pluvial, rehabilitación de aguadas, impermeabilización de cisternas caseras.
<i>Campeche</i>	Buscar al viajero de larga estancia que pase su temporada invernal en un clima cálido y una ciudad cómoda.
<i>Chichen Itzá</i>	Segmentar los horarios de acceso a una de las siete maravillas del mundo y ofertar espacios de recreación adicionales para combinar el periodo previo o posterior al acceso aprovechando que la mayoría de los visitantes van con grupo guiado que ya incluye actividades complementarias en las zonas cercanas a Chichen Itzá.
<i>Cobá</i>	Combinar Cobá con los ejidos ecoturísticos y ANP <i>Otoch Maax Yetl Koh</i> . Aprovechar su cercanía con Valladolid, Ek Balam y Ría Lagartos, convertirlo en una sede desde la cual se puedan hacer mini-circuitos.

<i>Localidad</i>	<i>Recomendaciones para incrementar tiempo de estancia</i>
<i>Escárcega</i>	Establecer un centro comercial que ofrezca empleo a la población local, y opciones de alimentación y recreación para los visitantes.
<i>Izamal</i>	Vincularse con recorridos en haciendas tradicionales yucatecas combinando con experiencias sibaritas en cada lugar.
<i>Mérida</i>	Incrementar su potencial como centro para el turismo de reuniones, potencializa y su aeropuerto como conexión internacional y su gran infraestructura urbana para recibir grupos de gran capacidad.
<i>Palenque</i>	Potencializar la conectividad que tiene con otros sitios turísticos a su alrededor y revitalizar la experiencia de estar en un Pueblo Mágico.
<i>Playa del Carmen</i>	Abatir la delincuencia, la venta de drogas, el ambulante de la quinta avenida, los drenajes que alimentan el sargazo.
<i>Puerto Morelos</i>	Potenciar su capacidad como receptor de turismo de bodas y viajes de reunión entre familiares, exalumnos, graduaciones, XV años, etc.
<i>Tenosique</i>	Comercializar el Producto Ríos Mayas, el turismo de naturaleza, los circuitos desde Palenque, para captar parte de sus visitantes, ampliar la oferta para turismo de naturaleza, senderismo, observación de aves, rafting.
<i>Tulum</i>	Urgente ordenamiento urbano, drenaje, alcantarillado, pavimentación, guarniciones y banquetas para que se recupere el concepto barefoot luxury que se está perdiendo
<i>Valladolid</i>	Convertirlo en un centro neurálgico que conecte con todos los puntos cardinales de la Península de Yucatán, devolviéndole su esplendor como la segunda ciudad más importante de la Península de Yucatán

CUADRO 12.2 RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA.

Localidad	Requerimientos de movilidad urbana
Bacalar	Transporte público suburbano a los ejidos y rancherías, servicio colectivo aeropuerto Chetumal-Bacalar-Aeropuerto Bacalar. Servicio colectivo Bacalar-Mahahual-Bacalar y Bacalar-Xpujil-Bacalar, construir una Ciclopista turística.
Cancún	Servicio colectivo de transporte desde km hacia salida aeropuerto y entrar a la zona urbana desde la avenida Huayacán (km 304 autopista de cuota Cancún-Mérida) hacia av. Tulum y Av. López Portillo (km 308 autopista Cancún Mérida) hacia Puerto Juárez. Para desahogar el flujo de zona hotelera hacia el centro en hora pico
Calakmul	Ordenamiento del transporte hacia zona arqueológica, establecer horarios de acceso y limitar el acceso a vehículos particulares, obligarlos a tomar un transporte público oficial, ampliar la Ciclopista para conectar los ejidos con la cabecera municipal.
Campeche	Mejorar la conectividad suburbana de los pueblos cercanos a la cabecera municipal. Ampliar la Ciclopista para conectar las comunidades dentro del municipio.
Chichen Itzá	Mejorar la conectividad suburbana de los pueblos cercanos a la cabecera municipal. Adecuar una Ciclopista para conectar las comunidades dentro del municipio con transporte público colectivo de bajo costo.
Cobá	Se requiere una Ciclopista desde y hacia Nuevo Xcan y Tulum. La bicicleta y el triciclo de carga son los medios de transporte de los habitantes que salen a cuidar sus animales, a cortar leña o a cultivar sus parcelas y deben transportar carga e incluso a su familia, y la carretera actual es muy angosta para ser segura. Desde Tulum pues el turismo que visita Tulum se desplaza en bicicleta de forma urbana y principalmente visita los Cenotes entre Tulum y Coba por lo que sería un atractivo turístico poder realizar estos cortos trayectos en una Ciclopista y no a merced de los autobuses y camiones que transitan por esta angosta carretera de doble sentido. Requiere transporte público

Escárcega	colectivo y económico desde y hacia Tulum, Valladolid y nuevo Xcan; actualmente la única opción es de taxis compartidos y no baja de 150 pesos por persona por trayecto. Mejorar la conectividad suburbana de los pueblos cercanos hacia la cabecera municipal. Adecuar una Ciclopista para conectar las comunidades dentro del municipio con transporte público colectivo de bajo costo. Mejorar la pavimentación de los caminos.
F. Carrillo Puerto	Mejorar la conectividad suburbana de los pueblos cercanos hacia la cabecera municipal. Fomentar el uso de la bicicleta de forma urbana, y trazar rutas de cicloturismo hacia los ejidos ecoturísticos del área.
Izamal	Mejorar la conectividad de transporte público a Valladolid y Mérida. Mejorar la pavimentación de los caminos.
Mérida	Ordenamiento de las rutas de transporte colectivo y modernización de las unidades; aumentar las frecuencias y las rutas e incrementar la capacidad; limitar el estacionamiento en la vía pública.
Palenque	Ordenamiento de las rutas de transporte colectivo y modernización de las unidades, especialmente las que dan servicio a la zona arqueológica; aumentar las frecuencias y las rutas suburbanas e incrementar la capacidad de estas.
Playa del Carmen	Ordenamiento de las rutas de transporte colectivo y modernización de las unidades; aumentar las frecuencias y las rutas e incrementar la capacidad; limitar el estacionamiento en la vía pública. Regular el servicio de taxis y limitar el número de vehículos que pueden estar en un sitio de taxis pues ocupan demasiados lugares de estacionamiento que el turismo y los que trabajan en la zona necesitan, además de que cobran tarifas más elevadas que los taxis que recorren la ciudad en busca de pasaje.
Puerto Morelos	Mejorar la pavimentación de calles y caminos.
Tenosique	Mejorar la conectividad desde y hacia Palenque y hacia los municipios vecinos.
Tulum	Mejorar la pavimentación de calles y caminos. Regular la cantidad de taxis en sitios, limitar los espacios de

	estacionamiento en la vía pública, regular la calle de acceso a Boca Paila el tránsito vehicular es una causa constante de accidentes y estrés.
Valladolid	Mejorar la conectividad del transporte público suburbano desde y hacia Nuevo Xcan-Cancún, Cobá-Tulum, Tizimín-Ría Lagartos Tihosuco-Felipe Carrillo Puerto e Izamal-Mérida.

**CUADRO 12.3 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE MANEJO POR LOCALIDAD**

Localidad	Factor crítico para mejorar la capacidad de manejo de la localidad
Bacalar	Triplicar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Cancún	Instalar planta de tratamiento de aguas residuales
Calakmul	Instalar planta de tratamiento de aguas residuales; ampliar la red de agua potable y aumentar la conectividad de las viviendas; optimizar el sitio de disposición final de residuos
Campeche	Instalar plantas de tratamiento de aguas residuales; modernizar el sistema de abastecimiento de agua potable y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Chichen Itzá	Ampliar capacidad de tratamiento de aguas residuales y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Cobá	Ampliar red de drenaje en zonas conurbadas.
Escárcega	Instalar planta de tratamiento de aguas residuales y optimizar el sitio de disposición final de residuos
F. Carrillo puerto	Instalar plantas de tratamiento de aguas residuales y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Izamal	Incrementar volumen de tratamiento de aguas residuales y optimizar el sitio de disposición final de residuos

Mérida	Incrementar volumen de tratamiento de aguas residuales, ampliar la red de drenaje y alcantarillado y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Palenque	Incrementar volumen de tratamiento de aguas residuales, ampliar la conectividad al drenaje y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Playa del Carmen	Instalar planta de tratamiento de aguas residuales, red de drenaje y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Puerto Morelos	Instalar planta de tratamiento de aguas residuales y optimizar el sitio de disposición final de residuos
Tulum	Incrementar volumen de tratamiento de aguas residuales y conexión al drenaje
Tenosique	Incrementar volumen de Tratamiento de Aguas Residuales, ampliar la red de drenaje y alcantarillado y Optimizar el Sitio de Disposición Final de Residuos
Chichén Itzá	Incrementar volumen de Tratamiento de Aguas Residuales, ampliar la conectividad al drenaje y Optimizar el Sitio de Disposición Final de Residuos
Mérida	Instalar Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, red de drenaje y Optimizar el Sitio de Disposición Final de Residuos
	Instalar Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Optimizar el Sitio de Disposición Final de Residuos
Valladolid	Incrementar volumen de Tratamiento de Aguas Residuales y conexión al drenaje
	Instalar Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y Optimizar el Sitio de Disposición Final de Residuos

## ÍNDICE BÁSICO DE CIUDADES PRÓSPERAS.

### ONU HÁBITAT

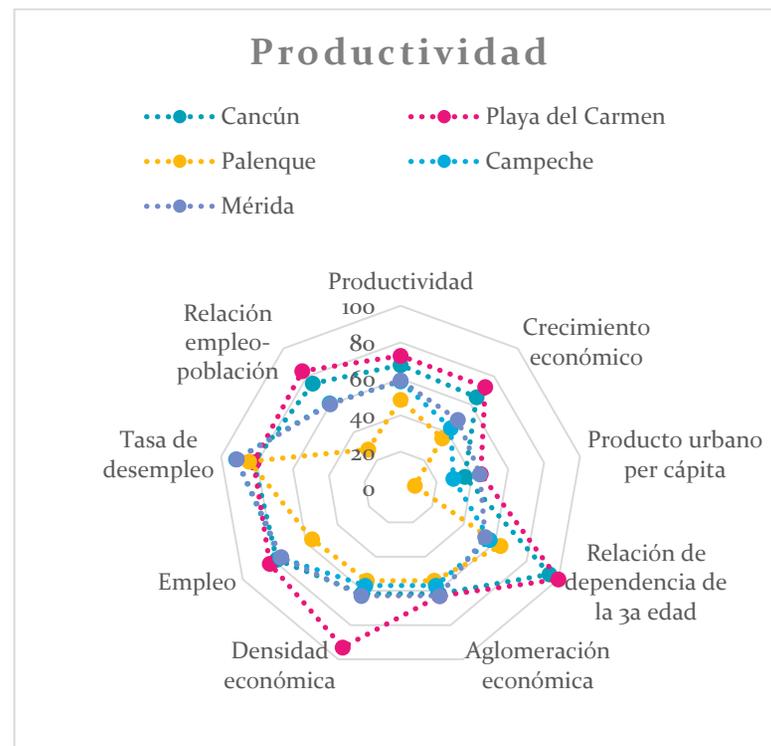
Aunque no se cuenta con el diagnóstico para cada localidad es representativo el diagnóstico que ONU Hábitat presenta de los cinco centros urbanos más importantes de la Península de Yucatán. Este análisis permite evaluar los principales aspectos en los que las principales ciudades de la región están rezagadas, y permiten entender también lo que en las comunidades pequeñas también hace falta, aunque no se haya medido. Resaltado en verde los resultados en los que se debe consolidar las políticas públicas en amarillo las que se deben mejorar y en rojo las que se deben priorizar.

CUADRO 13.1: ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD. CPI ONU HÁBITAT

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	67.58	72.66	48.58	58.71	59.09
Crecimiento económico	65.10	72.37	35.64	43.06	48.96
Producto urbano per cápita	35.76	44.74	7.98	29.54	44.15
Relación de dependencia de la 3a edad	94.45	100.0	63.29	56.57	53.65
Aglomeración económica	61.69	62.95	54.04	56.87	62.82
Densidad económica	61.69	92.95	54.04	56.87	62.82

Empleo	78.42	82.94	56.06	76.19	75.73
Tasa de desempleo	81.91	82.0	84.36	91.64	91.36
Relación empleo-población	74.93	83.9	27.75	60.73	60.11

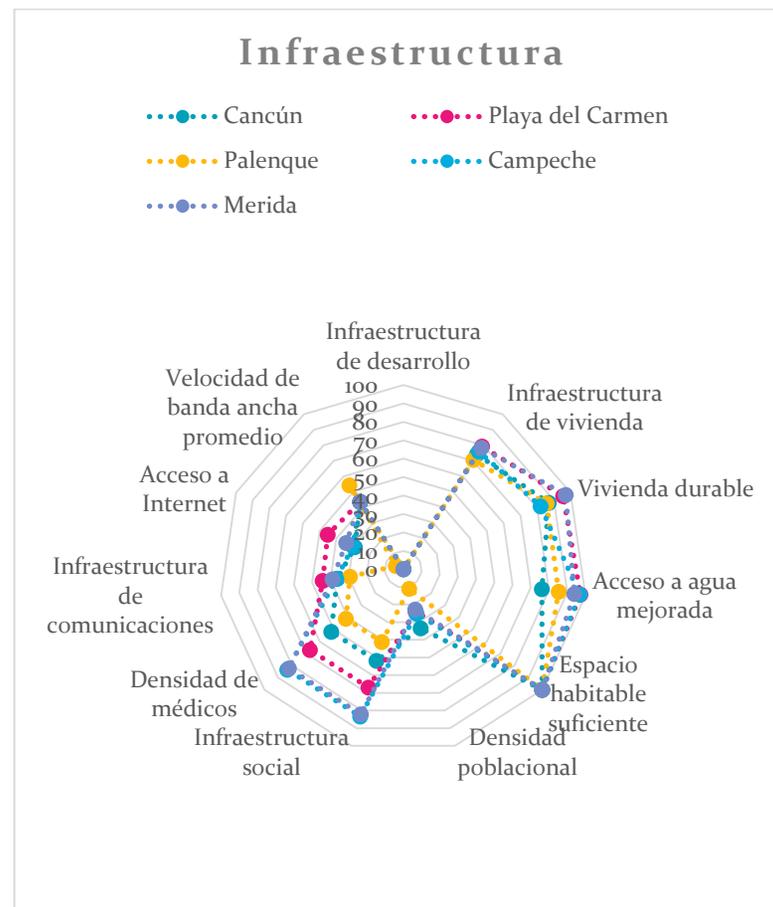
Gráfica 56 Índice de Productividad. CPI. ONU Hábitat 2018



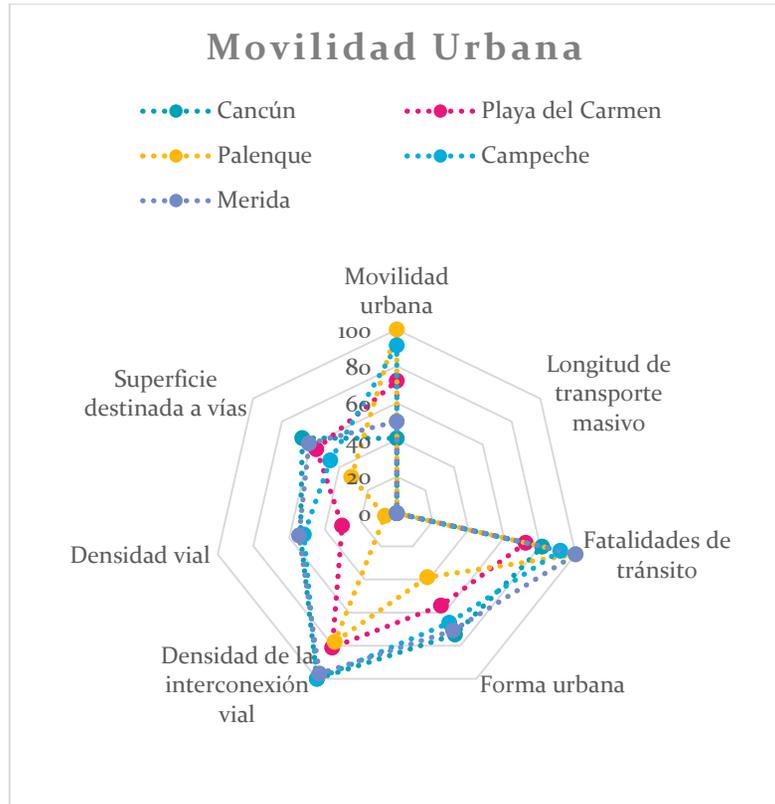
CUADRO 13.2: ÍNDICE DE INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO. CPI ONU HÁBITAT 2018

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO	55.21	63.68	55.92	70.70	61.88
Infraestructura de vivienda	74.12	79.16	70.52	76.03	78.46
Vivienda durable	86.91	95.48	85.75	82.10	97.07
Acceso a agua mejorada	76.16	97.26	85.28	96.83	94.00
Espacio habitable suficiente	100.00	100.0	100.0	100.0	100.0
Densidad poblacional	33.40	23.9	11.07	25.19	22.78
Infraestructura social	51.92	67.07	41.20	83.34	82.19
Densidad de médicos	51.92	67.07	41.20	83.34	82.19
Infraestructura de comunicaciones	36.26	44.35	29.28	36.79	38.82
Acceso a Internet	29.07	45.25	4.47	30.14	34.20
Velocidad de banda ancha promedio	43.44	43.44	54.10	43.44	43.44
MOVILIDAD URBANA	40.66	72.02	100.0	91.33	50.0
Longitud de transporte masivo	0	-	-	-	0
Fatalidades de tránsito	81.31	72.02	100.0	91.33	100.0
Forma urbana	73.12	55.80	38.58	66.0	70.77
Densidad de la interconexión vial	100.00	81.05	77.66	100.0	96.8
Densidad vial	53.74	30.46	6.44	51.81	54.55
Superficie destinada a vías	65.61	55.89	31.62	46.18	60.96
Claves de color: Coconsolidar políticas urbanas		Fortalecer políticas urbanas		Priorizar políticas urbanas	

Gráfica 57 Índice de Infraestructura, CPI. ONU Hábitat 2018



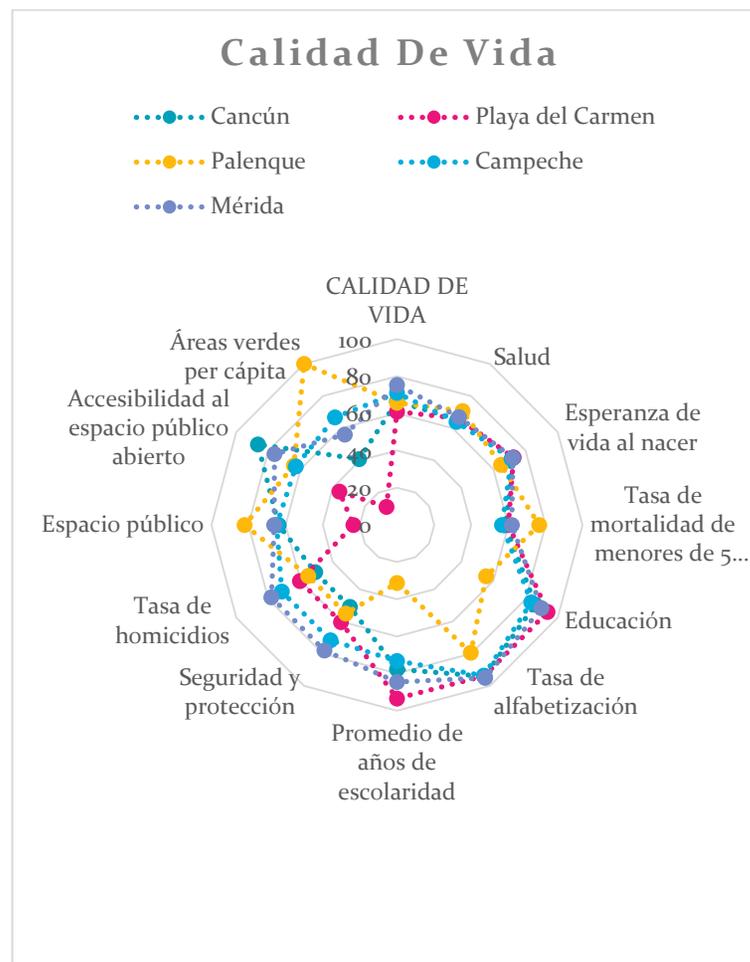
Gráfica 58 Índice de Movilidad Urbana, CPI. ONU Hábitat 2018



CUADRO 13.3 : CALIDAD DE VIDA

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
CALIDAD DE VIDA	66.48	60.95	65.82	70.99	75.26
Salud	65.40	66.20	70.68	63.95	66.97
Esperanza de vida al nacer	72.39	72.39	64.79	71.25	72.09
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	58.41	60.01	76.57	56.64	61.86
Educación	85.96	93.67	55.42	83.49	89.79
Tasa de alfabetización	94.13	93.91	79.48	93.70	95.0
Promedio de años de escolaridad	77.79	93.43	31.36	73.29	84.57
Seguridad y protección	50.88	60.41	55.13	71.69	78.08
Tasa de homicidios	50.88	60.41	55.13	71.69	78.08
Espacio público	63.70	23.51	82.03	64.83	66.18
Accesibilidad al espacio público abierto	86.52	35.75	64.07	62.85	76.15
Áreas verdes per cápita	40.89	11.27	100.0	66.81	56.20
Claves de color:					
Coonsolidar políticas urbanas	■	■ Fortalecer políticas urbanas	■	■ Priorizar urbanas	■ Políticas

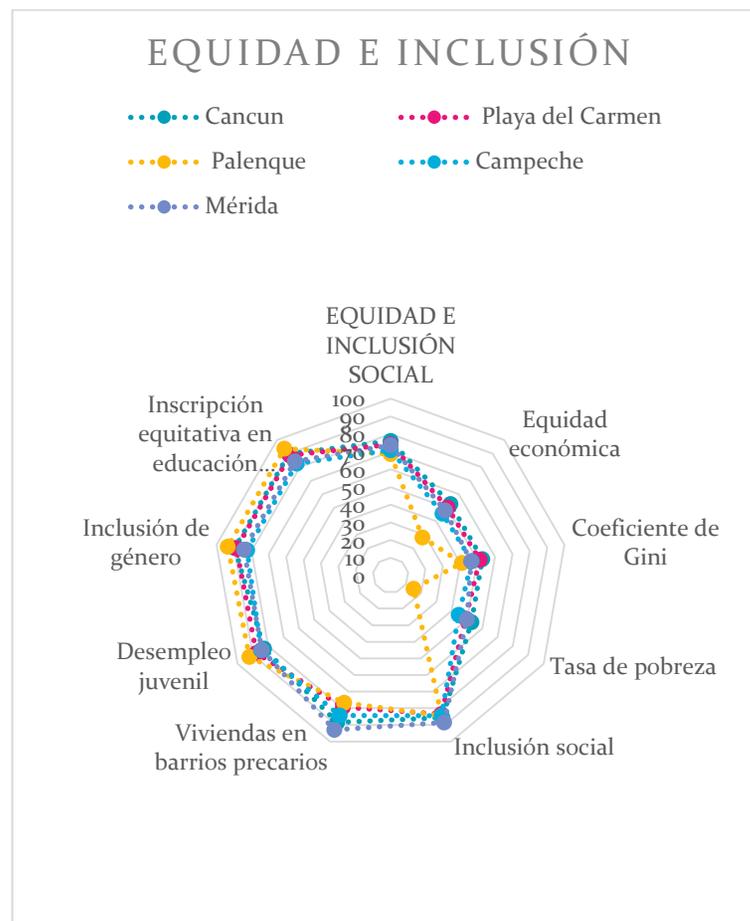
Gráfica 59 Índice de Calidad de Vida, CPI. ONU Hábitat 2018



CUADRO 13.4 : EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
EQUIDAD INCLUSIÓN SOCIAL	76.03	74.12	68.72	70.89	73.69
Equidad económica	52.80	50.15	28.02	45.57	48.08
Coefficiente de Gini	52.75	51.22	41.02	46.69	46.30
Tasa de pobreza	52.84	49.08	15.02	44.45	49.85
Inclusión social	85.72	83.53	84.51	84.53	88.62
Viviendas en barrios precarios	88.55	79.27	76.67	84.34	93.0
Desempleo juvenil	82.89	87.79	92.36	84.73	84.24
Inclusión de género	89.59	88.67	93.64	82.56	84.36
Inscripción equitativa en educación secundaria	89.59	88.67	93.64	82.56	84.36
Claves de color:					
Coconsolidar políticas urbanas		Fortalecer políticas urbanas		Priorizar urbanas	Políticas

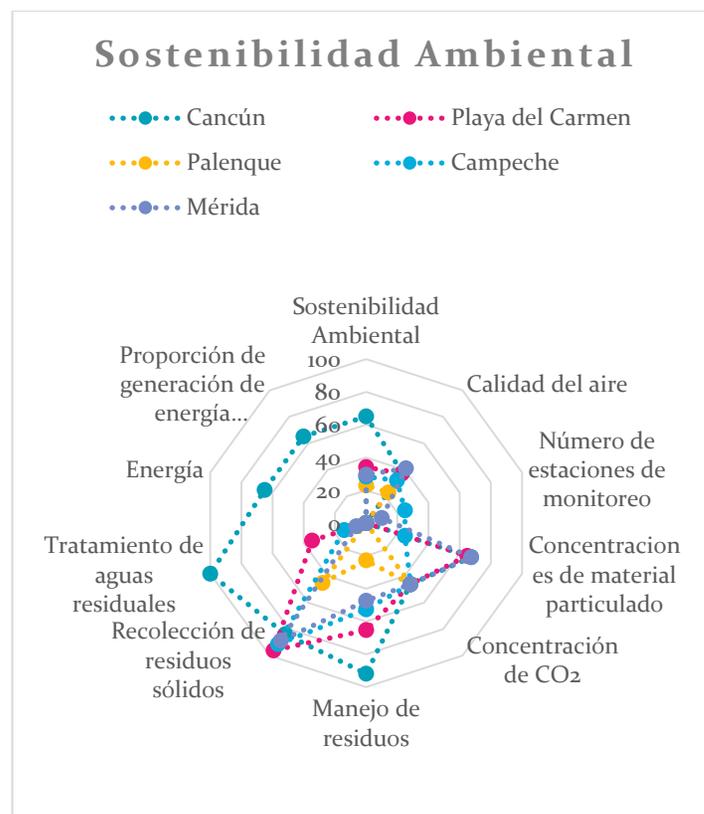
Gráfica 60 Índice de Equidad e Inclusión social. CPI. ONU Hábitat 2018



CUADRO 13.5: SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
<b>SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL</b>	64.97	34.12	22.93	28.23	29.54
Calidad del aire	37.83	37.03	23.04	32.03	41.17
Número de estaciones de monitoreo	0.00	0.0	0	25.00	10.0
Concentraciones de material particulado	67.43	65.0	0.0	25.00	67.43
Concentración de CO2	46.08	46.08	46.08	46.08	46.08
Manejo de residuos	91.93	65.33	22.82	52.68	47.46
Recolección de residuos sólidos	83.87	95.96	45.23	91.34	88.58
Tratamiento de aguas residuales	100.00	34.69	0.42	14.01	6.34
Energía	65.13	0.00	0	0.0	0.0
Proporción de generación de energía renovable	65.13	0.00	0	0.0	0.0
Claves de color:					
Coonsolidar políticas urbanas	■	■ Fortalecer políticas urbanas	■	■ Priorizar urbanas	■ Políticas

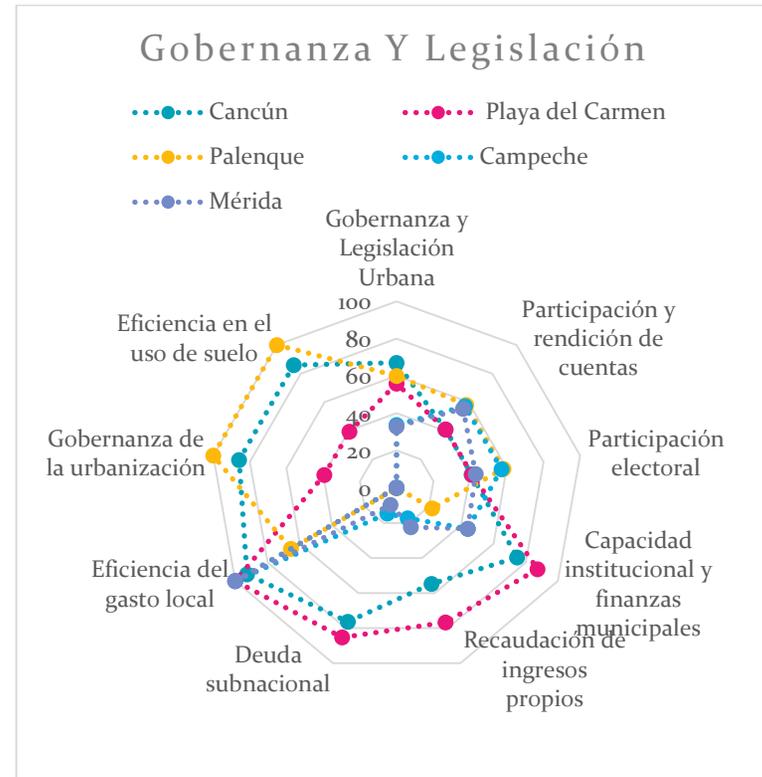
Gráfica 61 Gobernanza y Legislación



CUADRO 13.6 GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA	67.08	55.90	60.04	33.71	32.84
Participación y de rendición de cuentas	40.80	40.96	58.16	57.10	55.44
Participación electoral	40.80	40.96	58.16	57.10	43.07
Capacidad institucional y finanzas municipales	74.60	87.38	21.94	44.04	44.05
Recaudación de ingresos propios	54.73	76.75	0.0	17.42	22.36
Deuda subnacional	76.41	85.38	0.35	14.70	9.78
Eficiencia del gasto local	92.67	100.0	65.48	100.0	100.0
Gobernanza de la urbanización	85.82	39.36	100.0	0	0.0
Eficiencia en el uso de suelo	85.82	39.36	100.0	0	0.0
Claves de color:	Fortalecer políticas urbanas		Priorizar urbanas	Políticas	
Coonsolidar políticas urbanas					

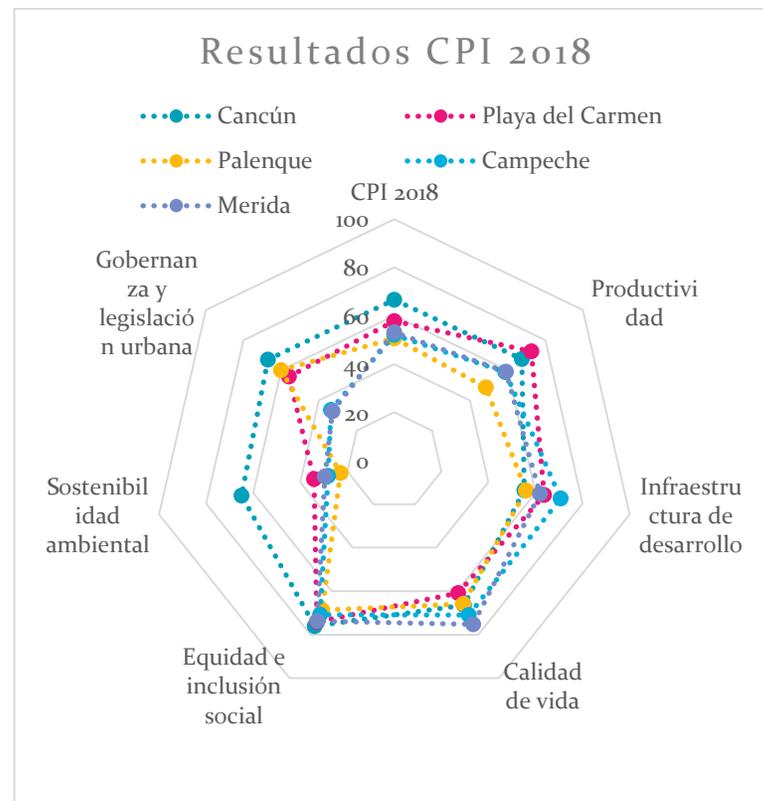
Gráfica 62 Gobernanza y Legislación



CUADRO 13.7 ÍNDICE DE CIUDADES PRÓSPERAS, 2018.

	Cancún	Playa del Carmen	Palenque	Campeche	Mérida
CPI 2018	66.58	57.78	50.67	52.05	53.13
Dimensiones:					
Productividad	67.58	72.66	48.58	58.71	59.09
Infraestructura de desarrollo	55.21	63.68	55.92	70.70	61.88
Calidad de vida	66.48	60.95	65.82	70.99	75.26
Equidad e inclusión social	76.03	74.12	68.72	70.89	73.69
Sostenibilidad ambiental	64.97	34.12	22.93	28.23	29.54
Gobernanza y legislación urbana	67.08	55.90	60.04	33.71	32.84

Gráfica 63 Índice de Ciudades Prósperas 2018. Resultado por localidad



## MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El presente estudio de capacidad de carga turística para las localidades donde se ubicarán las estaciones del tren maya requiere de un análisis integral de la región en que estas estaciones estarán ubicadas. En la actualidad, la capacidad de manejo de las zonas poblacionales es reducida; pues siguen presentando importantes carencias, particularmente en la mitigación del impacto ambiental causado por el ineficiente tratamiento de aguas residuales y la mala gestión de los residuos sólidos urbanos. Esta mala gestión limita el crecimiento de las poblaciones de forma sostenible y ordenada; además de la sobreexplotación de los espacios naturales y los recursos que en éstos se encuentran, han causado un deterioro importante en los ecosistemas de esta región.

El interés por detonar el potencial turístico de esta zona debe atender primero a una serie de amenazas presentes a fin de lograr consolidar estos 16 polos turísticos en armonía y equilibrio con sus alrededores.

## AMENAZAS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS DESTINOS

### CAMBIO CLIMÁTICO

El deterioro ambiental no sólo implica pérdida de biodiversidad, sino también la aceleración de los procesos de desertificación, pérdida de suelos, incapacidad de captación de agua, salinización de suelos por riego inadecuado, pérdida de reservas de agua fósil, intrusión de agua salina en las costas, deterioro o desaparición de lagunas costeras, contaminación creciente y aguda de agua y suelo; en resumen, la salud y funcionalidad de los ecosistemas, y con ello la degradación de los recursos ambientales, básicos para la supervivencia humana. (Boege, 2010, p. 15)

Las alteraciones climáticas están presentes en todo el país, pero la Península de Yucatán es más vulnerable a los cambios; el grado de riesgo por ciclones tropicales aumenta, así como el de las inundaciones. Mientras que el desfase de la temporada de lluvias causa pérdida de cosechas, de semillas, y en zonas puntuales causa sequía, la cual se puede sostener por varios años, como es el caso de Calakmul y la zona norte de Quintana Roo.



*Ilustración 249 Grado de riesgo por inundaciones por municipio © Conabio*

En México, los paisajes naturales y culturales cambian constantemente y las comunidades florísticas en los diversos tipos de vegetación son relativamente pequeñas en cuanto a su extensión, lo que las hace muy vulnerables ante la intervención humana o el cambio climático global. (Boege, 2010)



*Ilustración 250 Duración de la sequía por municipio © Conabio*

45% de los ecosistemas naturales del mundo están severamente impactados y han dejado de ser funcionales, el restante 55% sostiene los servicios ambientales para la vida del planeta y se calcula que para 2025 la cifra anterior será sólo de 30 (Ramos, 2004, en Boege, 2010).

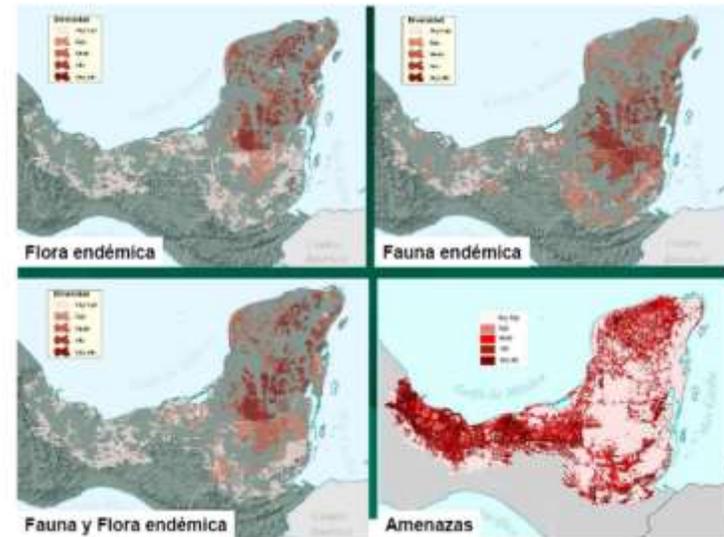
#### PÉRDIDA DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

De acuerdo con el Informe a pérdida de la diversidad biológica asociada con la disminución de la cobertura vegetal natural es uno de los problemas más serios que

enfrenta el país, debido a su importancia como fuente de alimentación y materias primas, su valor social, económico y cultural, así como por la multiplicidad de servicios ambientales que aporta.

Ante este panorama, que el país comparte globalmente con otras naciones, el concepto y práctica de la conservación ecológica constituye en la actualidad una de las vertientes de mayor importancia en el quehacer de los sectores: público, social, privado, académico y científico.

Mantener y restaurar la diversidad biológica de los bosques promueve su capacidad de recuperación ante las presiones antropogénicas (Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. and Mosseler, A. 2009. Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal. Technical Series no. 43; citados por Rojas y Ríos 2012 p.131).



*Ilustración 251 © Plan Eco-Regional de las Selvas Maya Zoque y Olmeca*

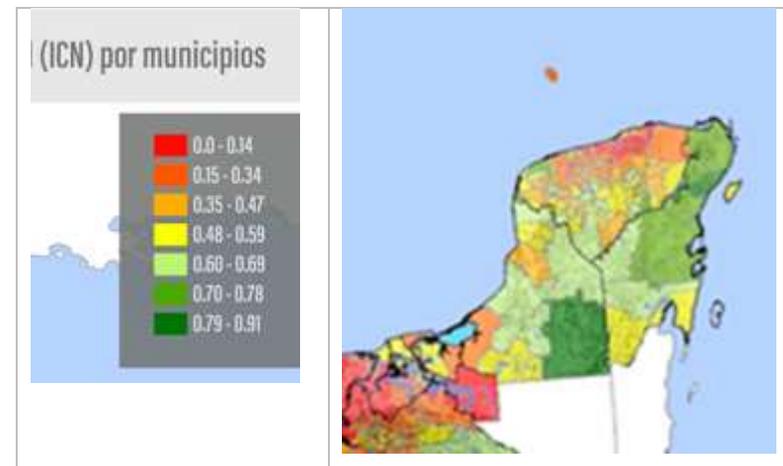
Disminución del Capital Natural.

Las actividades antropogénicas, es decir, las actividades humanas, principalmente la agricultura y la ganadería industrial degradan los ecosistemas en los que se desarrollan.



*Ilustración 252 Índice de Impacto Antropogénico por Municipio. © Conabio*

En la Península de Yucatán sólo Calakmul conserva su capital natural original, seguido en calidad por la parte ecoturística de Quintana Roo. La protección que se ha brindado a esa zona demuestra una notable conservación de la riqueza natural en comparación con el resto del territorio peninsular. Así como también se puede apreciar cómo las prácticas de turismo de naturaleza han preservado el interior de Quintana Roo.



*Ilustración 253 Índice de Capital Natural Sureste Mexicano © Conabio*

#### PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

Según Rzedowski, (2006) los métodos de destrucción y perturbación de la vegetación han sido diversos, algunos de ellos de impacto directo y otros indirectos. Entre los primeros, menciona el desmonte, el sobrepastoreo, la tala desmedida, los incendios y la explotación selectiva de algunas especies útiles. Los segundos, los relaciona con la modificación o eliminación del ambiente ecológico necesario para el desarrollo de una determinada comunidad biótica, causando su desaparición automática; como consecuencia de la erosión, el cambio de las características del suelo, las

modificaciones del régimen hídrico de la localidad, el clima y la contaminación del aire y del agua.

Debido al régimen climático de México, en casi todos los ríos existe una diferencia notable del volumen de agua que llevan entre la época lluviosa y la época seca del año. Las obras de retención del agua y su uso para irrigación a menudo acentúan todavía más estas variaciones, de tal manera que muchos ríos originalmente permanentes, ahora se han vuelto intermitentes, al menos en algunos tramos de su recorrido. En amplias zonas la destrucción de la vegetación natural y la erosión activa del suelo, al aumentar el escurrimiento superficial y disminuir la infiltración del agua de la lluvia, contribuyen también al mismo fenómeno. (Rzedowski2006 p. 31)

Redzowsky también señala que la falta de organización y de previsión en la explotación forestal causan la pérdida, a menudo difícilmente reparable, de vastas superficies boscosas en virtud de la tala desmedida y del desinterés por preservar el recurso; ya que, debido a la misma falta de organización, el campesino, al no encontrar la forma costeable de aprovechar el bosque prefiere convertirlo en terreno de pastoreo o de cultivo, aun cuando el rendimiento

así obtenido sea exiguo y la erosión afecte con rapidez el suelo. (Rzedowski2006 p60)

La construcción de las vías de comunicación, principalmente de carreteras, resulta ser, en general, de funestas consecuencias para la vegetación, pues, como lo ha demostrado la experiencia, desaparecen rápidamente los bosques a su derredor por tala, desmontes y fuego. (Rzedowski, 2006 p61) La acción del fuego, casi siempre es provocado de manera intencional en la época seca del año con el fin de estimular el retoño de brotes de gramíneas para la alimentación del ganado que pastorea en los bosques. Estos incendios son responsables de cambios en la composición del bosque en todos sus estratos, incluyendo el dominante, y llega a destruirlo por completo para dar paso a vegetación secundaria que se mantiene indefinidamente debido al pastoreo, a los incendios o a la acción conjunta de ambos factores. Los incendios no se propagan fácilmente en el bosque tropical perennifolio, propio de esta zona climática, pero el fuego se usa en forma rutinaria como instrumento auxiliar en los desmontes y también para impedir que las plantas leñosas invadan los pastizales. (Rzedowski, 2006 p.63)

La vegetación acuática y subacuática se ha deteriorado debido a las actividades humanas; aunado a la desecación intencional de lagos y de ciénegas, la desecación de manantiales debida a la reducida capacidad de penetración del agua en el suelo, la conversión de corrientes de agua permanentes en intermitentes, el uso de grandes volúmenes de líquido para riego y consumo humano, la regulación y entubamiento de cauces de ríos y arroyos, etc. Todas estas actividades reducen o suprimen los hábitats naturales de plantas acuáticas y subacuáticas, que desaparecen irremediablemente. Otro factor decisivo es la contaminación generada por los escurrimientos que provienen de los sistemas de drenaje, así como de industrias que descargan sus desechos en las corrientes y en los depósitos de agua. Una gran proporción de organismos acuáticos es muy sensible a estas impurezas y no sobrevive a pequeños cambios químicos o fisicoquímicos del medio acuoso. (Rzedowski, 2006 p.65)

Esta eliminación de especies y comunidades es la consecuencia de mayor alcance del impacto de las actividades humanas y de no encontrarse límites adecuados para estas acciones, muchos de los cambios podrían

volverse completamente irreversibles y repercutir negativamente en la futura economía y en el desarrollo mismo de la sociedad humana (Rzedowski, 2006 p.65)

---

#### PÉRDIDA DE HÁBITAT.

Las poblaciones de algunas especies se han visto reducidas a unos cuantos cientos de individuos como resultado de una serie de presiones entre las que se cuentan el cambio de uso de suelo, fragmentación de hábitats y ecosistemas, especies invasoras, sobreexplotación de recursos naturales y contaminación.

El Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER), el cual reconoce que la continuidad de estas especies depende en gran medida de la existencia de Áreas Naturales Protegidas (ANP) manejadas de manera efectiva en lo que queda de sus áreas de distribución natural. En su esquema actual, sin embargo, el sistema de ANP excluye hábitats críticos para estas especies en peligro; las ANP son demasiado pequeñas para sostener a las poblaciones de algunas de las especies en riesgo, que se mueven entre ANP y hábitats sin protección, lo que significa que es necesario asegurar corredores y áreas de dispersión

estacional, así como fortalecer el manejo de las amenazas.  
 (Conabio, s/f)

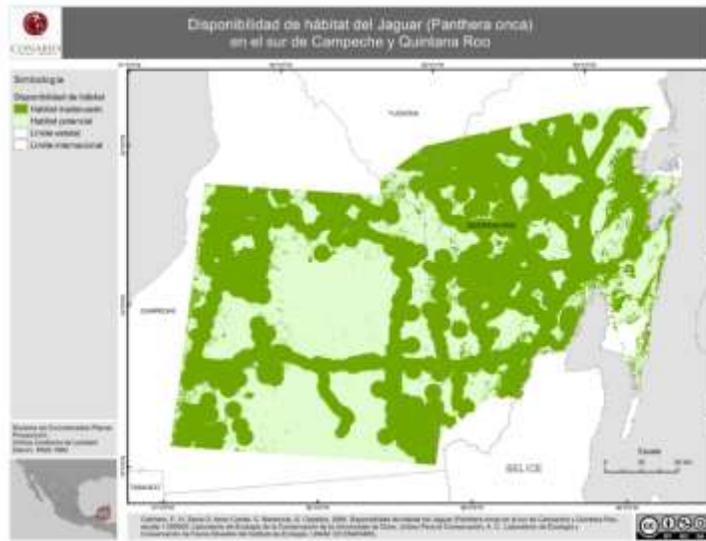


Ilustración 254 Hábitat del Jaguar Sur de Campeche y Quintana Roo © Conabio

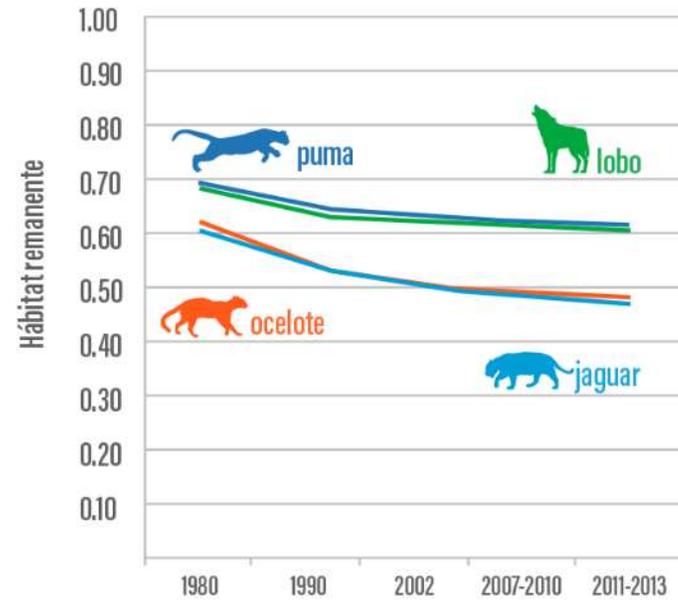


Ilustración 255 Pérdida de Hábitat por especie parte 1 © Conabio

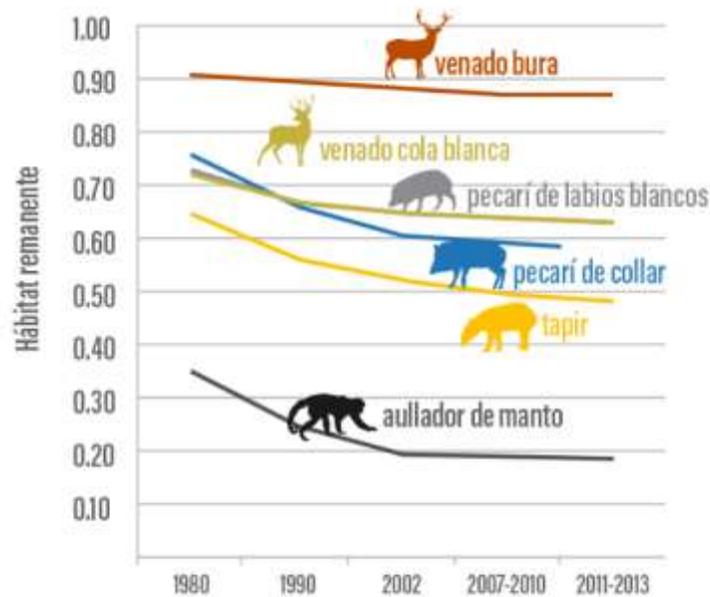


Ilustración 256 Pérdida de Hábitat por especie, parte 2. © Conabio

La pérdida de hábitat por actividades agropecuarias, la cacería indiscriminada, por considerársele una amenaza al ganado, y la escases de sus presas son los principales factores de riesgo para el jaguar. La incidencia de enfermedades en la fauna silvestre resultado de la introducción de especies domésticas también puede tener efectos devastadores en las poblaciones. En el Ejido Caoba, Quintana Roo, se detectaron anticuerpos de enfermedades

trasmitidas por animales domésticos tales como parvovirus canino / panleucopenia felina, toxoplasmosis y dirofilaria (gusano felino del corazón) (Conabio, 2011)<sup>xlvi</sup>

El hábitat continúa amenazado en las regiones donde se conocen poblaciones de jaguar, principalmente porque cientos de hectáreas son destruidas o fragmentadas anualmente en el territorio mexicano debido a las actividades agropecuarias. (Conabio, 2011)

Para estos felinos, las principales amenazas son la pérdida y fragmentación del hábitat debido al desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas, obras de infraestructura pública (tendidos eléctricos, presas, carreteras, asentamientos humanos irregulares, infraestructura turística, etc.). También es importante la cacería furtiva sobre la especie y sobre sus presas lo que fomenta, debido a la falta de disponibilidad de alimento, que a la larga este felino se aproxime a las granjas en busca de alimento, ocasionando daños y dando origen a conflictos con los humanos. De manera oportunista se le caza por su piel. Además, la mortalidad por colisiones con vehículos en carreteras pavimentadas es una problemática en aumento en algunos sitios. (Semarnat, 2018)

A pesar de que se reconoce como especie clave ecológicamente hablando y de tener una gran importancia cultural, sin embargo, las poblaciones de Jaguar han declinado en toda su área de distribución y en México especialmente en los últimos 40 años como consecuencia de la pérdida de hábitat, la apertura de campos agrícolas y ganaderos y a la cacería ilegal (Nowell y Jackson, 1996). (PACE Jaguar, 2009)<sup>xlvii</sup>

En la península de Yucatán es necesario mitigar, detener y revertir los efectos adversos que ocasionan sobre los mamíferos terrestres y sus hábitats, actividades como la deforestación, la tala ilícita, los cambios de uso de suelo y los desarrollos de infraestructura sin autorización, así como la ocupación de la zona federal marítimo-terrestre sin concesión, el comercio ilegal de vida silvestre, entre otras. Es indispensable contribuir en la elaboración de políticas públicas, aplicar la información científica con la que ya se cuenta y subsanar el vacío de información existente en regiones de alta prioridad para la conservación y protección biológica, sin importar si están o no protegidas, o si representan sistemas naturales o inducidos. En el corto, mediano y largo plazos, los mastozoólogos deben ser piezas

fundamentales para lograrlo. (Sosa-Escalante et al.- 2013 p. 11)

La introducción de mamíferos exóticos tales como el ganado bovino (*Bos taurus*), los caballos (*Equus equus*), los cerdos (*Sus scrofa*) y los perros (*Canis familiaris*) en las áreas de distribución del tapir, ha representado un factor importante en la fragmentación y deterioro de los bosques tropicales nativos, que representan el hábitat principal de esta especie en el sureste de México. Asimismo, las especies exóticas representan un factor de estrés y competencia por espacio y alimento, y son transmisores potenciales de enfermedades y parásitos de las poblaciones de tapires (Romero et al. 2008).



*Ilustración 257 Mico de Noche o Kinkayú (Potos Flavus) ®*

---

#### CACERÍA DE VENADO

En las comunidades indígenas el medio esencial para la obtención de carne de monte con fines de alimentación es a través de la cacería de subsistencia; se practican dos tipos de cacería, la oportunista y la planificada. La cacería oportunista es también referida como *Ximba ts'on* (en maya yucateco), sorpresa o de excursión (Mandujano y Rico, 1991; Ojasti, 2000; Montiel y Arias, 2008, citados por Retana-Guiascón y Padilla-Paz, 2018:287). Los mayas yucatecos actuales obtienen la mayoría de las presas faunísticas en las milpas y en los horticultivos adyacentes a los asentamientos, así como en los parches de vegetación secundaria que se forman como resultado del sistema rotativo de la roza, tumba y quema. La cacería planificada usualmente se realiza por la tarde o al amanecer y se programa en un área en donde se ha detectado previamente algún rastro, echadero o huellas de venado. (Barrera y Toledo, 2005, citados por Retana-Guiascón & Padilla-Paz, 2018: 287)

El venado cola blanca enfrenta una notable disminución de sus áreas de distribución y con esto una reducción en sus poblaciones, perdiéndose poblaciones locales. Esto es

causado principalmente por la caza furtiva y la fragmentación de su hábitat, derivado de las actividades antrópicas como la ganadería, la agricultura y los asentamientos humanos; así como el aprovechamiento cinegético que no considere el comportamiento reproductivo de cada subespecie en su calendarización. (Mandujano, 2004, en Semarnat 2014)

El venado es una especie clave en la ecología del ecosistema, tiene un importante rol como herbívoro y como presa; participa en la dispersión de semillas, modifica la fisonomía de los bosques y montañas que habita y su presencia o abundancia como presa puede determinar la presencia y abundancia de sus depredadores, claves en el mantenimiento del equilibrio ecológico (Galindo-Leal y Weber, 1998, en Semarnat, 2014)

---

#### CACERÍA DE PECARÍ

La conservación del Pecarí de Labios Blancos representa un reto debido a su requerimiento de grandes extensiones de hábitat y a que tiene una tasa reproductiva moderada, su comportamiento social la hace muy visible y vulnerable a la cacería. Se han registrado casos donde grupos enteros han sido exterminados en pocos días por grupos de cazadores

(Pérez 1996; Reyna-Hurtado et al. 2010, en PACE Pecarí, Semarnat-Conanp, 2018).

La práctica de la cacería deportiva sobre esta especie es una opción a futuro. Sin embargo las condiciones actuales de desconocimiento de los niveles poblacionales así como su precaria situación en México y Centroamérica hacen de la cacería deportiva un factor detrimental. Hernández, Moreira y Reyna, (2016) señalan que, para implementar la cacería deportiva en un ejido se debe tener en cuenta, aparte del estatus de la población, la cacería de subsistencia (¿Cuántos animales son extraídos anualmente para consumo propio por parte de los pobladores?) y las estimaciones poblacionales de donde se obtienen las tasas de aprovechamiento de un área que incluya los ámbitos hogareños de al menos dos o tres grupos.

La tasa de aprovechamiento no debe ser obtenida a partir de un solo grupo como ha ocurrido en el estado de Campeche, donde de un grupo de 29 individuos que anteriormente había sufrido pérdidas por cacería de subsistencia de 20 animales, se extrajeron 7 individuos por cazadores deportivos legalmente autorizados,

prácticamente condenando a la desaparición a los dos animales restantes. (Hernández, Moreira y Reyna, 2016.)

El tamaño de los grupos debe ser un factor para considerar en aquellos casos en que se permita la cacería del pecarí de labios blancos para los cuales no se recomienda extraer anualmente más de un 10 por ciento de individuos de cada grupo (Hernández, Moreira y Reyna, 2016).

---

#### AFECTACIONES EN EL VOLCÁN DE LOS MURCIÉLAGOS

De acuerdo con el reporte Conabio BJ002, se determinó que los visitantes tiran basura tanto alrededor de la cueva como en el sendero de acceso, en la carretera federal y el espacio que se usa actualmente como estacionamiento; principalmente botellas de plástico y contenedores de aluminio de bebidas hidratantes y cerveza, envolturas de galletas y frituras en general. (Conabio BJ002:20)

Las personas causan pequeños derrumbes en los márgenes de las paredes superiores de la cueva, los cuales han provocado derrumbes mayores. Esta erosión también es provocada por actos como el aporreando del suelo con los zapatos y el desentierro y lanzamiento de piedras hacia la cueva, para hacer salir a los murciélagos.

La tala de arbustos y árboles en los márgenes de la cueva con la finalidad de obtener fotografías o filmación provoca el secado del tallo restante y sus raíces, lo que aumenta la erosión del margen superior de la cueva. (Conabio BJ002:20)

El uso de lámparas y cámaras con flash es común entre los visitantes a la cueva. Una de las especies (*N. laticaudatus*) es atraída por la luz y muchos individuos suelen caer al suelo muy cerca de las personas. Muchos visitantes reaccionan sacudiendo con violencia los murciélagos, lo cual pone en riesgo el bienestar y la vida de estos, particularmente en la temporada de reproducción y preñez. La atracción de los murciélagos hacia las personas, causada por la luz, ocasiona también la muerte de individuos pisados involuntariamente.

Las visitas a la cueva se realizan sin contemplar medidas de seguridad para el visitante. Dentro de los grupos se han incluido a niños menores a seis años y bebés. Las personas avistan la salida de los murciélagos sin manga larga y sin cubre bocas o protección para las vías respiratorias, a pesar del fuerte olor a amoníaco y la presencia de ácaros e histoplasma en la cueva; la cual provoca una enfermedad

grave que puede causar la muerte. Ninguno de los grupos que visitó la cueva portó botiquín de primeros auxilios, ni suero anti viperino, dada la presencia de serpientes venenosas como la cascabel y la nauyaca. (Conabio BJ002:20)Aves en peligro de Extinción

El Programa de Acción para la Conservación de la Especie Guacamaya Roja señala que los psitácidos (pericos y guacamayas) tienen un alto porcentaje de especies amenazadas, mundialmente hay cerca de 90 especies en riesgo de extinción. La situación es crítica en la región neotropical (Sudamérica y el Caribe), donde casi el 31% de las especies de psitácidos está en riesgo de extinción global (Collar y Juniper, 1992). México tiene 24 especies y subespecies de psitácidos de las cuales 7 son endémicas del país. Todas las especies, excepto 2, se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001: 13 especies en peligro de extinción, 5 amenazadas y 4 en protección especial. (DOF, 2008a).

En adición, 20 especies están considerados amenazados a nivel internacional en la lista roja del UICN (IUCN, 2009, Semarnat, 2009c). Estas especies incluyen a los pericos guacamayas más atractivos, que además se localizan en

hábitats severamente presionados o impactados en México (Grajal, 2000 en Semarnat, 2009c).

Las principales amenazas para la guacamaya roja son: la acelerada destrucción del bosque tropical perennifolio que ha ocasionado la extirpación de la especie en la mayoría de su rango de distribución en México (SEMARNAPINE, 2000; Snyder et al., 2000; Renton et al., 2003 en Semarnat, 2009c). El bosque tropical perennifolio presenta la más alta tasa de deforestación en México (Maser et al., 1996), y se estima que en la actualidad no existe más del 10% de la superficie original de este tipo de vegetación (Semarnat 2009c).

La guacamaya roja es altamente cotizada por su rareza y belleza, lo que impulsa la captura y tráfico ilegal de la especie, a pesar de la declinación en sus poblaciones (Renton, 2000 en Semarnat 2009c). En casi toda su área de distribución uno de los problemas más graves al que se enfrenta esta especie es al robo de nidos para apropiación como mascota, para su venta local o para un tráfico más global.

dentro de la ruta de extracción y venta, pueden ser asegurados precautoriamente ejemplares, por parte de la

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), y que mediante un trámite jurídico-administrativo que puede durar hasta un año o más se determina el destino final de estos ejemplares, siendo muy bajo el porcentaje de ejemplares que sobrevive, menor aún el porcentaje de ejemplares que reciben rehabilitación y posterior liberación en sus lugares de origen, dado que no siempre se descubre la localidad de extracción. Esto es un enorme problema ya que en la aplicación de la ley, no se garantiza la sobrevivencia de los ejemplares extraídos de nidos, dado que este proceso es demasiado largo. (Semarnat, 2012a)

De acuerdo con la ubicación donde se han realizado los aseguramientos precautorios, se observó que son los estados del noroeste, donde se extraen, acopian y transportan los ejemplares en etapas juveniles y pollos, siendo estos estados: Sinaloa, Jalisco y Nayarit. Aunque las rutas de comercialización son Guadalajara, Guanajuato, Distrito Federal, Quintana Roo y Aguascalientes, además de Nuevo León y Baja California para su comercialización en los Estados Unidos de América. (Semarnat, 2012a)

La principal amenaza del loro cabeza amarilla y del loro nuca amarilla ha sido la captura de pollos y adultos para el

comercio ilegal a Estados Unidos. El Loro Nuca Amarilla fue la especie más decomisada a lo largo de la frontera entre Estados Unidos y México. (Semarnat, 2012b) La segunda amenaza es la pérdida y fragmentación del hábitat. Se estima que quedan sólo 73,984 km<sup>2</sup> de hábitat disponible en el área de distribución del loro cabeza amarilla, de los cuales sólo 20,138 km<sup>2</sup> corresponden al hábitat óptimo para la reproducción de la especie (SARH, 1994; Macías Caballero e Íñigo Elías, 2003 en Semarnat 2012b). Para el caso del loro nuca amarilla, la zona costera de Chiapas ha sido fuertemente impactada con amplias áreas cubiertas por plantaciones de café y otros cultivos. Sólo se mantienen 11,600 km<sup>2</sup> de hábitat disponible para el loro nuca amarilla en los estados de Oaxaca y Chiapas (SARH, 1994). De esto, el 76 por ciento consiste en hábitat perturbado o fragmentado, existiendo solo mil 488 kilómetros cuadrados de hábitat óptimo de bosques deciduos y semideciduos (SARH, 1994; en Semarnat 2012b).

Las poblaciones del Halcón Aplomado en la costa del Golfo de México en Veracruz, Tabasco y Chiapas están asociadas a la continua modificación de hábitats debido a las actividades agrícolas (campos de caña de azúcar) y

ganaderas (creación y habilitación de praderas) tanto en vegetación primaria (bosques tropicales) como en vegetación secundaria, por lo que, la viabilidad de la especie en esta región se encuentra aparentemente asegurada. La población de Halcón Aplomado en Chihuahua ha experimentado una disminución poblacional del 18.52% anual desde el año 2000, la cual, ha colocado a la especie casi al borde de la desaparición en la región (Macías-Duarte et al., 2016). Esta disminución poblacional se debe a la pérdida de hábitat de reproducción por el aumento de zonas agrícolas en la región, así como a la disminución en la capacidad de la población de ocupar territorios disponibles (Macías-Duarte et al., 2009; Pool et al., 2014; Semarnat, 2018k). El Halcón Aplomado en Chihuahua se enfrenta a numerosas amenazas, incluyendo el deterioro de su hábitat, el pastoreo excesivo, la invasión de plantas arbustivas en los pastizales, la destrucción de estructuras naturales para la construcción de nidos o el ahogamiento de halcones en pilas de agua para el ganado (Macías-Duarte et al., 2004). El cambio de uso de suelo de pastizales desérticos en tierras de cultivo en Chihuahua, iniciada en 2005, destruyó gran parte de los territorios de reproducción de Halcón Aplomado conocidos (Macías-Duarte et al., 2009; Pool et al., 2014).

Estos factores, aunado a la sequía persistente en la región y sus consecuencias en la abundancia de presas, conducirán a la desaparición del Halcón Aplomado de Chihuahua en las próximas décadas (Macías-Duarte et al., 2016 en Semarnat 2019k).

Las principales amenazas para la población de la costa del Golfo de México son la pérdida de árboles grandes como sitios de anidación; el uso de pesticidas en campos de caña de azúcar y huertas frutales (p. ej. mango y papaya), raticidas y herbicidas (Gramoxone®); los eventos meteorológicos extremos (ciclones y huracanes) y la captura de crías e individuos juveniles para cetrería. (Semarnat 2019k).

---

#### DECLIVE EN LA POBLACIÓN DE TORTUGAS

Las principales amenazas para la tortuga en el ámbito mundial incluyen: el saqueo de huevos; la captura en áreas de alimentación, la muerte por actividades de pesca por captura incidental, pérdida del hábitat de anidación y de alimentación, y enfermedades (Seminoff, 2004). En México, las principales amenazas de la tortuga verde son:

- Captura de ejemplares y saqueo de huevo

- Depredación por fauna nativa e introducida
- Captura incidental
- Modificación del hábitat y fenómenos naturales
- Contaminación por petróleo
- Actividad humana en las zonas de anidación
- Enfermedades
- Grado de Vulnerabilidad (fecundidad, longevidad, Baja tasa intrínseca de crecimiento poblacional, Maduración sexual tardía, además, su género sexual es dependiente de la temperatura en la que se encuentren los nidos) (Conanp, 2018)

Para tortuga carey, las principales amenazas son:

- Cambios en la morfología de la playa (erosión y construcciones)
- Infraestructura turística (iluminación artificial y obstáculos)
- Uso recreativo de playas (fogatas y usar vehículos motorizados)
- Extracción de arena (Minería)

- Barreras físicas (geotubos, escolleras, espigones)
- Residuos sólidos (por acarreo y clandestinos)
- Cambios en patrones de tormentas y huracanes
- Tala de vegetación de duna
- Incendios accidentales de vegetación de duna
- Urbanización
- Extracción ilegal de especies vegetales de duna
- Acceso a las playas de anidación
- Captura dirigida
- Ingesta de residuos sólidos
- Malas prácticas pesqueras
- Transito marítimo
- Desechos de equipo y material de pesca en la zona costera marina
- Extracción de huevos
- Enfermedades y parásitos
- Relleno de playas
- Contaminación química

- Prospecciones Sísmicas
- Falta de información biológica y ecológica básica. (Semarnat, 2018)

Las Tortugas Caguamas son capturadas incidentalmente por aguas hawaianas durante su migración. En 1990 se implementó la veda permanente para todas las especies de tortugas marinas en México. Sin embargo, la explotación y venta de sus productos continuaron como prácticas comunes hasta el inicio de la década de 1990 en la Península de Yucatán (Frazier, 1993b). El saqueo y mercado negro de huevos de tortuga se presenta en muchas de las playas del país que no tienen programas establecidos de protección.

El mayor número de nidadas saqueadas de Tortuga Caguama en Quintana Roo está en el litoral central, que coincide con la mayor abundancia de anidaciones en el área. El mayor número de nidos saqueados se registran en playas que están dentro de algún ANP, como la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Parque Nacional Tulum y Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, debido al poco personal para la vigilancia (Salazar-Vallejo et al., 1992, en Semarnat-Conanp 2018c p.23).

---

#### PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT DE ANIDACIÓN POR ACTIVIDAD HUMANA

El PACE de la Tortuga Caguama resalta que el desarrollo económico en la zona costera de Quintana Roo no tiene paralelo en México. El deterioro por la inadecuada planificación está ocasionando cambios de gran magnitud, aunque todavía no son evidentes todos sus efectos (Salazar-Vallejo et al., 1992). En las playas de Chanyuyu y Fátima, en el complejo turístico de Puerto Aventuras, ya no se han registrado anidaciones de Tortuga Caguama debido a que construyeron una escollera, nivelaron la duna mezclando arena de la playa con material calcáreo y por el efecto de la iluminación artificial de los hoteles por el desarrollo turístico (Zurita et al., 1993).

La playa de mayor importancia para la Tortuga Caguama es Aventuras DIF, donde, en 1989 se extrajo arena hasta dejar solamente una porción de la duna, y en 1999 se construyó un complejo turístico e instalaron geotubos frente a la playa para contener la erosión. Estas estructuras ocasionaron variación en el número de anidaciones por zonas en la playa (Herrera, 2006). Asimismo, se tiene la amenaza de futuros desarrollos turísticos en las playas de Chemuyil y Xel-Há, que colindan con el Santuario de la Tortuga Marina X'Caclit-

X'Caclit. Este Santuario tiene 2.5 km de longitud por 100 m de ancho, y ecológicamente es muy vulnerable. (Semarnat-Conanp, 2018c p.24)

La erosión de las playas puede limitar la disponibilidad de áreas para la anidación y destruir completamente las nidadas. La erosión puede verse acelerada por la actividad humana a través de los desarrollos y actividades en la costa. (Castañeda, 1994 en Semarnat-Conanp 2018c p. 25)

---

#### ESPECIES INVASORAS

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad señala que el comercio, las actividades turísticas y el incremento en la frecuencia de los medios de transporte, han sido fundamentales en multiplicar las oportunidades para que las especies foráneas se dispersen y establezcan. Los impactos socioeconómicos de las invasiones biológicas son enormes, tanto en términos ecológicos como económicos. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de poblaciones y especies y la degradación de los ecosistemas. Entre los costos socioeconómicos se encuentran el impacto directo a la agricultura, silvicultura, pesca y turismo.

Al ser introducidos a un nuevo medio, los organismos carecen de las medidas de control de su área de distribución natural; como depredadores, condiciones específicas del ambiente y competencia por los recursos; que mantienen a las poblaciones dentro de ciertos niveles de equilibrio en los ecosistemas donde han evolucionado de manera natural por largos periodos de tiempo.



Ilustración 258 Ejemplo de Especie Invasora. © Jorge Calofre/ El Universal.

### BLANQUEAMIENTO DE CORALES

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad establece que los arrecifes son afectados por la extracción o sobreexplotación de material coralino y de otros organismos que conforman el arrecife, principalmente el coral negro (*Antipathes sp.*), peces, anémonas, y otros invertebrados como animales de acuarios; la construcción de infraestructuras como puertos, marinas y diques para la navegación, la extracción de material para construcción (arena y piedra caliza) y dragado de puertos y canales; las actividades turísticas no reguladas o controladas; la contaminación de pesticidas, fertilizantes y basura, proveniente de zonas agrícolas y urbanas, junto con la sedimentación resultado de la erosión de zonas con un mal manejo forestal. El sedimento junto con la basura y los pesticidas sofocan a los pequeños pólipos de coral causando su muerte.

El aumento de temperatura en el mar resulta en el “blanqueamiento” de los corales. Este fenómeno sucede cuando las algas simbiotas mueren o son expulsadas de los pólipos debido a un aumento brusco de temperatura, a la radiación solar, alta concentración de sedimentos, nutrientes

y a diferentes enfermedades. Los blanqueamientos de coral han aumentado. En los últimos 30 años se tienen registrado varios eventos drásticos de este fenómeno (1983, 1987, 1991, 1998, 2002 y 2005). (Conabio, s/f)<sup>xlviii</sup>

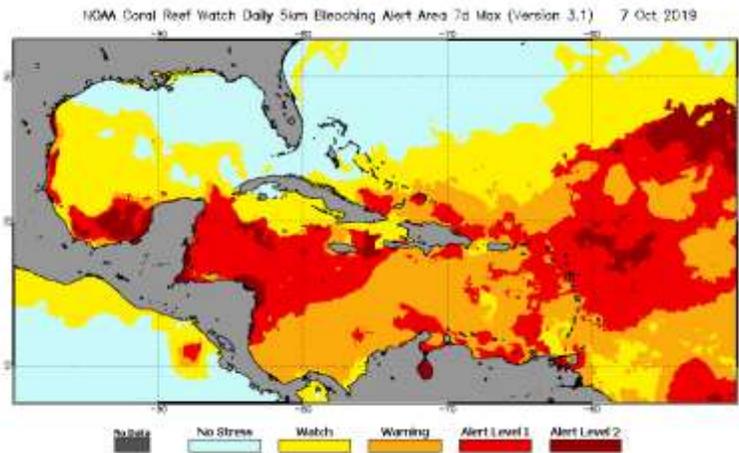


Ilustración 259 Mapa de Alerta Diaria de Áreas de Blanqueamiento de Coral al 7 de octubre de 2019. © NOAA

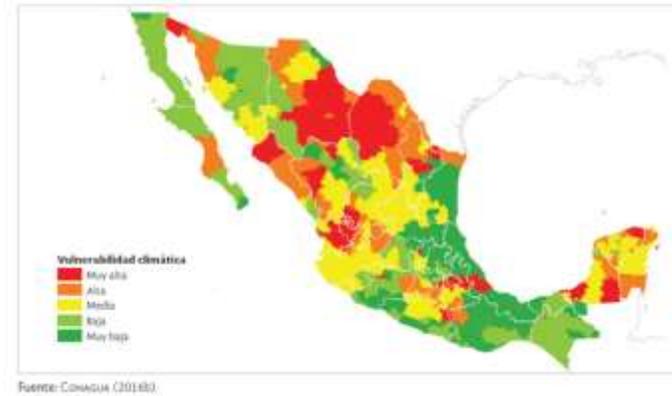


Ilustración 260 Vulnerabilidad climática a nivel de células de planeación (2012) © EAM 2018

---

## SARGAZO

La afluencia masiva inusual de sargazo al Caribe en los últimos años podría considerarse un florecimiento algal nocivo (FAN) y están relacionados con un mayor aporte de nutrientes de origen antropogénico; por lo que están aumentando a nivel mundial (Smetacek y Zingone, 2013; citados por Rodríguez et al, 2016 )

El sargazo que llega en forma masiva al Caribe es pelágico y se torna perjudicial únicamente cuando llega a la costa de forma masiva. Pequeñas cantidades de materia algal en la playa son benéficas como hábitat para invertebrados, para la red trófica y para estabilizar playas y dunas (Colombini et al., 2003 citados por Rodríguez et al, 2016).

La acumulación y descomposición de algas en playas y aguas litorales afecta los ecosistemas costeros, la salud humana y la industria turística. Se tienen mediciones del año 2014 cuando se registraron 2,360 m<sup>3</sup> de sargazo por km de playa al mes. (Rodríguez et al, 2016)

Las algas llegan a la costa como grandes masas irregulares flotantes, como líneas largas o como pequeñas masas. Las algas son arrojadas a la playa por las olas y el viento y

mueren, creando una masa en descomposición. Los hoteles, restaurantes, vecinos y autoridades locales remueven el sargazo de la playa con sus propios medios. En algunos lugares se enterraron las algas para crear dunas artificiales pero, después ya no hubo espacio para enterrarlas y las masas algales fueron depositadas en la selva, el manglar, los basureros y los camellones. En un principio, el sargazo se removía de la playa manualmente, pero cuando su volumen aumentó se comenzó a utilizar maquinaria. El uso de maquinaria resultó en la compactación de arena, la destrucción de nidos y crías de tortugas marinas y en la erosión de playas, ya que cerca de 60% del volumen removido por las máquinas era arena. (Rodríguez et al, 2016) En agosto de 2015, el volumen total de sargazo removido en promedio fue de 318.9 m<sup>3</sup> de sargazo por cada km de playa en Quintana Roo. (Rodríguez et al, 2016)



Ilustración 261 Sargazo © agua.org.mx

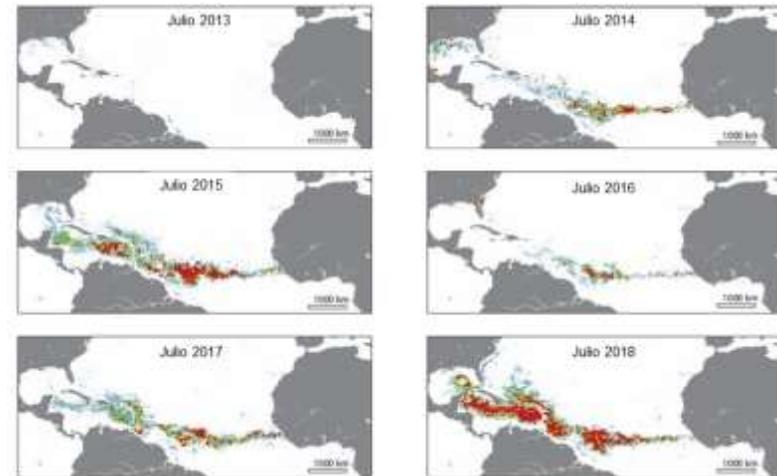


Ilustración 262 Arribo de sargazo en costas mexicanas © Conacyt

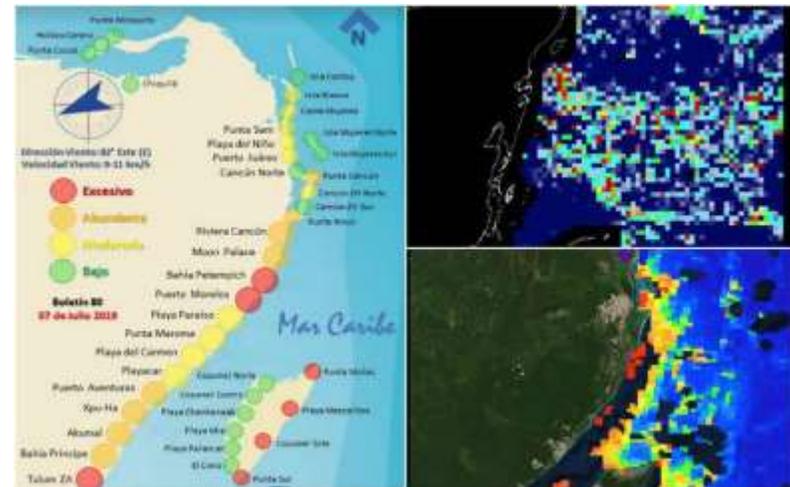


Ilustración 263 Monitoreo del recale de Sargazo © Red de Monitoreo del Sargazo 2019

---

### FRAGILIDAD DEL SISTEMA KÁRSTICO

Un riesgo permanente en los suelos kársticos son los colapsos causados por fracturas que recorren el subsuelo, y que llegan a ceder por causa de las obras de infraestructura urbana, al ser perforados, o sometidos a una carga física no adecuada para su composición.



*Ilustración 264 Imágenes del Sistema Alux © Alux Survey Team 2008*



*Ilustración 265 Hundimiento en Carretera Cancún-Playa del Carmen. (2015) © Noticaribe News*

## INTRUSIÓN SALINA

El desarrollo desenfrenado continúa amenazando uno de los acuíferos más grandes, más prístinos y culturalmente importantes de México. La costa de la Riviera Maya de México continúa enfrentándose a un crecimiento sin precedentes, siendo una de las regiones de más rápido crecimiento del mundo. (CINDAQ, 2018)

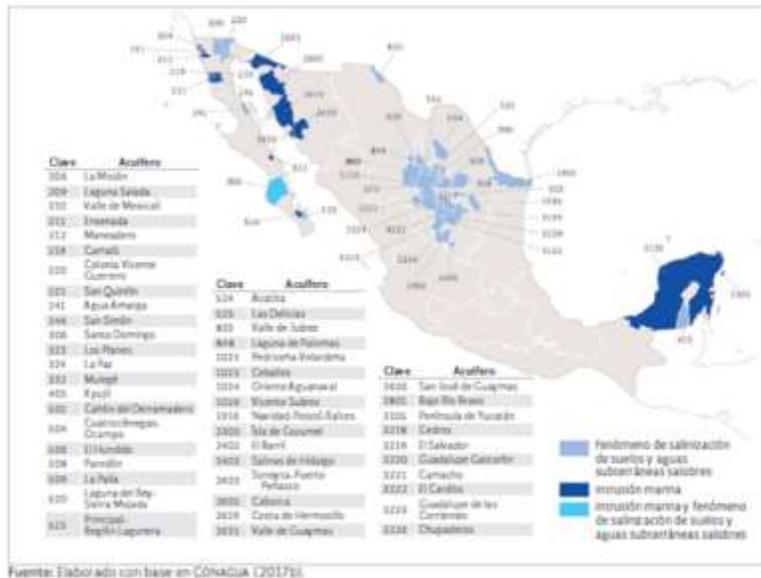


Ilustración 266 Acuíferos con intrusión marina y aguas subterráneas salobres 2017 © EAM 2018

En la zona costera de los municipios de Benito Juárez y la porción continental del Municipio de Isla Mujeres, del Estado de Quintana Roo, el nivel de agua subterránea se ubica a sólo 20 centímetros sobre el nivel del mar en las cercanías de la línea de costa, en el área del aeropuerto y la ciudad de Cancún; en la zona de captación de los pozos de agua potable el nivel del agua subterránea se encuentra de 1 a 1.5 metros sobre el nivel del mar; y la dirección de flujo preferencial del agua subterránea es del suroeste al noroeste.

En esta porción del acuífero, la salinidad del agua subterránea, medida como concentración de sólidos totales disueltos, es de 480 miligramos por litro en la porción más alejada de la costa, donde el espesor del lente de agua dulce es de 46 a 40 metros. Las zonas de captación para agua potable presentan un espesor promedio de agua dulce de 30 metros, con mayores concentraciones de sólidos totales disueltos, que en promedio son de 750 miligramos por litro. En la zona costera se determinó un espesor de agua dulce de 25 metros, con mayores salinidades, ya que la concentración de sólidos totales disueltos alcanza de 700 a 1,020 miligramos por litro. En época de estiaje el espesor de

agua dulce se reduce y en época de lluvias existe una mayor dilución por lo que la salinidad disminuye. Los espesores de agua dulce son reducidos, por lo que la extracción tiene que ser controlada, para evitar que ésta induzca el ascenso del agua salina y provoque la salinización del agua subterránea.

#### CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO

Debido a la extrema fragilidad y vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, el desarrollo desenfrenado en la superficie representa una amenaza importante para el bienestar económico y social de la región. Dado que esta región contribuye aproximadamente con el 10% del PNB de México, el impacto de un acuífero contaminado y los ecosistemas asociados tendría resultados de gran alcance y potencialmente desastrosos, no solo para la economía basada en el turismo de la región, sino para todo México. (CINDAQ, 2018)



Ilustración 267 Contaminación por Aguas Residuales. © Agua.org.mx

De acuerdo con Pacheco, et al (2004) el principal riesgo de contaminación del agua subterránea en el estado de Yucatán por se debe a la naturaleza cárstica del subsuelo; la falta de alcantarillado entubado y a la disposición de la mayor parte de sus aguas servidas en el subsuelo a través de tanques sépticos, sumideros y pozos negros; lo que origina una filtración casi directa hacia el nivel freático. Asimismo, el agua para consumo proviene en su mayoría de pozos ubicados en las afueras de las ciudades o de las poblaciones rurales; sin embargo, en la mayoría de las poblaciones, los pozos se ubican en la zona habitada. Por otra parte, la naturaleza fisurada del subsuelo hace que el

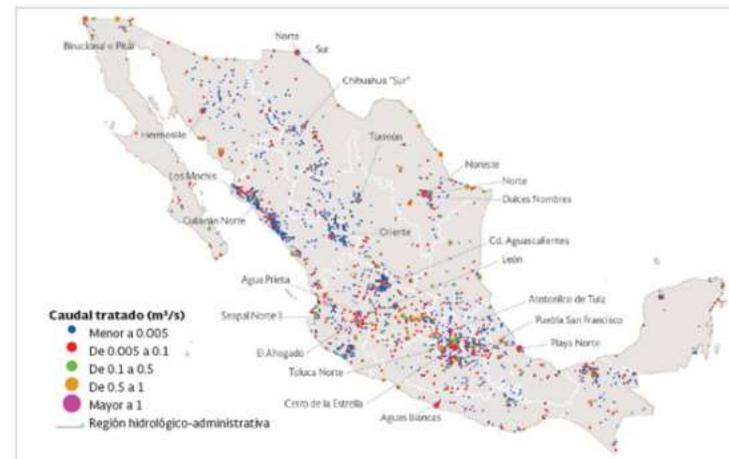
movimiento del agua hacia el nivel freático sea más rápido por lo que la zona insaturada o vadosa casi no tiene capacidad de atenuación, en especial, en lo que se refiere a la contaminación microbiológica, ya que la apertura de las fisuras es mayor que los microorganismos patógenos.

La contaminación es mayor en los pozos someros que en los profundos; sin embargo, éstos pueden verse seriamente afectados debido a la presencia de fracturas verticales que proveen patrones de flujo de migración rápida (Buckley et al., 1994); o bien, a la carencia de sellos de protección en los pozos de inyección lo que puede dar lugar al establecimiento de conexiones preferenciales entre el nivel freático y los flujos de los niveles más profundos, generando la migración de los contaminantes a mayor profundidad (Villasuso y Graniel, 1997).

Aunque en algunas áreas del Estado de Yucatán, las concentraciones de nitratos se mantienen sin gran incremento debido a la densidad de población relativamente baja (Graniel y Gómez, 1997; Pacheco y Cabrera, 1997), deben de definirse y protegerse las zonas de captación para el abastecimiento con la finalidad de proteger la salud pública. (Pacheco, et al 2004 p.165)

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, anualmente se descargan en el acuífero de Yucatán 102.3 Mm<sup>3</sup> de aguas residuales sin tratamiento adecuado debido a la insuficiencia de las 88 plantas industriales y 28 municipales (CONAGUA 2012; CONAGUA 2014).

En los cenotes se ha podido identificar la presencia de desechos fecales, nitratos, plaguicidas y productos de consumo humano como fármacos y estupefacientes (Kauffer y Villanueva 2012; Bautista et al. 2011; Marín et al. 1994)



*Ilustración 268 Distribución nacional y capacidad de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, 2017. © EAM 2018 con información de Conagua 2017-*

#### DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA RIVIERA MAYA

En el año 2010 la cobertura de agua potable en Cancún e Isla Mujeres era del 100 por ciento y la de alcantarillado del 90 por ciento. Las zonas urbana y turística de Cancún e Isla Mujeres cuentan con seis zonas de captación de agua subterránea, con 134 pozos y una capacidad instalada de 2,171 litros por segundo; además la zona de Puerto Morelos cuenta con 2 pozos y Leona Vicario con un pozo para el abastecimiento de agua potable. El suministro promedio a la población es de aproximadamente 261 litros por habitante por día. La cantidad del agua subterránea no representa limitante para el acuífero, sin embargo existe el riesgo de que su calidad se deteriore e impida o limite su utilización.

El inventario de fuentes de contaminación efectuado en los municipios de Benito Juárez y en la porción continental del Municipio de Isla Mujeres, permitió identificar la presencia de granjas, viveros, asentamientos irregulares ubicados al noreste y norte de Cancún, al poniente del Municipio de Isla Mujeres, así como en las localidades rurales cercanas al poblado de Leona Vicario. Se encontraron elevadas concentraciones de nitratos en el agua subterránea que indican la contaminación asociada a descargas de aguas

residuales, a zonas con carencia de drenaje y a zonas agrícolas. La presencia de coliformes fecales y coliformes totales en distintas captaciones de agua subterránea indican la contaminación bacteriológica del agua subterránea en zonas cercanas a fuentes de contaminación, como descargas de las letrinas y aguas residuales al subsuelo, así como la disposición de abonos al aire libre en las granjas.

Por lo anterior, es indispensable proteger la calidad del agua subterránea para el abastecimiento de agua potable mediante zonas reglamentadas, zonas de protección o reservas hidrogeológicas (LAN, 2019; Marín et al., 2004; Marín et al., 2005; Bandini et al., 2018).

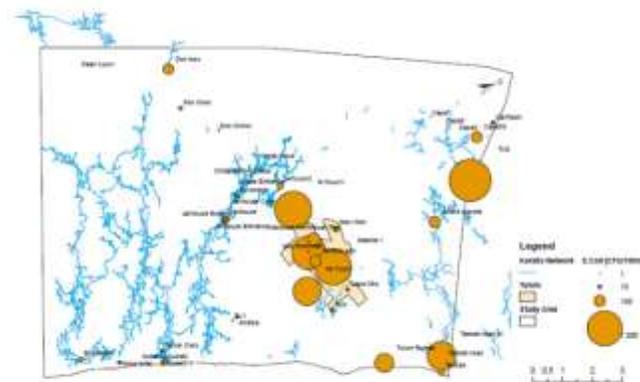


Figure 2.7 - Concentration of Escherichia Coli, march 2016

*Ilustración 269 Presencia de E. Coli en el municipio de Tulum derivado de la contaminación del agua subterránea (Tomado de Kaeser, 2016).*

---

#### GRANJAS PORCINAS INDUSTRIALES EN YUCATÁN

Méndez Novelo, et al (2009) señalan que las granjas porcícolas y avícolas producen subproductos cuyos efectos se pueden clasificar en términos de la contaminación del aire, agua y suelo.

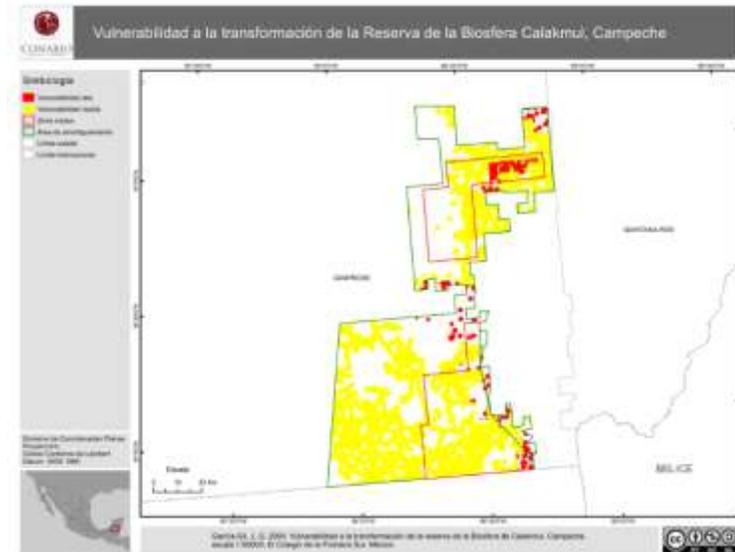
- Contaminación del aire. Las emisiones de amoníaco, sulfuros de hidrógeno, metano y dióxido de carbono; precursores de trastornos respiratorios en el hombre y animales; destrucción de la capa de ozono por la producción de óxido nitroso N<sub>2</sub>O como parte de los gases emitidos durante la degradación microbiana (Pacheco et al., 1997, en Méndez Novelo, et al 2009 p. 15)
- Contaminación del suelo. El vertido de estiércol ocasiona la acumulación de nutrientes en el suelo; alterando el pH por la infiltración al subsuelo de nitratos, contaminación microbiológica, entre otros. Otro problema es la acumulación de metales pesados en la capa superficial del suelo, por la presencia de sales de hierro y cobre (Kato, 1995 en Méndez Novelo, et al 2009 p. 15).
- Contaminación del agua. La contaminación del agua superficial por las excretas se manifiesta por la presencia de

amonio y sulfatos, entre otros. El exceso de nutrientes favorece el crecimiento de las algas desencadenando con ello el agotamiento del O<sub>2</sub> disuelto, favoreciendo la proliferación de larvas de insectos nocivos, y en casos severos se provoca la eutroficación de los cuerpos de agua. Por su parte el amonio es tóxico para los peces y los invertebrados acuáticos (Pacheco et al., 1997). De igual forma, se produce la contaminación de mantos acuíferos por la actividad porcícola y avícola, debido a la presencia de sólidos suspendidos, coliformes y nitrógeno entre otros, sobre todo en suelo permeable. (en Méndez Novelo, et al 2009 p. 15)

## PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ESTADO DE CAMPECHE.

Luis Alfredo Arriola Vega y Eduardo Martínez Romero, en el capítulo titulado Migración, deforestación y pérdida de la biodiversidad en el estado de Campeche, incluido en el libro La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado (Conabio, 2010) señalan que el estado de Campeche ocupa el segundo lugar en deforestación tropical, ya que ha perdido 10.51% de sus selvas perennifolias y subperennifolias, solo por debajo de Quintana Roo con 13.35% (Instituto Nacional de Ecología, 2008). Vester et al. (2007), quienes han estudiado los efectos del uso de cambio de suelo en la biodiversidad de Calakmul, sostienen que la deforestación está provocando alteraciones importantes en la vegetación y ciertos grupos, como las mariposas.

La deforestación de las selvas conlleva una disminución de especies con consecuencias negativas a nivel genético, poblacional, ecosistémico, de comunidades, de los servicios ambientales, además de la pérdida del potencial económico y valor estético de la diversidad biológica (Challenger, 1998; Turner et al., 2001; Douglas et al., 2007).



*Ilustración 270 Fragmentación del ecosistema en Calakmul © CONABIO*

Además de ser considerado un Estado de inmigración histórica, Campeche también se caracteriza por presentar un ecosistema terrestre formado por selvas tropicales, y un ecosistema costero formado por manglares y sistemas lagunares (Gío Argáez, 1996). El estado de Campeche contiene parte del macizo forestal tropical más grande y mejor conservado de Mesoamérica junto con Quintana Roo, la parte norte de Guatemala y gran parte de Belice (Flores y Geréz, 1994; Galindo, 1999, citados por Vega y Martínez, 2010 p. 56).

Campeche se encuentra en situación crítica de pérdida potencial de diversidad biológica, debido a la alteración de sus ecosistemas, a su vez resultado de la deforestación y a la ausencia de colectas biológicas, estudios de sistemática y ecológicos. En este contexto, lo sucedido en el territorio de Calakmul ilustra las consecuencias del vínculo migración/deforestación. Con el surgimiento de 40 nuevos ejidos entre 1970 y 1982, lo que se tradujo en la distribución de un total de 750 000 ha de tierra (Klepeis y Turner, 2001), se aceleró la pérdida de selvas tropicales en la zona. (Vega y Martínez, 2010 p. 57).

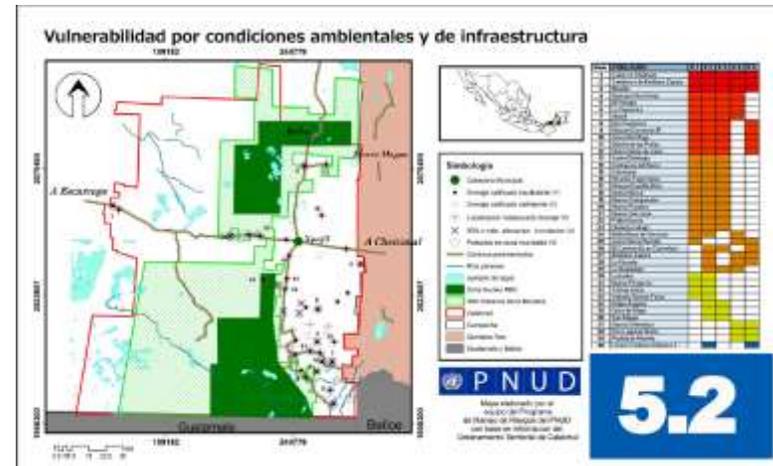


Ilustración 272 Vulnerabilidad por condiciones ambientales y de Infraestructura en Calakmul © PNUD

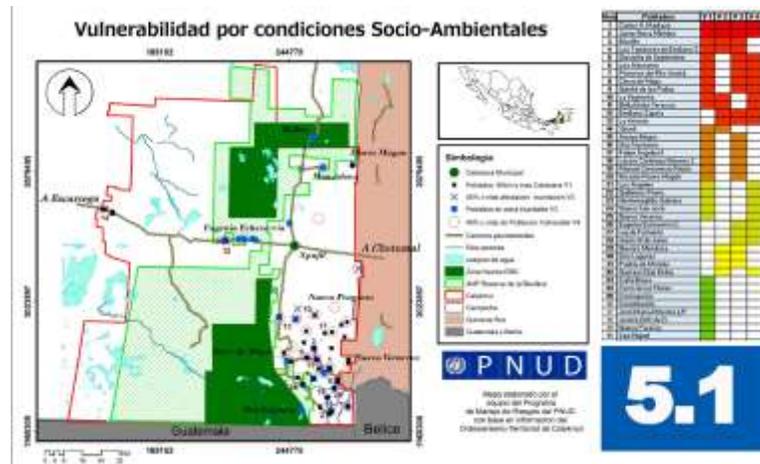


Ilustración 271 Vulnerabilidades por condiciones socio-ambientales en Calakmul © PNUD

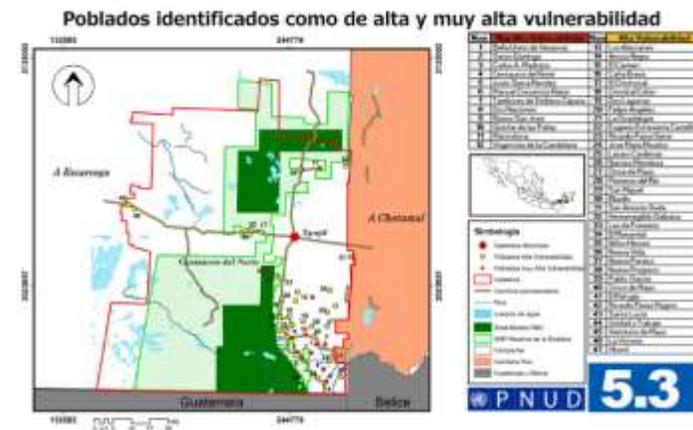


Ilustración 273 Poblados de Alta y Muy Alta Vulnerabilidad en Calakmul © PNUD

---

#### DEGRADACIÓN AMBIENTAL EN TABASCO

Rojas y Ríos (2012) señalan que la deforestación, la expansión ganadera extensiva, la intensificación agrícola, la urbanización y la explotación petrolera son actividades que han modificado la mayoría de los ecosistemas y sociedades en el trópico húmedo. (Bueno J., et al., Ed., 2005 citados por Rojas y Ríos 2012 p. 141).

Las políticas económicas de la región condujeron a modificaciones ambientales que provocaron la degradación ambiental. Entre estas modificaciones sobresalen las efectuadas al sistema hidrológico, al cambio del uso del suelo y cobertura vegetal, y a la contaminación de ecosistemas acuáticos y terrestres por residuos sólidos y líquidos.

La expansión ganadera provocó la reducción del 95% del millón de hectáreas originales de selva y desde finales de la década de los 70, Tabasco comenzó la explotación petrolera.

Rojas y Ríos señalan que las alteraciones ambientales más notorias son la afectación directa de suelo y ecosistemas acuáticos provocadas por la extracción de hidrocarburos, la

modificación de los cauces en los ecosistemas acuáticos por la construcción de vías para transporte terrestre o acuático, el incremento de la contaminación de suelos y agua por actividades relacionadas con la explotación y transporte de hidrocarburos, materiales y equipo (Curzio, 1995; Toledo et al., 1987, Tudela, 1990; Sánchez et al 2002; cit en : Sánchez, : J. y E. Barba. Biodiversidad de Tabasco. Cap. 1:1-16 en: Bueno, J., F. Álvarez y S. Santiago, Ed., 2005. Biodiversidad del Estado de Tabasco. Instituto de Biología UNAM-Conabio, México. 2005 ISBN970- 9000-26-8, citados por Rojas y Ríos 2012, p. 141)

Las actividades humanas ejercen una marcada influencia en la disminución del número de especies, en el tamaño y la variabilidad genética de las poblaciones silvestres, y provocan la pérdida irreversible de hábitats y ecosistemas por fragmentación y degradación. (Rojas y Ríos 2012, p. 163)

## CRIMEN ORGANIZADO

No se puede negar que el crimen organizado está permeando en capas de la sociedad insospechadas hasta hace muy poco; y las acciones criminales están comenzando a afectar no solo la vida de las personas que están coludidas con criminales; también vidas civiles que son víctimas colaterales; sin embargo, están comenzando a presentarse crímenes contra los protectores de los recursos naturales, ya con estos también lucra el crimen organizado.



*Ilustración 274 Nota periodística, Asesinato en Palenque, de ambientalista. © La Jornada*

Not secure | tiempo.com.mx/noticia/asesinan\_a\_activista\_protectora\_de\_guacamayas\_rojas\_en\_chiapas

## Asesinan a protectora de guacamayas r en Chiapas



*La activista fue encontrada muerta con heridas de arma blanca en u hostel en Chiapas,*

*Ilustración 275 segunda nota periodística, asesinato en Palenque, de otra ambientalista. © Tiempo*

Además de asesinatos de ambientalistas en Palenque, en la Riviera Maya se dan extorsiones a empresarios y comienzan a suceder atentados contra establecimientos y usuarios; así como la presencia de narcomenudistas en las zonas turísticas.

#### ALTERNATIVAS PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS DESTINOS

- a) Capacidad de Carga Turística: regular la densidad de la zona hotelera para no sobreexplotar el recurso hídrico y generar más residuos de lo que las localidades puedan manejar.
- b) Plan de Manejo: implementar la separación obligatoria de residuos sólidos, el reciclaje y recuperación de residuos valorables y la regularización del tratamiento de aguas residuales para todos los hoteles, viviendas y comercios. Reducir el volumen de residuos generados por población y turismo debe disminuir drásticamente a fin de lograr el saneamiento y reordenamiento de los tiraderos existentes.
- c) Personal de Servicio: aumentar la oferta de vivienda social para trabajadores turísticos. Fortalecer las prestaciones sociales, respetando sueldo real y antigüedad en los comprobantes de nómina a fin de que los trabajadores puedan acceder a mejores opciones crediticias y de ahorro para el retiro.
- d) Infraestructura: Ofrecer saneamiento y drenaje a los asentamientos irregulares o no urbanizados. Mejorar la gestión de residuos e implementar la separación obligatoria de los mismos.
- e) Equipamiento: reducir la diferencia entre los servicios de la zona turística y los servicios disponibles en la zona de la población.
- f) Información: Limitar los anuncios espectaculares de productos y servicios no aptos para todo público. Fomentar campañas de enaltecimiento del destino en espectaculares.
- g) Interpretación: Proporcionar más información sobre la riqueza natural local y cercana, accesible a todo público en los principales idiomas de los visitantes.
- h) Participación Comunitaria: rehabilitar zonas de convivencia para locales y mejorar los accesos a zonas recreativas para la población local.

---

#### PRESERVACIÓN DEL HÁBITAT

El establecimiento y manejo de áreas naturales protegidas y zonas de conectividad entre éstas resultan acciones de la mayor importancia para la conservación del jaguar. Es una



En general, la variabilidad genética observada en los quetzales dentro del Polígono I de la Reserva es superior a lo esperado para una especie que enfrenta fuertes presiones de extinción. (Semarnat, 2018j)

---

#### ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES

A través de este Programa se plantea la conservación y protección de la especie guacamaya roja y su hábitat (arbolado - zonas de anidación y de alimentación, cuerpos de agua y suelos) con el fin de sumar acciones para la conservación y protección de macizos forestales (selvas y bosques) que ayuden a la mitigación de los efectos del cambio climático global y regional. (Semarnat, 2009c) Además, restaurar áreas perturbadas que sean de importancia para la conservación de la guacamaya roja dentro de su distribución histórica y actual, incluyendo áreas de potreros o zonas perturbadas donde existen nidos activos; detectar y reducir los procesos de degradación y pérdida de hábitat, en coordinación con las comunidades involucradas y las dependencias gubernamentales competentes; así como también implementar un programa de restauración de las áreas identificadas como críticas. (Semarnat, 2009c)

---

#### ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL TAPIR

El Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tapir de Semarnat-Conanp (2018) sugiere:

- Lograr la incorporación de predios donde se llevan a cabo acciones de conservación del tapir y su hábitat formal e informalmente, a los beneficios del Pago por Servicios Ambientales y Programas de Desarrollo Rural.
- Restringir el acceso de ganado a las áreas clave identificadas para tapir (senderos, áreas de alimentación, cuerpos de agua, etc.).
- Prevenir y detectar actividades ilegales relacionadas con la caza, comercio y posesión de ejemplares de tapir, y la destrucción o modificación ilegal de su hábitat.
- Establecer y respetar lineamientos básicos que regulen las actividades turísticas y de infraestructura dentro de las áreas de distribución de la especie.
- Impulsar el trabajo comunitario que promueva la protección de hábitat del tapir a través del ordenamiento territorial y educación para la conservación.

- Promover la diversificación de sistemas productivos (ej. turismo alternativo, UMA's, etc.) en comunidades rurales con presencia de tapires.
- Promover la creación y mantenimiento de corredores biológicos para el tapir entre las poblaciones más importantes identificadas.
- Promover la conservación de los cuerpos de agua y la vegetación para permitir el flujo de las poblaciones de tapir.
- Mantener libres de contaminación los cuerpos de agua identificados en la zona de distribución del tapir y su zona de influencia.
- Desarrollar talleres en los que participen expertos en la especie, con la finalidad de identificar áreas críticas de pérdida de hábitat, con presencia de agua y corredores biológicos.

---

#### ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL PECARÍ

La conservación del Pecarí de Labios Blancos debe ir acompañada de la conservación de grandes extensiones de bosque donde esta especie encuentre suficiente alimentación y tenga acceso a cuerpos de agua suficientes y de buena calidad, así como a grandes áreas de

alimentación. Si bien estas condiciones pueden encontrarse en las áreas protegidas es necesario crear acuerdos con comunidades que aún poseen grandes extensiones de reservas forestales para que la especie sea respetada y se conserven poblaciones fuera de las áreas protegidas. (PACE Pecarí Semarnat-Conanp 2018)

El Pecarí de Labios Blancos puede y debe ser conservado en comunidades humanas rurales a través de incentivos para su conservación como la elaboración de proyectos ecoturístico en donde personas paguen por la oportunidad de observar, fotografiar y filmar grupos de esta especie o por incentivos económicos a comunidades que conserven poblaciones de esta especie. (Conanp 2018)

Otra posibilidad de conservación del Pecarí de Labios Blancos radica en la realización de estudios científicos de esta especie, en los que puede ofrecerse empleo temporal al menos a dos o tres personas de la comunidad como asistentes de campo debidamente entrenados. Esta posibilidad permitiría ofrecer a la comunidad incentivos a través de empleos a cambio de respetar y conservar esta especie en sus reservas forestales, así como de obtener

datos valiosos que permitan generar estrategias de manejo y conservación a futuro.

Mantener un tamaño mínimo de grupo es muy importante en especies sociables, y se cree que los factores que favorecen la creación y mantenimiento de grupos grandes en esta especie son la defensa contra depredadores como el jaguar y el puma, la posibilidad de acceder a parches de alimento que solo son conocidos por algunos miembros del grupo, la posibilidad de acceder a individuos del sexo opuesto en estado reproductivo y competir exitosamente contra grupos de la misma especie (Kiltie y Terborgh 1983). (Conanp 2018)

---

#### ACCIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE TORTUGAS

Como parte de las acciones para la recuperación y conservación de las tortugas marinas, México forma parte de diversos acuerdos internacionales tanto multilaterales como bilaterales.

Los Programas de Acción para la Conservación de Especies (PACE) tienen como objetivos consolidar, promover e implementar acciones específicas y estrategias de conservación para las poblaciones de especies prioritarias en México. Se definieron estrategias para la conservación y

la recuperación de las poblaciones de tortugas en el Golfo de México, Caribe y Pacífico mexicano, contemplando diversas acciones tanto en el ámbito marino como terrestre, enfocados a generar conocimiento, sensibilizar y cambiar prácticas nocivas por esquemas sostenibles para el aprovechamiento de los recursos. (Semarnat, Conanp 2018c)

En Quintana Roo, se han implementado varios programas de educación ambiental, cuyo objetivo ha sido principalmente sensibilizar sobre la problemática de la tortuga marina y los recursos de la región. Los resultados de estos programas de protección y educación ambiental sobre tortugas marinas se presentan en los talleres regionales de la Península de Yucatán, donde se intercambian los resultados de los programas de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.



Figura 2. Localización de las Unidades Geográficas para la Conservación (UGC) de *Eretmochelys imbricata* en México.

*Ilustración 277 Localización de las Unidades Geográficas para la Conservación de Eretmochelys imbricata en México © Semarnat-Conanp*

#### ARRECIFES ARTIFICIALES

Recientemente se han creado arrecifes artificiales constituidos por bloques de rocas de gran tamaño, estructuras de barcos hundidos y pilotes de cemento. Todos ellos sirven de refugio y sustrato a muchos organismos invertebrados y vertebrados, incluyendo a los propios corales. La creación de arrecifes artificiales tiene la función de disminuir la presión sobre los arrecifes naturales, además de crear más sitios de refugio y reproducción de peces que actúen como repobladores de otros sitios y crear sitios

alternativos para el buceo. Se han construido arrecifes artificiales en el Golfo de California, Guerrero, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. (Conabio, s/f)<sup>1</sup>

El Programa de Restauración de Arrecifes de Oceanus, A.C. busca incrementar el potencial de resiliencia y adaptación de los arrecifes de coral y promover la recuperación de especies asociadas asociadas asociadas de peces e invertebrados. Esto lo realizan mediante la aplicación de técnicas desarrolladas que incluyen el trasplante de más de 10,000 colonias al año, involucrando a las comunidades y los manejadores como parte de una Red de Restauración para para tratar de incrementar los esfuerzos de restauración.



*Ilustración 278 Proyecto de Restauración de Corales, © Oceanus A.C.*

## MONITOREO DE FAUNA MARINA: MANTAS Y RAYAS DEL CARIBE

El monitoreo de fauna marina en el Caribe Mexicano está a cargo de la asociación civil Manta México Caribe. Anualmente realizan sesiones de identificación de ejemplares, mediante fotografías.

La conservación de esta especie es importante para la salud y equilibrio de los mares. Las mantas son Vulnerables en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Sus poblaciones son amenazadas debido a la pesca dirigida o accidental de la especie y la contaminación marina.

Las mantas son peces cartilagosos parientes cercanos de los tiburones. A pesar de su tamaño de hasta 7 metros según la especie, son inofensivas y se alimentan de los organismos más pequeños en el mar, el Zooplancton. Las mantas y las rayas diablo son categorizadas como vulnerables, poseen características como ser especies filtradoras de plancton, tienen cuerpos aplanados en forma triangular, habitan en los mares tropicales y subtropicales del planeta.



Ilustración 279 Infografía sobre las Mantarrayas. © Manta Trust

---

#### REGULACIÓN EN EL VOLCÁN DE LOS MURCIÉLAGOS

El informe Conabio BJ002 señala que se colocó una cinta con la leyenda “peligro” para delimitar el perímetro de la cueva y con la finalidad de dar protección al visitante. A partir de esto, el custodio, colocó también una sogá.

No se cuenta con ningún tipo de infraestructura para los servicios al visitante, no existe caseta de control, módulo de información, cerco o portón de acceso a la zona. El lugar que sirve como estacionamiento es inseguro, sólo cabe un vehículo y es riesgoso al estar al lado de la carretera federal. No hay botes para la colocación de basura. No se cuenta con iluminación, tampoco se cuenta con señalización del acceso, anuncios de áreas de riesgo, áreas prohibidas, ni algún tipo de instrucciones y recomendaciones al turista durante su estancia en la cueva.

No existe ningún tipo de remuneración económica, ni en especie, por concepto de pago por el acceso a la cueva que pudiera invertirse en el desarrollo y conservación de la zona. Tampoco se cuenta con material didáctico (folletos, carteles, trípticos, etc.), informativo, de instrucciones o recomendaciones al visitante antes y durante su permanencia en el sitio. Tampoco se cuenta con algún

programa de capacitación, educación ambiental, ni para el custodio, habitantes locales, servidores turísticos, visitantes, etc.

---

#### RECOMENDACIONES:

Los meses con mayor frecuencia de visitas son marzo a julio coincidiendo con la temporada de preñez y el inicio de la lactancia, lo que indica el poner especial atención en esta temporada del año para las acciones de conservación. En las condiciones actuales del sitio se recomienda que durante este periodo se permita la observación sólo en la parte superior más alta de la cueva, quedando estrictamente prohibida la observación en la parte baja. La observación en la parte superior puede permitirse durante todo el año. (Conabio BJ002. p.25)

El acceso actual a la cueva y el lugar donde permanecen los visitantes para la observación coincide con la dirección de salida de los murciélagos y con las áreas de mayor erosión en la cueva. Por estas razones, se propone la desviación del sendero de acceso a la cueva, para que no siga la circunferencia de la misma, ni tampoco tenga como punto final la parte actual de observación. Al contrario, el sendero debería seguir un trayecto que llegue al punto más alto de la

parte superior (al norte), sin bordear la cueva. Este es el punto más adecuado para la observación de los murciélagos, ya que los efectos negativos serían mínimos.

El rediseño de este acceso a la cueva evitaría el problema de la erosión actual del borde y la muerte de murciélagos por conductas erróneas del visitante, ya que los murciélagos salen en dirección opuesta a este sitio. También se evitaría la modificación de la conducta de salida de las especies afectadas por la luz, además de ser un lugar más seguro para la salud del visitante, ya que el flujo de los murciélagos no pasa por encima del observador.

Para la regulación del comportamiento del turista en la cueva, es necesario la elaboración y aplicación de un reglamento de acceso y estancia de los visitantes a la cueva (turistas, aficionados, investigadores). Este reglamento debería estar siempre al alcance de los visitantes, ya sea mediante carteles, anuncios, folletos, etc., y deberá incluir por lo menos lo siguiente:

- Las visitas a la cueva serán guiadas por personal capacitado y certificado para tal efecto y se recomienda que cada guía atienda no más de ocho personas, con la finalidad de poder atender eventualidades.

- Los visitantes se comprometerán a seguir al pie de la letra las instrucciones dadas.
- El número máximo permitido de visitantes será de 15 personas.
- Se permite la entrada a niños con edad de seis años en adelante, para que puedan leer los avisos y respetarlos. Ancianos y personas con enfermedades respiratorias crónicas como el asma, alergias, etc., ingresan bajo su propio riesgo.
- Es obligatorio el uso de cubre bocas o pañuelos para cubrir nariz y boca, también se recomienda el uso de camisa de manga larga, pantalones y zapatos cerrados. (Conabio BJ002. p.25)
- No fumar, no consumir bebidas alcohólicas, ni estupefacientes. El agua u otro tipo de bebidas hidratantes, se recomienda tomarlas antes de la visita y después de la estancia.
- No ingerir ningún tipo de alimentos durante la estancia, puesto que se pone en riesgo la salud.
- No usar lámparas ni tomar fotografías hacia al flujo de salida de los murciélagos, ni alumbrar hacia la parte interna

de la cueva, puesto estas actividades modifican la conducta de salida de los murciélagos.

- La estancia en la cueva desde el inicio de la salida de los murciélagos será máximo de una hora, tiempo suficiente para la observación de la mayor parte de la población de murciélagos.
- Los horarios de acceso se tienen que adecuar a la temporada del año, ya que los murciélagos emergen antes o después del oscurecer. Es conveniente advertir con anticipación a los visitantes los horarios establecidos, ya que sólo podrán ingresar al área en el horario permitido.
- Sólo académicos, estudiantes, investigadores, podrán tener acceso fuera del horario establecido con los permisos correspondientes.
- No intentar tocar o capturar los murciélagos, en caso de que alguno se le suba, quitarlo con cuidado, no sacudirlo, esto pondría en riesgo la vida de los murciélagos.
- No tirar árboles ni ramas (las actividades de limpieza y poda sólo lo podrán hacer el personal autorizado, nunca los visitantes).

- Hacer las gestiones correspondientes para que la ampliación lateral de la carretera se haga en dirección opuesta a la ubicación de la cueva en al menos 1.5 km antes y después del punto de ubicación de la cueva (en total 3 km).
  - colocación de reductores de velocidad en un rango de al menos 500 m antes y después de la cueva (1000 m en total), para disminuir la velocidad vehicular a 40 km/hr en el área de paso de los murciélagos. Esta medida requiere la señalización correspondiente y la supervisión de la permanencia de los mismos, con especial atención a los reductores de velocidad.
  - Construcción de una caseta de control que a su vez sirva como módulo de información y la colocación de un cerco y portón de acceso.
  - Ubicación del estacionamiento en un área segura y ampliarlo a la capacidad de un máximo de 5 vehículos. (Conabio BJ002. p.25)
  - Colocación de botes de basura en lugares necesarios como el estacionamiento y el sendero de acceso a la cueva.

- Iluminación sólo para la caseta de control y el estacionamiento. Se sugiere evaluar la conveniencia de luz tenue en lugares estratégicos del sendero.
- Señalización correspondiente en el sendero de acceso, áreas de riesgo, áreas prohibidas y cualquier tipo de instrucciones y recomendaciones al turista en la zona, con especial cuidado que éstas estén a la vista, para que el visitante las pueda leer durante su estancia en la cueva.
- Se precisa la contratación de al menos dos personas para apoyar las acciones de desarrollo y conservación.
- elaboración de un programa de educación ambiental sobre la importancia de los murciélagos y su conservación dirigido a los habitantes de la región.
- No hay ningún tipo de remuneración económica, ni en especie, por concepto de cuota de acceso a la observación de los murciélagos. Dado que los guías de turismo efectúan un cobro desde su empresa de servicios turísticos, se propone el cobro de una cuota por persona, los cuales se invertirían en principio en

el desarrollo y conservación de la zona. (Conabio BJ002. p.25)



*Ilustración 280 Quiróptero. ®*

---

#### CONSERVACIÓN DEL SISTEMA KÁRSTICO

La única fuente de abastecimiento de agua en la Península de Yucatán, para todos los usos el agua subterránea; todos los habitantes y las actividades económicas de la región dependen absolutamente del agua subterránea; por tanto, es indispensable cuidar y preservar, tanto su cantidad como su calidad, a fin de garantizar el abastecimiento de agua a la población presente y futura, las actividades productivas y todos los ecosistemas.

El Sistema Ox Bel Ha es la cuarta cueva inundada más larga del planeta; con cerca de 300 km de pasaje inspeccionado. La exploración del Sistema Ox Bel Ha continúa desarrollándose desde 1998 a cargo del Centro de Investigación del Acuífero de Quintana Roo, CINDAQ; quienes este año, mediante técnicas de detección remota y un avión no tripulado Mavic Pro han logrado identificar y encontrar nuevas aberturas de cuevas y reubicar los cenotes previamente descubiertos. Un total de 14 cenotes nuevos se ubicaron en la superficie o desde el agua y se conectaron a datos existentes. Se exploró un total de aproximadamente 40,000 pies (12,000m) de nuevo pasaje de la cueva y se realizaron 20,000 pies (6000m) adicionales de investigación

para mejorar la calidad de los datos existentes. (CINDAQ 2018, p. 3)

CINDAQ también está trabajando para educar a los propietarios sobre el inmenso tesoro natural que poseen y la necesidad de buscar estrategias sostenibles de desarrollo. En 2018, dos de los principales representantes del ejido donde este sistema se encuentra entraron a bucear a las periferias de la cueva y emergieron con más consciencia del increíble recurso que poseen. (CINDAQ 2018, p. 4)

En colaboración con el Proyecto de Exploración de Cuevas de México (MCEP por sus siglas en Inglés) y por noveno año consecutivo, CINDAQ ayudó en el proyecto de ciencia ciudadana, bajo la dirección del Dr. Eduard Reinhardt de la Universidad de McMaster. Buzos de 13 países se unieron para ayudar a los científicos a comprender el acuífero del área y sus características. (CINDAQ 2018, p. 8)

---

CONCLUSIONES RELATIVAS AL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO PENÍNSULA DE YUCATÁN.

1. Las vedas publicadas en el Diario Oficial de la Federación con fecha 7 de mayo de 1964, 10 de diciembre de 1975, 23 de marzo de 1981 y 20 de septiembre de 1984, cubren la mayoría de la superficie del acuífero.
2. En la porción del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, correspondiente a los municipios de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, del Estado de Quintana Roo, el Ejecutivo Federal no ha decretado el establecimiento de zonas de veda, reglamentadas o de reserva, en materia de aguas nacionales del subsuelo, sin embargo, en dichas zonas, se encuentra vigente el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican"; publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, instrumento que si bien ha permitido disminuir los efectos de la

explotación intensiva, persiste el riesgo de salinización y contaminación del agua subterránea.

3. El acuífero es extremadamente vulnerable al deterioro de la calidad del agua subterránea por ascenso de agua salada asociada a la cuña de intrusión marina y por contaminación originada por actividades humanas, por lo que ante cualquier desarrollo de proyecto en la Península de Yucatán debe considerarse la dotación de infraestructura como drenaje y plantas de tratamiento de aguas residuales.
4. El acuífero tiene una disponibilidad media anual de 2,842.71 millones de metros cúbicos, considerando el volumen de agua concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua en 2015. Esto significa que únicamente se cuenta con 2,842.21 millones de metros cúbicos disponibles para los próximos 10 años, en los que cualquier proyecto o aumento exponencial de la población puede poner en riesgo la disponibilidad para satisfacer las necesidades básicas de la población y los

ecosistemas dependientes del agua subterránea en cuanto calidad y cantidad de agua.

5. De los resultados expuestos, en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se presentan las causales de utilidad de interés público, referidas en los artículos 7 y 7BIS de la Ley de Aguas Nacionales, relativas a la protección, mejoramiento, conservación y restauración del acuífero, además del control de la extracción y uso del agua subterránea, la sustentabilidad ambiental y la prevención de la sobreexplotación de los acuíferos, causales que justifican el establecimiento de una zona reglamentada.
6. Es necesario proteger y preservar la calidad del agua subterránea, para garantizar el abastecimiento de agua potable de los principales municipios y ciudades de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche al año 2050.
7. Se vuelve necesario que las autoridades de los tres órdenes de gobierno consideren el Dictamen sobre el punto de acuerdo por el que se exhorta a diversas autoridades en materia de protección de cenotes en

la península de Yucatán publicado el 09 de julio de 2019 por la Comisión Permanente de la Cámara de Senadores.

8. Se requiere establecer un marco regulatorio específico para el acuífero kárstico costero debido a su vulnerabilidad a la contaminación, a la intrusión salina y al cambio climático, turnándose un asunto de Seguridad Nacional debido a que es la única fuente de agua dulce disponible para la población y para los ecosistemas dependientes del agua subterránea en la Península de Yucatán.

---

RECOMENDACIONES RELATIVAS AL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO  
PENÍNSULA DE YUCATÁN.

- 1) Decretar el ordenamiento para el control de la extracción, uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas que se extienda a toda la superficie del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, por lo que en dicho acuífero, el "ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013, queda sin efectos en términos de lo dispuesto por su artículo primero transitorio.
- 2) Suprimir los decretos que establecen veda para el alumbramiento de las aguas del subsuelo, únicamente en el área que se encuentra dentro de la superficie del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.
- 3) Establecer zonas de reserva en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, para abastecimiento de agua para uso público-urbano de los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad, Othón P. Blanco y la Costa Maya del Estado de Quintana Roo, de los municipios que conforman la zona metropolitana de la ciudad de Mérida, Estado de Yucatán, de los municipios de Campeche y El Carmen, Estado de Campeche por un volumen adicional al ya asignado, que permita satisfacer la demanda de agua potable al año 2050.
- 4) Las zonas de reserva para el abastecimiento de agua para uso público-urbano recomendadas deberán definirse con base en el análisis de la información geológica, geofísica, hidrogeológica e hidro-geoquímica, así como en el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico que permite entender los mecanismos y zonas de recarga y descarga, la trayectoria de flujo que sigue el agua en el acuífero, sus características hidráulicas y las relaciones de agua dulce y agua salada del acuífero kárstico costero. Los volúmenes reservados para uso público-urbano se calcularán considerando una dotación de 380 litros por habitante por día, para la población estimada para el año 2050, más la población flotante asociada al turismo.
- 5) Incluir en los programas de ordenamiento territorial de los municipios el establecimiento de zonas de protección de las captaciones de agua subterránea existentes,

destinadas para uso público-urbano, con la finalidad de proteger la calidad del agua subterránea para que sea apta para consumo humano y establecer zonas de atenuación de contaminantes para reducir o controlar sus posibles efectos adversos en las fuentes de suministro de agua potable.

- 6) Para la protección de las áreas de abastecimiento de agua potable, deberá controlarse y reglamentarse el uso del suelo alrededor de los pozos de abastecimiento, a fin de evitar la generación de actividades potencialmente contaminantes que eventualmente puedan alcanzar y contaminar al agua subterránea. En las zonas de protección no debería permitirse la descarga de aguas residuales o actividades que generen sustancias potencialmente contaminantes a las aguas subterráneas. En la zona de atenuación se deberá controlar, regular o, en su caso, limitar el desarrollo de actividades potencialmente contaminantes que pongan en riesgo la calidad del agua subterránea para uso público-urbano.
- 7) Que los municipios involucrados elaboren un plan de contingencia para garantizar el funcionamiento de las

fuentes de abastecimiento en cantidad y calidad ante eventos de contaminación u ocurrencia de fenómenos meteorológicos.

- 8) Los tres órdenes de gobierno deberán implementar un programa para la Gestión Integral del Acuífero Kárstico Costero que permita atender el Dictamen sobre el punto de acuerdo por el que se exhorta a diversas autoridades en materia de protección de cenotes en la península de Yucatán publicado el 09 de julio de 2019 por la Comisión Permanente de la Cámara de Senadores.
- 9) Se requiere establecer Reservas Hidrogeológicas en las zonas de influencia de los principales centros de población de la Península de Yucatán de manera que se garantice la disponibilidad del agua en cantidad y calidad.
- 10) Se requiere implementar un Programa de Gestión Integral del Acuífero Kárstico Costero de la Península de Yucatán.

En la búsqueda de lograr un aprovechamiento sostenible del sistema hidrogeológico de la Península de Yucatán, es fundamental el entendimiento integral de los cenotes, las cuevas, el movimiento del agua subterránea y su interacción con las rocas que forman el acuífero, así como de la

influencia del océano y sus mareas; lo que representa el estudio del sistema hidrogeológico completo de la Península, además de que es indispensable evaluar el impacto de las zonas urbanas y las causas de contaminación probables de la única fuente de agua disponible en todo el territorio. (Monroy Ríos 2016)

---

#### RESTAURACIÓN DE SUELOS: AGROFORESTERÍA SINTRÓPICA

Es una forma regenerativa de la agroforestería, impulsada por el poder de la sucesión natural que va más allá de lo orgánico y sostenible; produce abundancia, cambia el juego para la agricultura moderna, produce más variedad de alimentos por metro cuadrado.

Para que la granja sea más eficiente al absorber la energía solar, se mantiene una mezcla específica de estratos bajo, medio, alto, y emergente, proporciones que se mantienen al plantar correctamente al principio y podando más adelante. Las ventajas de este sistema son: cosecha abundante, mayores ganancias al realizar cultivos estacionales, y al madurar los árboles frutales y maderables; optimización de espacio, producción de hortalizas y madera; minimiza costos al erradicar el uso de pesticidas, fertilizantes o equipo mecánico; mejora la calidad del suelo, lo fertiliza y airea; se

depende menos de la lluvia, ya que mejora la retención del agua; hay menos deshierbe todo crece y mejora la salud vegetal y la resiliencia a plagas y enfermedades. (Villanueva Nava, 2019)

---

#### CICLOVÍA PENINSULAR

La península de Yucatán que conforma los estados de Quintana Roo, Campeche y Yucatán es básicamente una región plana, una gran placa caliza, esta cualidad no solo determina sus características topográficas e hidrológicas, sino que también representa una oportunidad para que la movilidad regional se transforme hacia medios eficientes. Al transitar por los pueblos yucatecos es evidente que el principal medio de transporte es la bicicleta, incluso en poblados turísticos como Tulum o Playa del Carmen se nota la relevancia del ciclismo como medio predilecto de transporte.

Actualmente la red de ciclistas o vialidades protegidas para bicicletas es muy reducida, prácticamente inexistente o bien limitada a parques y espacios deportivos, pero no como un medio alternativo de transporte. La posibilidad de crear

una red de ciclistas en toda la región sería una estrategia eficaz para mejorar la movilidad, evitando el exceso de vehículos motorizados y su correspondiente emisión de Bióxido de Carbono hacia la atmósfera y tráfico.

La realidad de las distintas ciudades es que la gente no utiliza las bicicletas como medio de transporte por el riesgo que representa transitar en vías compartidas con coches y camiones. Existen estándares mundiales definidos para hacer que las ciudades abran más espacios seguros para los ciclistas, en muchos casos ni siquiera se requiere construir nuevas avenidas, simplemente es cuestión de establecer límites de velocidad y proteger los carriles destinados a los ciclistas.

Existe un creciente segmento de ciclo-turismo en el mundo y que en efecto llega cada vez más a la región. Establecer una red de ciclovías sería un importante atractivo, aprovechando las bondades turísticas y topográficas de la península. El ciclo-turismo permite una derrama económica hacia los pueblos ya que el ciclista tiene que hacer paradas, comidas, pernoctas y en la mayoría de los casos no llegan a los principales centros hoteleros o ciudades pobladas.

El viajero de bicicleta generalmente tiene una estancia mucha mayor al del turista convencional, visita sitios alternativos lo que representa una mejor distribución de los volúmenes de visitantes y brinda oportunidad a zonas rurales para recibir los beneficios del turismo.

El proyecto de una Vía Maya (ciclista regional) beneficiaría principalmente a los pobladores locales, especialmente a los más pobres, quienes no tienen vehículo propio o a quienes se les hace caro el transporte público. Sería un atractivo turístico que brindaría derrama a pueblos y rancherías intermedios. Una red de ciclistas urbanas ayudaría a resolver los particulares retos de movilidad de cada ciudad y contribuiría en evitar el calentamiento global, sería una medida importante de adaptación al cambio climático.

---

## CUMPLIMIENTO DE LA AGENDA 2030

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

Estos 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro.

Los ODS conllevan un espíritu de colaboración y pragmatismo para elegir las mejores opciones con el fin de mejorar la vida, de manera sostenible, para las generaciones futuras. Proporcionan orientaciones y metas claras para su adopción por todos los países en conformidad con sus propias prioridades y los desafíos ambientales del mundo en general.

Los ODS son una agenda inclusiva. Abordan las causas fundamentales de la pobreza y se unen para lograr un cambio positivo en beneficio de las personas y el planeta.



*Ilustración 281 ODS en idioma Maya © Alianza por la Sostenibilidad de la Península de Yucatán*

A continuación se presenta un análisis sobre cada uno de los objetivos ODS, así como los logros y retos que se deben cumplir para alcanzarlos.

**Objetivo 1:** Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo

Para lograr este objetivo, el crecimiento económico debe ser inclusivo, con el fin de crear empleos sostenibles y de promover la igualdad. Los sistemas de protección social

deben aplicarse para mitigar los riesgos de los países propensos a sufrir desastres y brindar apoyo para enfrentarse a las dificultades económicas. Estos sistemas ayudarán a fortalecer las respuestas de las poblaciones afectadas ante pérdidas económicas inesperadas durante los desastres y, finalmente, ayudarán a erradicar la pobreza extrema en las zonas más empobrecidas.

Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible

Necesitamos una profunda reforma del sistema agrario y alimentario mundial si queremos nutrir a los 815 millones de hambrientos que existen actualmente en el planeta y a los dos mil millones de personas adicionales que vivirán en el año 2050. Las inversiones en agricultura son cruciales para aumentar la capacidad productiva agrícola y los sistemas de producción alimentaria sostenibles son necesarios para ayudar a mitigar las dificultades del hambre.

Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y para hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud. Si se busca proporcionar una financiación más eficiente de los sistemas de salud, mejorar el saneamiento y la higiene, aumentar el acceso a los servicios médicos y proveer más consejos sobre cómo reducir la contaminación ambiental, se lograrán progresos significativos en ayudar a salvar las vidas de millones de personas.

Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos

Las razones de la falta de una educación de calidad son la escasez de profesores capacitados y las malas condiciones de las escuelas de muchas zonas del mundo y las cuestiones de equidad relacionadas con las oportunidades que tienen niños y niñas de zonas rurales. Para que se brinde educación de calidad a los niños de familias empobrecidas, se necesita invertir en becas educativas, talleres de formación para docentes, construcción de

escuelas y una mejora del acceso al agua y electricidad en las escuelas.

Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas

Si se facilita la igualdad a las mujeres y niñas en el acceso a la educación, a la atención médica, a un trabajo decente, y una representación en los procesos de adopción de decisiones políticas y económicas, se estarán impulsando las economías sostenibles y las sociedades y la humanidad en su conjunto se beneficiarán al mismo tiempo. Estableciendo nuevos marcos legales sobre la igualdad de las mujeres en el lugar de trabajo y la erradicación de las prácticas nocivas sobre las mujeres es crucial para acabar con la discriminación basada en el género que prevalece en muchos países del mundo.

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos

La escasez de recursos hídricos, junto con la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado repercuten en la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la oportunidad de educación para las familias pobres en todo

el mundo. Afortunadamente, se han hecho algunos avances en la última década y más del 90% de la población mundial tiene acceso a fuentes de agua potable mejoradas.

Para mejorar el acceso a agua apta para el consumo y al saneamiento, y la gestión racional de los ecosistemas de agua dulce entre las comunidades locales en varios países en desarrollo del África Subsahariana, Asia Central, Asia Meridional, Asia Oriental y Asia Sudoriental.

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

En la actualidad, más de 3000 millones de personas, el 50% de ellas de África Subsahariana, todavía cocinan con combustibles muy contaminantes y tecnologías poco eficientes. Afortunadamente, la situación ha mejorado en la última década: la proporción de la energía renovable ha aumentado respecto al consumo final de energía gracias al uso de fuentes de energía como la hidroeléctrica, la solar y la eólica, y la proporción de energía utilizada por unidad de PIB también está disminuyendo.

Sin embargo, el avance en todos los ámbitos de la energía sostenible no está a la altura de lo que se necesita para

lograr su acceso universal y alcanzar las metas de este Objetivo. Se debe aumentar el uso de energía renovable en sectores como el de la calefacción y el transporte. Asimismo, son necesarias las inversiones públicas y privadas en energía; así como mayores niveles de financiación y políticas con compromisos más audaces, además de la buena disposición de los países para adoptar nuevas tecnologías en una escala mucho más amplia.

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

Para conseguir el desarrollo económico sostenible, las sociedades deberán crear las condiciones necesarias para que las personas accedan a empleos de calidad, estimulando la economía sin dañar el medio ambiente. También tendrá que haber oportunidades laborales para toda la población en edad de trabajar, con condiciones de trabajo decentes. Asimismo, el aumento de la productividad laboral, la reducción de la tasa de desempleo, especialmente entre los jóvenes, y la mejora del acceso a los servicios financieros para gestionar los ingresos, acumular activos y realizar inversiones productivas son componentes

esenciales de un crecimiento económico sostenido e inclusivo. El aumento de los compromisos con el comercio, la banca y la infraestructura agrícola también ayudará a aumentar la productividad y a reducir los niveles de desempleo en las regiones más empobrecidas del mundo.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

Desde hace tiempo se reconoce que para conseguir una economía robusta se necesitan inversiones en infraestructura (transporte, regadío, energía, tecnología de la información y las comunicaciones). Estas son fundamentales para lograr un desarrollo sostenible, empoderar a las sociedades de numerosos países, fomentar una mayor estabilidad social y conseguir ciudades más resistentes al cambio climático. El progreso tecnológico debe estar en la base de los esfuerzos para alcanzar los objetivos medioambientales, como el aumento de los recursos y la eficiencia energética. Sin tecnología e innovación, la industrialización no ocurrirá, y sin industrialización, no habrá desarrollo. Es necesario invertir más en productos de alta tecnología que dominen las

producciones manufactureras para aumentar la eficiencia y mejorar los servicios celulares móviles para que las personas puedan conectadas.

Objetivo 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.

A pesar de que la desigualdad de los ingresos entre países ha podido reducirse, dentro de los propios países ha aumentado. Existe un consenso cada vez mayor de que el crecimiento económico no es suficiente para reducir la pobreza si este no es inclusivo ni tiene en cuenta las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. Afortunadamente, la desigualdad de ingresos se ha reducido tanto entre países como dentro de ellos. Con el fin de reducir la desigualdad, se ha recomendado la aplicación de políticas universales que presten también especial atención a las necesidades de las poblaciones desfavorecidas y marginadas. Es necesario que haya un aumento en el trato libre de aranceles y que se continúen favoreciendo las exportaciones de los países en desarrollo, además de aumentar la participación del voto de los países en desarrollo dentro del Fondo Monetario Internacional (FMI). Finalmente, las innovaciones en tecnología pueden

ayudar a reducir elevado costo de transferir dinero para los trabajadores migrantes.

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan generando empleos y siendo prósperas sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos. Los problemas comunes de las ciudades son la congestión, la falta de fondos para prestar servicios básicos, la falta de políticas apropiadas en materia de tierras y vivienda y el deterioro de la infraestructura.

Los problemas que enfrentan las ciudades, como la recogida y la gestión seguras de los desechos sólidos, se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. Un ejemplo de esto es el aumento en los servicios municipales de recogida de desechos. El futuro que queremos incluye ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

El consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales. Todo ello se traduce en una mejor calidad de vida para todos y, además, ayuda a lograr planes generales de desarrollo, que rebajen costos económicos, ambientales y sociales, que aumenten la competitividad y que reduzcan la pobreza. El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos. Se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. Se necesita, además, adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final. Consiste en sensibilizar a los consumidores mediante la educación sobre los modos de vida sostenibles,

facilitándoles información adecuada a través del etiquetaje y las normas de uso, entre otros.

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos. Se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. Se necesita, además, adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final. Consiste en sensibilizar a los consumidores mediante la educación sobre los modos de vida sostenibles, facilitándoles información adecuada a través del etiquetaje y las normas de uso, entre otros.

Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

Los océanos del mundo —su temperatura, química, corrientes y vida— mueven sistemas que hacen que la Tierra

sea habitable para la humanidad. Las precipitaciones, el agua potable, el clima, el tiempo, las costas, gran parte de los alimentos e incluso el oxígeno del aire que respiramos provienen, en última instancia del mar y son regulados por este. Históricamente, los océanos y los mares han sido cauces vitales del comercio y el transporte.

La gestión prudente de este recurso esencial es una característica clave del futuro sostenible. Sin embargo, en la actualidad, existe un continuo deterioro de las aguas costeras, debido a la contaminación y la acidificación de los océanos, que está teniendo un efecto adverso sobre el funcionamiento de los ecosistemas y la biodiversidad, y que también está afectando negativamente a la pesca de pequeña escala.

Las áreas marinas protegidas deben ser administradas de manera efectiva, contar con recursos suficientes y regulaciones que ayuden a reducir la sobrepesca, la contaminación marina y la acidificación de los océanos.

Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la

desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

persistente de las zonas áridas está provocando además la desertificación de 3600 millones de hectáreas. Aunque un 15% de la tierra se encuentra actualmente bajo protección, la biodiversidad aún está en riesgo. La deforestación y la desertificación, provocadas por las actividades humanas y el cambio climático, suponen grandes retos para el desarrollo sostenible y han afectado la vida y los medios de vida de millones de personas en la lucha contra la pobreza.

A pesar de los grandes desafíos, se están realizando esfuerzos para gestionar los bosques y combatir la desertificación. Actualmente, se están implementando dos acuerdos internacionales que promueven el uso de los recursos de manera equitativa, y también se está realizando inversiones financieras en apoyo de la biodiversidad.

Objetivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.

Las amenazas de homicidio intencional, la violencia contra los niños, la trata de personas y la violencia sexual, son temas importantes que debe ser abordados para crear sociedades pacíficas e inclusivas. Para hacer frente a estos desafíos y construir sociedades más pacíficas e inclusivas, es necesario que se establezcan reglamentaciones más eficientes y transparentes, y presupuestos gubernamentales integrales y realistas. Uno de los primeros pasos a la protección de los derechos individuales es la implementación del registro mundial de nacimientos y la creación de instituciones nacionales de derechos humanos más independientes en todo el mundo.

Objetivo 17: Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Un programa exitoso de desarrollo sostenible requiere alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Estas alianzas inclusivas construidas sobre principios y valores, una visión compartida, y metas compartidas, que colocan a la gente y al planeta en el centro, son necesarias a nivel global, regional, nacional y local. Se han realizado avances, sin embargo, se requieren más alianzas para la prestación de servicios fijos masivos, que son aún en la

actualidad de costo muy elevado. También hay una falta de censos de población y vivienda, necesarios para obtener datos desglosados que sirvan de base para la implementación de políticas y programas de desarrollo.

Por otro lado, se necesita una acción urgente para movilizar, redirigir y desbloquear el poder transformador de billones de dólares de los recursos privados para cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible. Inversiones a largo plazo, incluida la inversión extranjera directa, son necesarias en sectores críticos, especialmente en los países en desarrollo. Estas incluyen la energía sostenible, la infraestructura y el transporte, así como las tecnologías de la información y las comunicaciones. El sector público tendrá que establecer una dirección clara. La revisión y supervisión de los esquemas de trabajo, los reglamentos y las estructuras de incentivos, que permiten estas inversiones, deben ser repotenciados para atraer nuevas inversiones y fortalecer el desarrollo sostenible. Los mecanismos nacionales de control como las entidades fiscalizadoras superiores y las funciones de supervisión de parte de los órganos legislativos deben también reforzarse.

## RUTA ODS

Esta propuesta tiene como premisa central garantizar una aplicación práctica de cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, a fin de contribuir a su cumplimiento.

Siendo que cada objetivo busca mitigar el impacto negativo del desarrollo humano, y tomando ventaja de la amplitud de la región en la que se llevó a cabo este estudio de capacidad de carga turística para las localidades donde se ubicarán las estaciones del tren maya, se ha determinado que cada una de estas localidades se convierta en líder del cumplimiento de uno de estos objetivos; a fin de que en conjunto se logre el cumplimiento de todos.

El tema central de esta propuesta es conformar un circuito turístico y cultural que acompañe la ruta del Tren Maya, estableciendo en cada estación un Centro de Cultura y Sostenibilidad, (CCS), el cual sea un espacio de reunión donde la población local y los visitantes puedan empaparse de cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ya sea participando en talleres prácticos, o visitando exposiciones audiovisuales educativas que instruyan al

público en general sobre las acciones cotidianas que se pueden llevar a cabo para reducir el impacto ambiental.

Se trabajará con la población local para reforzar las capacidades de producción de alimento y miel en huertos familiares y comunales; mediante las técnicas de la agroforestería sintrópica, la cual contribuye a la protección y conservación del acuífero. Se ofrecerán talleres de educación ambiental para público segmentado por edad y se trabajarán temarios acordes a cada uno, para fomentar el interés en el cuidado diario del medio ambiente. Se tendrá acceso a programas de educación y capacitación presencial y a distancia, en beneficio de la población que desea adquirir nuevos conocimientos y habilidades en temas diversos, con el objetivo de acercar las oportunidades de educación y capacitación, especialmente dirigidos a jóvenes y mujeres que interrumpieron su educación para formar una familia; y que abarquen desde salud y nutrición, alfabetización y cultura, educación financiera, e idiomas.

Además de actividades educativas se pondrá a disposición de la población local y los visitantes, actividades periódicas culturales y recreativas, como talleres de artes plásticas, cine y exposiciones; además de talleres prácticos de

restauración de mobiliario, reuso y reciclado de materiales, sensibilización al uso correcto y sostenible de materia prima, e incubadoras de emprendedurismo y creatividad.

Esto será posible conformando un equipo de trabajo itinerante que visite cada estación; apoye en el establecimiento de estos espacios culturales autogestionados y capacite a personal local como Embajadores de Cultura Activa para que opere el centro en su día a día; y con acompañamiento y supervisión, pueda consolidar un espacio cultural autónomo, sostenible y transformador de su entorno, que promueva reactivación del campo en balance con la flora y fauna regional, y en donde se invita a la ciudadanía a formar parte de promover con amor y respeto su cultura al turismo. Impartiendo este tipo de cursos, talleres, encuentros y exposiciones podremos mantener la Cultura Viva y Cultura Activa, ofreciendo a lo largo del año y en diferentes horarios, accesibles tanto para visitantes y locales, experiencias transformativas.

A fin de dar identidad a cada uno, se ha establecido una relación entre cada espacio con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, como se describe a continuación:

	Descripción	Localidad Elegida
	Punto de Partida	Chichen Itzá
	Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	Felipe Carrillo Puerto
	Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible	Balancán/El Triunfo
	Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	Tulum
	Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos	Valladolid

	<p>Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas</p>	<p>Palenque</p>
	<p>Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos</p>	<p>Bacalar</p>
	<p>Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos</p>	<p>Cobá</p>
	<p>Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos</p>	<p>Cancún</p>
	<p>Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación</p>	<p>Escárcega</p>

	<p>Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países</p>	<p>Izamal</p>
	<p>Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles</p>	<p>Xpujil</p>
	<p>Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles</p>	<p>Tenosique</p>
	<p>Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos</p>	<p>Puerto Morelos</p>
	<p>Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible</p>	<p>Campeche</p>

 <p>15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES</p>	<p>Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica</p>	<p>Calakmul</p>
 <p>16 PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS</p>	<p>Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles</p>	<p>Mérida</p>
 <p>17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS</p>	<p>Objetivo 17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible</p>	<p>Playa del Carmen</p>

## CONCLUSIONES

Los seres humanos somos parte integral de ellos, dependemos de la naturaleza para el bienestar, para el sustento. El turismo viaja desde todos los confines del planeta para contemplar las maravillas naturales que esta tierra poseen. Definir los factores que determinan la capacidad de carga llevó un largo proceso de análisis detallado y sistemático. Sin lugar a duda el factor fundamental a cuidar es el agua. El agua de los mares, lagunas y cenotes es el principal atractivo turístico, el agua es la fuente de vida para flora, fauna y para el ser humano.

El agua en la península de Yucatán es abundante pero vulnerable debido a la facilidad de ser contaminada. El agua es la riqueza, el tesoro, la vida, cada destino con intención de crecimiento turístico tiene que invertir en sistemas de tratamiento de agua adecuado y suficiente.

No se puede pensar en crecimiento poblacional y turístico si no se adoptan las mejores prácticas en cuanto a tratamiento de aguas y manejo de residuos. La región peninsular tiene que convertirse en ejemplo mundial de buenas prácticas. Gobierno, academia, sociedad civil y empresariado tienen

que trabajar en colaboración para crear una cultura de sustentabilidad, solo así podrán mitigarse las amenazas que se tienen. La península de Yucatán es un auténtico paraíso terrenal, hay que cuidarlo para que siga siendo el atractivo turístico que es y que permita seguir viviendo en armonía con la naturaleza.

## LITERATURA CONSULTADA

- Agua.Org.Mx (s/f) App Nuestra Agua. Información disponible en: <https://app.agua.org.mx/>
- Aguakan. (2017). Informe de actividades 2015-2016. Disponible en: <https://www.aguakan.com/acerca-de-aguakan/informes>
- Aguilar Leo M. J. (2016) Perspectiva de los habitantes de la ciudad de Bacalar, Q. Roo con respecto a su desarrollo como destino turístico. Pistas Educativas No. 121, diciembre 2016. México. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya. Recuperado de: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/501/679>
- Aguilar Duarte, Y.; Bautista, F.; Mendoza, M. E.; Delgado, C. Vulnerabilidad y riesgo de contaminación de acuíferos kársticos. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 16, núm. 2, 2013, pp. 243-263 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93928324001>
- Álvarez-Filip L., Dulvy N.K., Gill J.A., Côte I.M. and Watkinson A.R. (2009) Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity. Proc. R. Soc. B 276, 3019-3025. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19515663>
- Álvarez-Filip, L. (2017) Arrecifes coralinos en el Caribe Mexicano y sus principales amenazas. Laboratorio de Biodiversidad Arrecifal y Conservación. Unidad Académica de Sistemas Arrecifales. ICML, UNAM. Disponible en: [http://www.senado.gob.mx/comisiones/cambio\\_climatico/reu/docs/presentacion\\_091017-AF.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/cambio_climatico/reu/docs/presentacion_091017-AF.pdf)
- Araujo, Monroy, R. (2013) Programa Municipal de Desarrollo de Gran Visión para el Municipio de Calakmul, Campeche (2013-2040) Programa Regional Protección y Uso Sostenible de la Selva Maya. Informe preparado para Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Recuperado de: <http://selvamaya.info/wp-content/uploads/2016/06/Programa-Municipal-de-Desarrollo-de-Gran-Visi%C3%B3n-para-el-Municipio-de-Calakmul-Campeche-2013.2040.pdf>
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Recuperado de: <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/1036.pdf>
- Baker DM, Jordan-Dahlgren E, Maldonado MA, Harvell CD. 2010b. Sea fan corals provide a stable isotope baseline for assessing sewage pollution in the Mexican Caribbean. Limnol Oceanogr 55:2139–2149. Disponible en: <https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.2010.55.5.2139>
- Baker D.M., Rodríguez-Martínez R.E., Fogel M.L. 2013. Tourism's nitrogen footprint on a Mesoamerican coral reef. Coral Reefs. 32, 691-699. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257398082\\_Tourism's\\_nitrogen\\_footprint\\_on\\_a\\_Mesoamerican\\_coral\\_reef](https://www.researchgate.net/publication/257398082_Tourism's_nitrogen_footprint_on_a_Mesoamerican_coral_reef)
- Bandini, Filippo, Lopez-Tamayo Alejandro, Merediz-Alonso G., Olesen Daniel, Jakobsen Jakob, S Wang Sheng, Garcia Monica, Bauer-Gottwein Peter. 2018. Unmanned aerial vehicle observations of water surface elevation and bathymetry in the cenotes and lagoons of the Yucatan Peninsula, Mexico. Hydrogeology Journal. Disponible en: [http://orbit.dtu.dk/en/publications/unmanned-aerial-vehicle-observations-of-water-surface-elevation-and-bathymetry-in-the-cenotes-and-lagoons-of-the-yucatan-peninsula-mexico\(7e3dadcb-0898-4024-8fb3-a12fbd01a14e\)/export.html](http://orbit.dtu.dk/en/publications/unmanned-aerial-vehicle-observations-of-water-surface-elevation-and-bathymetry-in-the-cenotes-and-lagoons-of-the-yucatan-peninsula-mexico(7e3dadcb-0898-4024-8fb3-a12fbd01a14e)/export.html)

Bauer-Gottwein P., Gondwe B.R.N., Charvet G., Marin L., Rebolledo Vieyra M., Merediz A.G. (2011). Review: The Yucatan Peninsula Karst Aquifer. Mexico. Springer-Verlag. Hydrogeology Journal. Disponible en: [http://orbit.dtu.dk/en/publications/review-the-yucatan-peninsula-karst-aquifer-mexico\(6f7ff5a4-73f4-48e9-afc3-69216bc25e32\)/export.html](http://orbit.dtu.dk/en/publications/review-the-yucatan-peninsula-karst-aquifer-mexico(6f7ff5a4-73f4-48e9-afc3-69216bc25e32)/export.html)

Beddows PA., Smart PL., Whitaker FF., Smith SL. (2007). Decoupled fresh-saline groundwater circulation of a coastal carbonate aquifer: spatial patterns of temperature and specific electrical conductivity. *J Hydrol* 346(1-2):18-32. Disponible en: <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/decoupled-fresh-saline-groundwater-circulation-of-a-coastal-carbo>

Benavides, G., H. Cárdenas, P. Gutiérrez y M. Villalobos. (2017). Estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) del Estado de Quintana Roo. Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Quintana Roo (SEMA) y Proyecto México para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (M-REDD+), The Nature Conservancy, Rainforest Alliance, Woods Hole Research Center, Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable AC. México. Recuperado de: <https://groo.gob.mx/sites/default/files/unisitio2019/08/EEREDD%2BQROO%202019-3.pdf>

Benítez J.A., G. Pozo-Montuy, S.M. Alexander, J.A. Vargas-Contreras, G. Escalona-Segura, M. Sánchez-Acuña y A. González-Gallina, En Prensa. Impacto de la Vía Férrea y del Crecimiento Turístico Asociado al Tren Maya; medidas de mitigación y cambios al diseño para las reservas de Calakmul y Balam-kú. Capítulo 3.12., en: Impacto Ambiental de las Vías de Comunicación Terrestre sobre la Fauna de Áreas Naturales Protegidas: diagnóstico, medidas de mitigación y estudios de caso para el Sureste de México. ISBN en trámite. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/330994315\\_Impacto\\_de\\_la\\_Via\\_Ferrea\\_y\\_del\\_Crecimiento\\_Turistico\\_Asociado\\_al\\_Tren](https://www.researchgate.net/publication/330994315_Impacto_de_la_Via_Ferrea_y_del_Crecimiento_Turistico_Asociado_al_Tren)

[Maya medidas de mitigacion y cambios al diseno para las reservas de Calakmul y Balam-ku](#)

Benítez, J. A. y Alexander, S. M. (2018) Elementos de Evaluación Ambiental Estratégica para el Proyecto Tren Maya. ISBN En trámite. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/331558425\\_Evaluacion\\_Ambiental\\_Estrategica\\_preliminar\\_del\\_Proyecto\\_Tren\\_Maya](https://www.researchgate.net/publication/331558425_Evaluacion_Ambiental_Estrategica_preliminar_del_Proyecto_Tren_Maya)

Boege Schmidt, E. (2008) El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México / Eckart Boege; colaboradores Georgina Vidrales Chan... [et al.]. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, 344 p. Disponible en: [http://www.cdi.gob.mx/biodiversidad/biodiversidad\\_0\\_preliminares\\_1-31\\_eckart\\_boege.pdf](http://www.cdi.gob.mx/biodiversidad/biodiversidad_0_preliminares_1-31_eckart_boege.pdf) y [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/325813/biodiversidad\\_2\\_dos\\_48-79\\_eckart\\_boege.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/325813/biodiversidad_2_dos_48-79_eckart_boege.pdf)

Camacho, E.; Carrillo, A.; Rioja, T.; Espinoza, E. (2016) Indicadores de sostenibilidad para el turismo de naturaleza en México: estado actual. *Estudios Sociales y Humanísticos*, vol. XIV, núm. 1, enero-junio de 2016, México, pp. 156-168. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/liiminar/v14n1/v14n1a11.pdf>

Cámara Cabrales, L. et al, (2011) Estudio Regional Forestal de la Umafor De Los Ríos. Conafor-UJAT Academia de Ciencias Biológicas. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/3641Estudio%20Regional%20Forestal%202709.pdf>

Carpenter P.J., Leal-Bautista R.M. and Lopez-Tamayo A. 2016. Geophysical surveys over karst features in northern Yucatan, Mexico. *FastTimes*. Vo. 21, N. 3. Disponible en: <https://www.eegs.org/assets/docs/Past-Issues/september%202016%20fasttimes%20-%20lowres%20-%2010%2002%202016.pdf>

Carrasco Escobar J.P. y Rodríguez Silva, J.L. (2015) Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos. Realidad, datos y espacio, revista internacional de estadística y geografía INEGI Vol. 6 N° 1 enero-abril 2015. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/rde/2015/01/09/analisis-de-estadisticas-del-inegi-sobre-residuos-solidos-urbanos/>

Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. (2008) Extracto del documento Biodiversidad, Primera edición, 1999 D.R. © Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Consejo Nacional de Educación para la Vida y el Trabajo. CONEVYT. Disponible en: [https://www.conevyt.org.mx/actividades/diversidad/lectura\\_biodiversidad.htm](https://www.conevyt.org.mx/actividades/diversidad/lectura_biodiversidad.htm)

Charvet G (2009) Exploration, modeling and management of groundwater resources in northern Quintana Roo, Mexico, MSc Thesis, Technical University of Denmark, Denmark. Disponible en <https://orbit.dtu.dk/files/5122536/ENV2010-056.pdf>

Cifuentes, M. (1992). Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas, Serie técnica, Informe técnico 194, Turrialba, CATIE. Recuperado: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1139/Determinacion\\_de\\_capacidad\\_de\\_carga\\_turistica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1139/Determinacion_de_capacidad_de_carga_turistica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cifuentes Arias M [et al.] (1999) Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF: CATIE. (75 p). Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/238734916\\_Capacidad\\_de\\_Carga\\_Turistica\\_de\\_las\\_Areas\\_de\\_Uso\\_Publico\\_del\\_Monumento\\_Nacional\\_Guayabo\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/238734916_Capacidad_de_Carga_Turistica_de_las_Areas_de_Uso_Publico_del_Monumento_Nacional_Guayabo_Costa_Rica)

Coke, J. G., IV, Perry, E. C., & Long, A. (1991). Sea level curve. Nature, 353(6339) 25. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/26307307>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2001) La diversidad biológica de México: Estudio de país versión 1998. Estrategias para la conservación de los ecosistemas. CONABIO, México. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/338/Regionaliza.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2007). Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL, México. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/LibroGapTerrestre.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2010) La biodiversidad en Campeche. Estudio de Estado. G. J. Villalobos-Zapata y J. Mendoza Vega (Coord.). CONABIO/Gobierno del Estado de Campeche/UAC/Colegio de la Frontera Sur. México. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Biodiversidad\\_Campeche\\_baja.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Biodiversidad_Campeche_baja.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2011a) Fichas de especies prioritarias. Coral Cuerno de Alce y Coral Cuerno de Ciervo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies\\_priori/fichas/pdf/Corales.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/Corales.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2011b) Fichas de especies prioritarias. Jaguar (Panthera onca) CONANP- CONABIO. México. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies\\_priori/fichas/pdf/jaguar.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/jaguar.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2012) Prioridades para la conservación de los primates en México.

- Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades\\_primates.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2015) Atlas de naturaleza y sociedad. CONABIO, México D.F. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/social/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2016) Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. CONABIO. México. Recuperado de: <http://www.seplan.campeche.gob.mx/copladecam/pi/pi-capae.pdf>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Tabasco. (2019a). La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. CONABIO. México. Disponible en: [https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Tabasco/TAB\\_EE\\_2019\\_vol%201\\_CLOSE.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Tabasco/TAB_EE_2019_vol%201_CLOSE.pdf)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2019b) Caso de estudio de especies CITES en México: Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). México. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/Pdf/Proyecto%20Piloto%20cocodrilo%20de%20pantano\\_caso%20de%20exito.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/Pdf/Proyecto%20Piloto%20cocodrilo%20de%20pantano_caso%20de%20exito.pdf)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP. (2019) Fichas ANP. Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación. publicación en línea. Disponible en: [https://simec.conanp.gob.mx/consulta\\_fichas.php](https://simec.conanp.gob.mx/consulta_fichas.php)
- Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. (2010) Programa Institucional de Infraestructura Hidráulica y Sanitaria. Plan Quintana Roo 2011-2016. Recuperado de: <http://www.capa.gob.mx/capa/infraestructuraHidraulica.pdf>
- Comisión de Agua Potable y Alcantarillado CAPA. (2011). Programa Institucional de Infraestructura Hidráulica. Plan Quintana Roo 2011-2016. Disponible en: <http://www.capa.gob.mx/capa/infraestructuraHidraulica.pdf>
- Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Campeche CAPAE (2016) Programa institucional de uso eficiente del agua. (2016-2021). CAPAE. Recuperado de: <http://www.seplan.campeche.gob.mx/copladecam/pi/pi-capae.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (1990). Sinopsis Geohidrológica del Estado de Quintana Roo. Comisión Nacional del Agua. México, D.F., México. Disponible en: [https://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/QIR/REV\\_Diagnostico\\_sectorial\\_QRooPlus.pdf](https://www.fao-evaluacion.org.mx/pagina/documentos/sistemas/eval2014/resultados2014/PDF2/QIR/REV_Diagnostico_sectorial_QRooPlus.pdf)
- Comisión Nacional del Agua (2015a) Programa hídrico regional 2014-2018 de la región hidrológico-administrativa XII Península de Yucatán. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241045/PHR\\_09.06.16.compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241045/PHR_09.06.16.compressed.pdf)
- Comisión Nacional del Agua, (2015b): Atlas del Agua en México. Conagua. Documento disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/ATLAS2015.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (2015c) Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. Libro 4. Conagua/Semarnat/IMTA. Recuperado de: <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (2015d). Cuidemos el Agua que Mueve a México. Conagua/Semarnat. Disponible en: [http://www.senado.gob.mx/comisiones/recursos\\_hidraulicos/foros/docs/220314\\_documento.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/recursos_hidraulicos/foros/docs/220314_documento.pdf)
- Comisión Nacional del Agua, (2016). Estadísticas del Agua en México. (EAM) Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente

- y Recursos Naturales. 306 páginas. México. Recuperado de: [http://201.116.60.25/publicaciones/EAM\\_2016.pdf](http://201.116.60.25/publicaciones/EAM_2016.pdf)
- Comisión Nacional del Agua. (2018) Estadísticas del Agua en México, edición 2018. Subdirección General de Planeación. Conagua/Semarnat Recuperado de: [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf)
- Comisión Nacional del Agua CONAGUA, (2019) Acuíferos de México. Disponible en: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuiferos>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas CEIEG (2014) Perfil Municipal de Palenque. Perfiles Municipales. Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica de Chiapas, Gobierno del Estado de Chiapas. Recuperado de: <http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/perfiles/Inicio>
- Conaculta (s/f) Zona Arqueológica de Palenque. Chiapas Rutas Culturales. Guías del Patrimonio Cultural y Turismo. [https://patrimonioculturalyturismo.cultura.gob.mx/guias/guia5\\_3.php](https://patrimonioculturalyturismo.cultura.gob.mx/guias/guia5_3.php)
- Conaculta (s/f) Zona Arqueológica de Pomoná. Tabasco Rutas Culturales. Guías del Patrimonio Cultural y Turismo. [https://patrimonioculturalyturismo.cultura.gob.mx/guias/guia8\\_1\\_3.php](https://patrimonioculturalyturismo.cultura.gob.mx/guias/guia8_1_3.php)
- Consejo Estatal de Población Q. Roo (2010) Proyecciones por localidad 2010-2017. Quintana Roo. Recuperado de: [http://coespo.groo.gob.mx/portal/datos\\_estadisticos\\_cartograficos/PROYECCIONESPORLOCALIDAD2011\\_2017.pdf](http://coespo.groo.gob.mx/portal/datos_estadisticos_cartograficos/PROYECCIONESPORLOCALIDAD2011_2017.pdf)
- Consejo Estatal de Población (2015) Pirámide Poblacional 2015 Quintana Roo. Recuperado de: <https://groo.gob.mx/sites/default/files/2017-08/PIRAMIDES%20DE%20POBLACION%202015.pdf>
- Consejo Estatal de Población (2016) Q. Roo. Indicadores Socioeconómicos Y Grado Marginación Por Municipio. Recuperado de: <https://groo.gob.mx/segob/coespo/indices-de-marginacion-y-actividad-socioeconomica>
- Consejo Nacional de Población (2012) Catálogo de indicadores sociodemográficos y económicos de los municipios que integran las zonas metropolitanas, 2010. Sistema Urbano Nacional. Recuperado de: [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/12\\_12/1/images/BaseDatosCompleta\\_Indicadores\\_SUN.xlsx](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/12_12/1/images/BaseDatosCompleta_Indicadores_SUN.xlsx)
- Consejo Nacional de Población (2018) Sistema Urbano Nacional 2018. SEGOB-CONAPO-SEDATU. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf)
- Consejo de Promoción Turística de Quintana Roo. CPTQ (2019) Barómetro Turístico de la Riviera Maya, diciembre 2018. Recuperado de: [http://cptq.mx/pdf/Barometros/2018/2018-12\\_Barometro-Turistico-Riviera-Maya.pdf](http://cptq.mx/pdf/Barometros/2018/2018-12_Barometro-Turistico-Riviera-Maya.pdf)
- Cotler Ávalos, H. et al (2010) Las cuencas hidrográficas de México diagnóstico y priorización. Semarnat-Instituto Nacional de Ecología-Fundación Gonzalo Río Arronte IAP, Recuperado de: <https://agua.org.mx/biblioteca/las-cuencas-hidrograficas-de-mexico-diagnostico-y-priorizacion/>
- Cruz Coria, E.; Zizumbo Villarreal, L.; Monterroso Salvatierra, N.; Quintanilla Montoya, A. L. (2013) La confrontación social por el espacio costero: la configuración de paisajes turísticos en Puerto Morelos, Quintana Roo. Región y Sociedad, vol. XXV, núm. 56, enero-abril, 2013, pp. 127-160. El Colegio de Sonora. Hermosillo, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10225596003>
- Czyszt, W. et al (1991) Manual de Disposición de Aguas Residuales. Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales. Tomo I. GTZ. Versión en español del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) OPS, Oficina Regional de la OMS, Lima Perú ISBN 0-387-14750-8 Recuperado de:

- <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2006/pdf/spa/doc10206/doc10206-0.pdf>
- Dachary, A. (2008) Los límites del desarrollo local en una región de turismo global. El caso del corredor Cancún-Tulum, México. Revista Aportes y Transferencias (12,1,2008) p. 41-56. Centro de Investigaciones Turísticas, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Recuperado de: <http://nulan.mdp.edu.ar/362/1/Apo2008a12v1pp41-56.pdf>
- Datur (2019) Reporte Ocupación Hotelera en Yucatán, diciembre 2018. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1jlWWABgvhXSxhF40nK5DyxOi13U-wS4y/view?usp=sharing>
- De Los Ríos Ibarra, E. ( El uso y aprovechamiento de leña, ¿amenaza a la biodiversidad? Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, p. 362-363. Recuperado de <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap7/13%20El%20uso%20de%20la%20lenia.pdf>
- Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. (s/f) Datos generales del Puerto Cancún. Recuperado de: <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioCancun.pdf>
- Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología. (s/f) Datos generales del Puerto Morelos Recuperado de: <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioPuerto Morelos.pdf>
- Diario Oficial del Estado de Yucatán. 2013. Decreto del área natural protegida Reserva Geohidrológica Anillo de Cenotes. Disponible en: [https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema\\_nacional/documentos/ANPL/Yuc/1-Dec-RESERV-ANILLO-CENOTES.pdf](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/Yuc/1-Dec-RESERV-ANILLO-CENOTES.pdf)
- Diario Oficial de la Federación (2019). Acuerdo por el que se da a conocer la disponibilidad media anual de los 653 acuíferos de México, publicado en abril de 2019 con información del 2015. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/02/Disponibilidad-Media-Anual-Acuiferos-2018DOF.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (2019). Ley de Aguas Nacionales, Reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16\\_240316.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_240316.pdf)
- Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp. Disponible en <https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan>
- Echamendi Lorente P. (2001) La capacidad de carga turística. Aspectos conceptuales y normas de aplicación. *Anales de Geografía* de la Universidad Complutense 2001,21 (p. 11-30). [http://81.47.175.201/stodomingo/attachments/article/26/Capacidad\\_carga.pdf](http://81.47.175.201/stodomingo/attachments/article/26/Capacidad_carga.pdf)
- Ecosur (2015) Programa Estatal ante el Cambio Climático y el Diseño de la Estrategia de Crecimiento Verde del Estado de Campeche (México). ATN/OC-13835-ME. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316307/Programa\\_Estatal\\_ante\\_el\\_Cambio\\_Climatico\\_del\\_Estado\\_de\\_Campeche\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/316307/Programa_Estatal_ante_el_Cambio_Climatico_del_Estado_de_Campeche_2015.pdf)
- Escobedo Cabrera, E y S. Calmé. Subproyecto Murciélagos, En: Pozo de la Tijera, M del C y S. Calmé. 2005. Uso y monitoreo de los recursos naturales en el Corredor Biológico Mesoamericano (áreas focales Xpujil-Zoh Laguna y Carrillo Puerto) El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Informe final Subproyecto Murciélago SNIB-CONABIO J002. México D. F. Recuperado de: [http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfBJ002\\_murcielagos.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfBJ002_murcielagos.pdf)
- Esparza, E. 2019. Treinta y cinco años de arte aplicado a la ciencia en el Instituto de Biología de la UNAM. CONABIO. Biodiversitas, 145:1-3 Recuperado de:

<http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14895.pdf>

Fischer, H.B., List, E.J., Koh, R.C.Y., Imberger, J. y Brooks, N.H. 1979. Mixing in Inland and Coastal Waters. Academic Press, New York. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780080511771/mixing-in-inland-and-coastal-waters>

Flores-Verdugo F., Moreno-Casasola P., Agraz-Hernández C.M., López-Rosas H., Benítez-Pardo D. y Travieso-Bello A.C. 2007. La topografía y el hidropereodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. Boletín de la Sociedad Botánica de México 80 (supl.):33-47. Disponible en: <http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/download/1755/pdf5>

Fragoso P.; Bautista, F.; Frausto, O.; y Pereira, A. (2014) Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. REVISTA MEXICANA DE CIENCIAS GEOLÓGICAS v. 31, núm. 1, 2014, p. 127-137. Recuperado de: <http://satori.geociencias.unam.mx/31-1/%2810%2931-1-Fragoso.pdf>

Fragoso P.; Bautista, F.; Frausto, O.; y Pereira, A. (2016) Distribución de Suelos en ambientes tectokársticos en la porción este de la Península de Yucatán, México. GEOS, Vol. 36, No. 2 (2016). Recuperado de: [https://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos16-2/Fragoso\\_36\\_2.pdf](https://www.ugm.org.mx/publicaciones/geos/pdf/geos16-2/Fragoso_36_2.pdf)

Flores Guido José Salvador. (2010) Vegetación de cenotes, rejolladas, haltunes y cavernas. En Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. PNUD-Conabio. Recuperado de: [http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/03Parte2/Capitulo3/01Comunidades\\_terrestres/08Vegetacion\\_de\\_cenotes.pdf](http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/03Parte2/Capitulo3/01Comunidades_terrestres/08Vegetacion_de_cenotes.pdf)

García Gil, G. & Graniel Castro E. (2011) Geología. en Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Yucatán. Recuperado de: [http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/02Parte1\\_El\\_Estado/Capitulo1/01Geologia.pdf](http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/02Parte1_El_Estado/Capitulo1/01Geologia.pdf)

Gobierno del Estado de Campeche. (2018) Tercer Informe de Gobierno. Anexo Estadístico. Recuperado de: <http://www.seplan.campeche.gob.mx/documentos/informes/3erInforme/3erInformeAnexoEstadistico.pdf>

Gobierno Municipal de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. (2007) Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006- 2030. Disponible en: <http://tulum.gob.mx/Pdfs/93-f/19PPDUCENTROPOBTULUM9ABRIL2008ok.pdf>

Geo Alternativa México (2019) Programa de Gestión Común Para el Uso Turístico en la Laguna de Bacalar. Coordinado por la Organización de Geomática, Educación Participativa y Ordenamiento Ambiental A.C. Disponible en: <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/decretos/region-laguna-de-bacalar?download=5:decreto-laguna-de-bacalar>

Green A. et al (2017) . Principios biofísicos para el diseño de una red de zonas de recuperación en el Sistema Arrecifal Mesoamericano. Informe técnico producido por The Nature Conservancy, Comunidad y Biodiversidad, A.C., Smithsonian Institution, Perry Institute for Marine Science, Centro de Estudios Marinos, Iniciativa Arrecifes Saludables y la Universidad Autónoma de Baja California Sur, 64 pp. Recuperado de: [https://www.tncmx.org/oceanos/wp-content/uploads/Files/Recursos%20Oceanos/2017%20Principios%20biofísicos%20en%20el%20SAM\\_Digital\\_20dic17\\_NG.pdf](https://www.tncmx.org/oceanos/wp-content/uploads/Files/Recursos%20Oceanos/2017%20Principios%20biofísicos%20en%20el%20SAM_Digital_20dic17_NG.pdf)

GSTC (2013) Criterios Globales de Turismo Sostenible para Destinos Turísticos Versión 1.0, 1 de noviembre de 2013. Recuperado de: <https://www.gstcouncil.org/wp-content/uploads/2017/01/Spanish-GSTC-Dv1-1nov13-2.pdf>

GEO4-UNEP, 2007. Fourth Environment Outlook (GEO-4) Assessment. United Nations Environment Programme, pp. 473. Disponible en: <https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-4>

Gutiérrez, L. E. 1983. Caracterización tóxica de algunos efluentes industriales mediante bioensayos estáticos con renovación. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 64 p. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21218/1/TE SIS.pdf>

Guzmán-Soriano, D.; Retana Guascón, O. G.; Cú-Vizcarra, J. D. (2013) Lista de los mamíferos terrestres del estado de Campeche, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), vol. 29, núm. 1, 2013, pp. 105-128 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57525802003>

Haynes D., Brodie J., Waterhouse J., Bainbridge Z., Bass D. and Hart B. 2007. Assessment of the water quality and ecosystem health of the greater barrier reef (Australia): conceptual models. Environ. Manag. 40, 993-1003. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/6053064\\_Assessment\\_of\\_the\\_Water\\_Quality\\_and\\_Ecosystem\\_Health\\_of\\_the\\_Great\\_Barrier\\_Reef\\_Australia\\_Conceptual\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/6053064_Assessment_of_the_Water_Quality_and_Ecosystem_Health_of_the_Great_Barrier_Reef_Australia_Conceptual_Models)

Healthy Reefs Initiative. 2015. Mesoamerican Reef, an Evaluation of Ecosystem Health. 2015. Patricia Kramer, et al. 2015 Report Card for the Mesoamerican Reef. Disponible en: <http://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2012/12/2018-MAR-Report-Card-Web.pdf>

Heffernan J.B., et al. (2010). Hydrologic and biotic influences on nitrate removal in a subtropical spring-fed river. Limnol. Oceanogr. 55 (1), 249-263. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/255613330\\_Hydrologic\\_and\\_biotic\\_influences\\_on\\_nitrate\\_removal\\_in\\_a\\_subtropical\\_spring-fed\\_river](https://www.researchgate.net/publication/255613330_Hydrologic_and_biotic_influences_on_nitrate_removal_in_a_subtropical_spring-fed_river)

Hernández-Terrones L., Rebolledo-Vieyra M., Merino-Ibarra M., Soto M., Le Cossec A., Monroy-Ríos. 2011. Groundwater pollution in a karstic región (NE Yucatan): baseline nutrient content and flux to coastal ecosystems. Water Air Soil Pollut. 218 (1-4), 517-528. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/225616012\\_Groundwater\\_Pollution\\_in\\_a\\_Karstic\\_Region\\_NE\\_Yucatan\\_Baseline\\_Nutrient\\_Content\\_and\\_Flux\\_to\\_Coastal\\_Ecosystems](https://www.researchgate.net/publication/225616012_Groundwater_Pollution_in_a_Karstic_Region_NE_Yucatan_Baseline_Nutrient_Content_and_Flux_to_Coastal_Ecosystems)

Hernández-Terrones L.M., Null. K.A., Ortega-Camacho D. and Paytan A. 2015. Water Quality assessment in the Mexican caribbean: Impacts on the coastal ecosystem. Continental Shelf Research. 102, 62-75. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434315000965>

Hernández-Betancourt S.F / Cimé Pool J. Sosa-Escalante J, Pech-Canché J., Chablé Santos J. (2010) Mamíferos terrestres. En Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. PNUD-Conabio. Recuperado de: [http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/03Parte2/Capitulo4/02Diversidad\\_faunistica/02%20Verterbrados/55Mamiferos\\_terrestres.pdf](http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/03Parte2/Capitulo4/02Diversidad_faunistica/02%20Verterbrados/55Mamiferos_terrestres.pdf)

Hernández Pérez, E., J. F. Moreira Ramírez, R. Reyna Hurtado 2016. El pecarí de labios blancos, símbolo de una vida social dentro de los bosques tropicales. Biodiversitas, 125:13-16 CONABIO. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv125%20art3.pdf>

H. Ayuntamiento de Bacalar (2016) Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Bacalar. Diagnóstico. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Recuperado de: <http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/documentos-tecnicos-bacalar>

H. Ayuntamiento de Bacalar. (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de: <http://transparenciabacalar.com/wp->

- <content/uploads/2019/04/PROGRAMA-MUNICIPAL-DE-DESARROLLO-2018-2021.pdf>
- H. Ayuntamiento de Benito Juárez (2018) Plan Municipal de Desarrollo (2018-2021) Recuperado de: [https://cancun.gob.mx/archivos\\_pdf/Planmunicipal/Plan\\_Municipal\\_de\\_Desarrollo\\_20182021.pdf](https://cancun.gob.mx/archivos_pdf/Planmunicipal/Plan_Municipal_de_Desarrollo_20182021.pdf)
- H. Ayuntamiento de Calakmul (2015) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Calakmul, Campeche. Recuperado de: <http://selvamaya.info/wp-content/uploads/2016/06/Programa-de-Ordenamiento-Ecol%C3%B3gico-del-territorio-del-Municipio-Calakmul-Campeche.pdf>
- H. Ayuntamiento de Calakmul (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de: <http://www.calakmul.gob.mx/Transparencia/Ayuntamiento/Planeacion/PMD%20Calakmul%202018-2021.pdf>
- H. Ayuntamiento de Campeche (2009) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Campeche. Gobierno del Municipio de Campeche 2009-2012. Recuperado de: [http://municipiocampeche.gob.mx/transparencia/pnt/durbano/7/6/2b/POET\\_MUNICIPIO\\_CAMPECHE.pdf](http://municipiocampeche.gob.mx/transparencia/pnt/durbano/7/6/2b/POET_MUNICIPIO_CAMPECHE.pdf)
- H. Ayuntamiento de Campeche (2015) Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018. Campeche. Recuperado de: <http://www.municipiocampeche.gob.mx/transparencia/pnt/sayuntamiento/juridico/acuerdos/30-planmunicipaldedesarrollo2015-2018.pdf>
- H. Ayuntamiento de Campeche (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Campeche. Recuperado de: [http://www.municipiocampeche.gob.mx/transparencia/pnt/sayuntamiento/plan\\_municipal/PMD\\_Final.pdf](http://www.municipiocampeche.gob.mx/transparencia/pnt/sayuntamiento/plan_municipal/PMD_Final.pdf)
- H. Ayuntamiento de Escárcega (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Escárcega, Campeche. Recuperado de :
- <http://www.seplan.campeche.gob.mx/images/docs/pmd15-18/pmd-15-18-escarcega.pdf>
- H. Ayuntamiento de Felipe Carrillo Puerto. (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de: <http://felipecarrillopuerto.gob.mx/images/Contenido/PLANDESARROLLO2018-2021-1.PDF>
- H. Ayuntamiento de Izamal (2015) Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018, Izamal, Yucatán. Recuperado de: <http://www.transparenciayucatan.org.mx/dwn.a9?ID=0a9c5322-0a08-428a-8b51-429eefd341e1>
- H. Ayuntamiento de Mérida (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Mérida, Yucatán. Recuperado de: [http://www.merida.gob.mx/gobierno/contenido/pdf/2018-2021/PMD\\_18-21.pdf](http://www.merida.gob.mx/gobierno/contenido/pdf/2018-2021/PMD_18-21.pdf)
- H. Ayuntamiento de Palenque. (2007) Programa de Desarrollo Urbano de Palenque, Chiapas. 2007-2030. Recuperado de: [http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLOURBANO/PROG\\_DES\\_URBANO\\_PALENQUE.pdf](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/productos/files/DESARROLLOURBANO/PROG_DES_URBANO_PALENQUE.pdf)
- H. Ayuntamiento de Palenque. (2015) Programa Municipal de Desarrollo 2015-2018. Recuperado de: <http://www.palenque.gob.mx/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo#p=30>
- H. Ayuntamiento de Puerto Morelos 2016-2018. (2017) Programas Municipales 2016-2018. Puerto Morelos Quintana Roo. Recuperado de: <https://www.puertomorelos.gob.mx/pdf/ProgramasMunicipales16-18.pdf>
- H. Ayuntamiento de Puerto Morelos. (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de: [https://www.puertomorelos.gob.mx/pdf/PERIODICO\\_2018-2021.PDF](https://www.puertomorelos.gob.mx/pdf/PERIODICO_2018-2021.PDF)

- H. Ayuntamiento de Solidaridad (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de: [https://gobiernodesolidaridad.gob.mx/category/Transparencia/Articulo93/FraccionI/a/PMD\\_Administraci%C3%B3n\\_2018-2021.pdf](https://gobiernodesolidaridad.gob.mx/category/Transparencia/Articulo93/FraccionI/a/PMD_Administraci%C3%B3n_2018-2021.pdf)
- H. Ayuntamiento de Tenosique (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Tenosique, Tabasco. Recuperado de: <https://tenosique.gob.mx/wp-content/uploads/2019/07/PLAN-MUNICIPAL-DE-DESARROLLO-TENOSIQUE-2018-2021.pdf>
- H. Ayuntamiento de Tinum (2018) Plan Municipal de Desarrollo, 2018-2021. Gaceta Municipal. Año: 2018 Tomo: 02 Órgano Oficial de Publicación del Municipio de Tinum, Yucatán, México. Recuperado de: <https://tinum.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/GACETA-MUNICIPAL-2.pdf>
- H. Ayuntamiento de Tulum (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. Recuperado de: <http://tulum.gob.mx/Pdfs/PMDTULUM.pdf>
- H. Ayuntamiento de Tulum (2019) Programa Municipal De Ordenamiento Territorial, Ecológico y Desarrollo Urbano Sustentable de Tulum, 2019. Recuperado de: <http://tulum.gob.mx/Pdfs/PMOTEDUS%20TULUM%202019%20SEDETUS.pdf>
- H. Ayuntamiento de Valladolid (2018) Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021—Recuperado de: <http://valladolid.gob.mx/gacetitas/71.pdf>
- Ibarra-Madrigal, Silvana Marisa. (2019). “Estrategias de comunicación hacia el ordenamiento ecológico territorial en el sistema kárstico del sur de Quintana Roo”. (Tesis de maestría) El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal Quintana Roo. 89p
- IMTA-SEMARNAT-INE (2008). Evaluación de la Afectación de la Calidad del Agua en Cuerpos de Agua Superficiales y Subterráneos por Efecto de la Variabilidad y el Cambio Climático y su Impacto en la Biodiversidad, Agricultura, Salud, Turismo e Industria. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales- Instituto Nacional de Ecología Participantes:

Leal, A M; Millán, G. D; Méndez, J. C. y Servín J. C. Informe Final 2008. 103 p Disponible en. <https://books.google.com.mx/books?id=67dFQcV-Jh0C&pg=PA44&lpg=PA44&dq=Evaluaci%C3%B3n+de+la+Afectaci%C3%B3n+de+la+Calidad+del+Agua+en+Cuerpos+de+Agua+Superficiales+y+Subterr%C3%A1neos+por+Efecto+de+la+Variabilidad+y+el+Cambio+Clim%C3%A1tico+y+su+Impacto+en+la+Biodiversidad,+Agricultura,+Salud,+Turismo+e+Industria&source=bl&ots=ea2eX3FK0Q&sig=ACfU3U2j5sBQ92APACKZauOedE57ImB5yA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiZmvCUM5jIAhUIPqOKHaeJAtYQ6AEwB3oECAKQAQ>

Instituto Nacional de Antropología e Historia. (2019) Sistema Institucional de Estadísticas de Visitantes. INAH. Disponible en: <https://www.estadisticas.inah.gob.mx/>

INEGI. (2005). Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. 1ª Edición. México. Disponible en [https://books.google.com/books/about/Estudio\\_hidrol%C3%B3gico\\_del\\_estado\\_de\\_Quint.html?id=PY4jAQAIAAAJ](https://books.google.com/books/about/Estudio_hidrol%C3%B3gico_del_estado_de_Quint.html?id=PY4jAQAIAAAJ)

INEGI (2008) Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Recuperado de: [https://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL\\_CARAC\\_EDA\\_FIS\\_VS\\_ENERO\\_29\\_2008.pdf](https://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf)

INEGI (2009) Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Campeche, Campeche. Clave geoestadística 04002. Recuperado de: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/04/04002.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/04/04002.pdf)

INEGI (2010a) Principales resultados por AGEB y manzana urbana 2010. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/tmp/scitel/Consultas/>

INEGI (2010b) Panorama Sociodemográfico de Yucatán. COESPO-INEGI. 234 p. Recuperado de:

- [http://www.coespo.yucatan.gob.mx/general/31\\_Panorama\\_Yuc-pdf](http://www.coespo.yucatan.gob.mx/general/31_Panorama_Yuc-pdf)
- INEGI (2015a) Panorama Sociodemográfico de Quintana Roo. COESPO-INEGI 21 p. Recuperado de: <http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/PUBLICACIONES%20DE%20INTERES/PANORAMA%20SOCIODEMOGRAFICO%20DE%20QUINTANA%20ROO%202015.pdf>
- INEGI (2015b) Características de las localidades y del entorno urbano 2014. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/cleu/2014/?ps=Microdatos>
- INEGI (2015c) Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 Quintana Roo. Recuperada de: <http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/Encuesta%20Intercensal/Principales%20Resultados%20de%20la%20Encuesta%20Intercensal%202015%20Q%20Roo.pdf>
- INEGI (2016) Estructura económica de Quintana Roo en síntesis / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, c2016 vii, 19 p número de catálogo 339.372 (México). Recuperado de: <http://coespo.groo.gob.mx/Descargas/doc/1%20Indices%20de%20Marginaci%C3%B3n%20y%20Actividad%20Socioeconomica%20de%20QROO/Estructura%20Econ%C3%B3mica%20de%20QROO%20en%20sitensis%202016.pdf>
- INEGI (2017a) Anuario estadístico y geográfico de Campeche 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2017. Recuperado de: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/CAM\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/CAM_ANUARIO_PDF.pdf)
- INEGI (2017b) Anuario estadístico y geográfico de Chiapas 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México : INEGI, c2017. Recuperado de: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/Chis\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/Chis_ANUARIO_PDF.pdf)
- INEGI (2017c) Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México : INEGI, c2017. Recuperado de: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/QROO\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/QROO_ANUARIO_PDF.pdf)
- INEGI (2017d) Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2017. Recuperado de: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/TAB\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/TAB_ANUARIO_PDF.pdf)
- INEGI (2017e) Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2017. Recuperado de: [https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF\\_Docs/Yuc\\_ANUARIO\\_PDF.pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/Yuc_ANUARIO_PDF.pdf)
- INEGI (2017f) Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2017. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2017/default.html#Tabulados>
- INEGI (2018) Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Recuperado de: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/enoe\\_ie/enoe\\_ie2018\\_08.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/enoe_ie/enoe_ie2018_08.pdf)
- INEGI (2019). Estadísticas socioeconómico y ambientales por entidad federativa. <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/dispon.aspx?tema=I>
- INFONAVIT-ONU Hábitat. (2018) Índice Básico de las Ciudades Prósperas. Medición, nivel básico. Recuperado de: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/indice-de-las-ciudades-prosperas-cpi-mexico-2018>

Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (s/f) Sistema Nacional de Información Municipal SNIM-INAFED. Disponible en: <http://www.snim.rami.gob.mx>

Jiménez-Pérez J.M. (2016) Valladolid, un gran problema de residuos y contaminación. México Sostenible. 8 p. Recuperado de: <https://ecoosfera.com/2016/10/valladolid-un-gran-problema-de-residuos-y-contaminacion/>

Lapointe B.E., O'Connell J.D., Garret G.S. (1990) Nutrient coupling between on-site sewage disposal systems, groundwaters, and nearshore surface waters of the Florida Keys. Biogeochemistry. 10, 289-307. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00003149>

Leal-Bautista RM, Lenczewski M, Morgan C, Gahala A, McLain JE. (2013). Assessing Fecal Contamination in Groundwater from the Tulum Region, Quintana Roo, Mexico. Journal of Environmental Protection, 2013, 4, 1272-1279. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/260021336\\_Assessing\\_Fecal\\_Contamination\\_in\\_Groundwater\\_from\\_the\\_Tulum\\_Region\\_Quintana\\_Roo\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/260021336_Assessing_Fecal_Contamination_in_Groundwater_from_the_Tulum_Region_Quintana_Roo_Mexico)

León-Borges J.A. and Lizardi-Jiménez M.A. (2017). Hydrocarbon pollution in underwater sinkholes of the Mexican Caribbean caused by tourism and asphalt: Historical data series and cluster analysis. Tourism Management. 63, 179-186. Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/eee/touman/v63y2017icp179-186.html>

Lizardi-Jiménez, M. A., Leal-Bautista, R. M., Ordaz, A., & Reyna-Velarde, R. (2015) Airlift bioreactors for hydrocarbon water pollution remediation in a tourism development pole. Desalination and Water Treatment, 54, 44e49. Disponible [https://www.researchgate.net/publication/259971967\\_Desalination\\_and\\_Water\\_Treatment\\_Airlift\\_bioreactors\\_for\\_hydrocarbon\\_water\\_pollution\\_remediation\\_in\\_a\\_tourism\\_development\\_pole](https://www.researchgate.net/publication/259971967_Desalination_and_Water_Treatment_Airlift_bioreactors_for_hydrocarbon_water_pollution_remediation_in_a_tourism_development_pole) PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE Airlift bioreactors for hydrocarbon water

Lopez-Tamayo, A. (2015). Exploración geofísica para la prospección hidrogeológica del sistema Pool Tunich, Solidaridad, Quintana Roo, México [Geophysical exploration for prospecting the hydrogeological system of the Pool Tunich, Solidaridad, Quintana Roo, Mexico]. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Posgrado en Ciencias del Agua. 181 p. Disponible en: [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/364/1/PCA\\_M\\_Tesis\\_2015\\_Lopez\\_Alejandro.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/364/1/PCA_M_Tesis_2015_Lopez_Alejandro.pdf)

López Bonilla y López Bonilla (2008) La capacidad de carga turística: Revisión crítica de un instrumento de medida de sostenibilidad. El Periplo Sustentable. Universidad Autónoma del Estado de México. N° 15 julio/diciembre 2008. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5026295.pdf>

Mandujano, S. (2011) Consideraciones ecológicas para el manejo del venado cola blanca en UMA extensivas en bosques tropicales. INECC, México. Recuperado de <https://micrositios.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/646/consideraciones.pdf>

Marín S.L., Escolero F. O, Rebolledo V.M, Balcazar M., Santillán P. y Martínez V. (2005). Programa de Monitoreo de Aguas Subterráneas del Parque Xcaret y sus alrededores, Estado de Quintana Roo. UNAM. XCARET. México. Disponible en: <https://docplayer.es/29112811-Programa-de-monitoreo-de-aguas-subterraneeas-del-parque-xcaret-y-sus-alrededores-estado-de-quintana-roo.html>

Marín LE, Perry E, Essaid HI, Steinich B (2004) Hydrogeological investigations and numerical simulation of groundwater flow in the karstic aquifer of northwestern Yucatan, Mexico. In: Cheng A, Ouazar D (eds) Coastal aquifer management: monitoring, modeling and case studies. CRC, Boca Raton, FL, pp 257–278. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/327033589\\_Hydrogeological\\_investigations\\_and\\_numerical\\_simulation\\_of\\_groundwater\\_flow\\_in\\_the\\_karstic\\_aquifer\\_of\\_northwestern\\_yucatan\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/327033589_Hydrogeological_investigations_and_numerical_simulation_of_groundwater_flow_in_the_karstic_aquifer_of_northwestern_yucatan_Mexico)

- Matos L. y Pérez, S. (2019). Revisión sobre la capacidad de carga turística y la prevención de problemas ambientales en destinos emergentes. *Turismo y Sociedad*, XXIV, pp. 77-100. DOI: <https://doi.org/10.18601/01207555.n24.04>
- Maya Ka'an (2014) Catálogo de Productos y Servicios Turísticos. Recuperado de: [http://mayakaan.travel/catalogos/Catalogo\\_MayaKaan\\_espanol\\_low.pdf](http://mayakaan.travel/catalogos/Catalogo_MayaKaan_espanol_low.pdf)
- Mc Coy, C. (2016) Evaluación de la capacidad de carga turística como elemento de análisis del desempeño de un destino turístico: caso Cancún. *Revista Internacional Administración & Finanzas* Vol. 9, No. 6, 2016, pp. 59-80 ISSN: 1933-608X (print) ISSN: 2157-3182 (online) Recuperado de: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/ibf/riafin/riaf-v9n6-2016/RIAF-V9N6-2016-5.pdf>
- Meléndez Ramírez V et al (2010) Abejas Silvestres de Yucatán: amenazas para su conservación. En *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*, Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 p.
- Méndez Novelo, R; Castillo Borges, E.; Vázquez Borges, E.; Briceño Pérez, O.; Coronado Peraza, V.; Pat Canul, R.; Garrido Vivas, P. Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. *Ingeniería*, vol. 13, núm. 2, mayo-agosto, 2009, pp. 13-21. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46713053002.pdf>
- Metcalf C.D, Beddows P.A., Gold Bouchot G., Metcalfe T.L., Li H and Van Lavieren H. 2011. Contaminantes in the coastal karst aquifer system along the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Environmental Pollution*. 159, 991-997. Disponible en <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/contaminants-in-the-coastal-karst-aquifer-system-along-the-caribbean>
- Morales, D. (2014). Capacidad de carga física y real para atractivos turísticos priorizados y vías de acceso en el casco urbano de Puerto Nariño, Amazonas, *Anuario Turismo y Sociedad*, Vol. XV, (p. 167-186). Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=2646716>
- Monroy-Ríos E (2016) ¿Cómo se formaron cuevas y cenotes? Espeleogénesis. *Environmental Biogeochemistry – Blog personal*. Publicado el 20 de mayo, 2016. Disponible en: <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/2016/05/20/espeleogenesis/>
- Monroy-Ríos E. (2019) Por las Rutas del Tren Maya. *Blog personal*. Publicado el 4 de agosto de 2019. Disponible en: <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/post/>
- Mullen, K.M., Harvell C.D., Alker A.P., Dube D., Jordan-Dahlgren E. and Petes J.R. 2006. Host range and resistance to aspergillosis in three sea fan species from the Yucatan. *Marine Biology*. 149, 1355-1364. Disponible en <https://www.aspergillus.org.uk/content/host-range-and-resistance-aspergillosis-three-sea-fan-species-yucatan>
- Null K.A., Knee K.L., Crook E., de Sieyes N.R., Rebolledo-Vieyra M., Hernández-Terrones L., Paytan A. (2014). Composition and fluxes of submarine groundwater along the Caribbean coast Yucatan Peninsula. *Cont. Shelf Res.* 77, 38-50. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434314000247>
- Oberdofer J.A. (2003). Hydrogeological modelling of submarine groundwater discharge: comparison to other quantitative methods. *Biogeochemistry* 66, 159-169. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:BIOG.000006096.94630.54>
- Observatorio Turístico de Yucatán (2018) Estudio de perfil y grado de satisfacción del turista de reuniones. Secretaría de Fomento Turístico-Conacyt. Mérida, Yucatán. Recuperado de: <http://www.observatoryucatan.org.mx/public/publicaciones/ResumenEstudiodePerfilyGradodeSatisfacciondelTuristadeReuniones.pdf>

Orellana et al., 2010, Escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán Observatorio Turístico de Yucatán (2018) Estudio de perfil y grado de satisfacción del turista de reuniones. Secretaría de Fomento Turístico-Conacyt. Mérida, Yucatán. Recuperado de: <http://www.observatoryucatan.org.mx/public/publicaciones/ResumenEstudiodePerfilyGradodeSatisfacciondelTuristadeReuniones.pdf>

OMT (2004). Indicators of sustainable development for tourism destinations, a guidebook. Madrid: World Tourism Organization. Disponible en: <http://www.adriaticgreenet.org/icareforeurope/wp-content/uploads/2013/11/Indicators-of-Sustainable-Development-for-Tourism-Destinations-A-Guide-Book-by-UNWTO.pdf>

Pacheco et.al.(2004) Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. Ingeniería 8-2 (2004) 165-179. Recuperado de <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf>

Palafox Muñoz, A. y Segrado, R. (2008). Capacidad de carga turística: alternativa para el desarrollo sustentable de Cozumel. *Revista Turismo & Desarrollo*, 10. 137-148. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/230676979\\_Capacidad\\_de\\_carga\\_turistica\\_alternativa\\_para\\_el\\_desarrollo\\_sustentable\\_de\\_Cozumel/link/540729340cf23d9765a83c85/download](https://www.researchgate.net/publication/230676979_Capacidad_de_carga_turistica_alternativa_para_el_desarrollo_sustentable_de_Cozumel/link/540729340cf23d9765a83c85/download)

Perry E., Swift J., Gamboa J., Reeve A., Sanborn R., Marin L., Villasuso M. (1989). Geological and Environmental Aspects of Surface Cementation, North Coast, Yucatan, Mexico. *Geology*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/249519432\\_Geologic\\_and\\_environmental\\_aspects\\_of\\_surface\\_cementation\\_north\\_coast\\_Yucatan\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/249519432_Geologic_and_environmental_aspects_of_surface_cementation_north_coast_Yucatan_Mexico)

Porcella, D. B. (1983). Protocol for Bioassessment of Hazardous Waste Sites. Environmental Research Laboratory. U. S. Environmental

Protection Agency, Corvallis, Or, EPA 60072-83/054, NTIS Publ. No. PB83-241737. Citado por: Burton, G. A. y Pitt E. R., 2002. Stormwater effect handbook: a toolbox for watershed managers, scientists, and engineers. Lewis Publishers. A CRC Press Company. 911 pp. Disponible en <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=20007HI6.TXT>

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). (2011). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F. Recuperado de: [https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/TOMO\\_1/1\\_Capitulo\\_baja.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/TOMO_1/1_Capitulo_baja.pdf)

PNUD-CONABIO (2010) Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán . FMAM, PNUD; SGP; CICY; Conabio; Corredor Biológico Mesoamericano; Secretaría de Desarrollo Humano y Medio Ambiente. Recuperado de: <http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-yucatan/libro-biodiversidad-yucatan.php#Ancla>

PNUMA. (2012). Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe y sus Protocolos. Kingston.

Profepa (2015) Recomendación BP872/-15 27. Noviembre 2015. Disponible en: [https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/7803/1/mx.wap/de\\_manda\\_profepa\\_atencion\\_urgente\\_a\\_laguna\\_de\\_bacalar\\_por\\_contaminacion\\_causada\\_por\\_desarrollos\\_irregulares\\_y\\_descargas\\_residuales.html](https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/7803/1/mx.wap/de_manda_profepa_atencion_urgente_a_laguna_de_bacalar_por_contaminacion_causada_por_desarrollos_irregulares_y_descargas_residuales.html)

Quintana Roo Speleological Survey QRSS (2018) List of Long Underwater Caves in Quintana Roo Mexico. Quintana Roo Speleological Survey. National Speleological Society (NSS). Consultada el 12 de julio de 2019. Disponible en <https://caves.org/project/qrss/qrss.htm>

Quintana Roo Speleological Survey QRSS (2007) Conservación de cuevas Inundadas. Disponible en: <https://caves.org/project/qrss/conservesp.htm>

Retana-Guiascón O.G & Padilla-Paz S.E. (2018) Cacería y Aprovechamiento del Venado Colablanca por Indígenas Mayas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21 (2018): 283 - 294. Recuperado de: <http://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/2442/1149>

Rojas Canales M.C. Y Ríos Valdez A. (2012) Informe de Evaluación Ambiental Proyecto: Sistemas Productivos Sostenibles y Biodiversidad. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos. recuperado de [http://200.12.166.9/web/pdf/SPSB\\_InformeEvaluacionAmbiental.pdf](http://200.12.166.9/web/pdf/SPSB_InformeEvaluacionAmbiental.pdf)

Rodríguez-Martínez, R.E.; van Tussenbroek, B.; Jordán-Dahlgren, E. (2016) Afluencia masiva de sargazo pelágico a la costa del Caribe Mexicano (2014-2015) *Caribe Mexicano* p. 353-365 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/317222216\\_Afluencia\\_masiva\\_de\\_sargazo\\_pelagico\\_a\\_la\\_costa\\_del\\_Caribe\\_mexicano\\_2014-2015](https://www.researchgate.net/publication/317222216_Afluencia_masiva_de_sargazo_pelagico_a_la_costa_del_Caribe_mexicano_2014-2015)

Rzedowski, J. (2006) Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp. Recuperado de: <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Mayo2006/pdf/spa/doc10206/>

Sánchez Islas Y; et al (2019) Organización y empoderamiento de mujeres en el Turismo Rural Comunitario: Red Ecoturística Calakmul, Campeche, México. *Sociedad y Ambiente* año 7, núm. 19, marzo-junio 2019, ISSN: 2007-6576, pp. 217-239. doi: 10.31840/sya.v0i19.1943 Recuperado de:

<http://revistas.ecosur.mx/sociedadambiente/index.php/sya/article/view/1943/1776>

Sánchez Rivera, R. A. (2019) Quintana Roo Saneamiento. Situación Actual y Perspectivas 2019. Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. Gobierno de Quintana Roo. Chetumal, Q. Roo. Disponible en: <https://drive.google.com/open?id=0BzOYYAL8xlvHUkxEVUY5eEtpWW1OSINYeJnQUFZldEpneHFr>

Saveriades, A. (2000). "Establishing the social carrying capacity for the tourist resorts of the East Coast of the Republic of Cyprus". *Tourist Management*, Nº 21, pp. 147-156. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/223807502\\_Establishing\\_the\\_Social\\_Tourism\\_Carrying\\_Capacity\\_for\\_the\\_Tourist\\_Resorts\\_of\\_the\\_East\\_Coast\\_of\\_the\\_Republic\\_of\\_Cyprus](https://www.researchgate.net/publication/223807502_Establishing_the_Social_Tourism_Carrying_Capacity_for_the_Tourist_Resorts_of_the_East_Coast_of_the_Republic_of_Cyprus)

Schiller A., Supper R., Schattauer I., Motschka K., Merediz-Alonso G. and Lopez-Tamayo A. 2017. Advanced Airborne Electromagnetics for Capturing Hydrogeological Parameters Over the Coastal Karst System of Tulum, Mexico. *Eurokarst 2016*. Springer. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-45465-8\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-45465-8_4)

Secretaría del Bienestar (2019) Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social Yucatán. Recuperado de: [https://extranet.bienestar.gob.mx/pnt/Informes\\_por\\_municipio/Yucat\\_n\\_2019.pdf](https://extranet.bienestar.gob.mx/pnt/Informes_por_municipio/Yucat_n_2019.pdf)

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano/Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable (2019) Programa Municipal De Desarrollo Urbano De Benito Juárez, Quintana Roo 2018 -2030. SEDATU/SEDETUS Recuperado de: [https://cancun.gob.mx/archivos/pdf/PMDU/PMDU\\_BJ\\_2018.pdf](https://cancun.gob.mx/archivos/pdf/PMDU/PMDU_BJ_2018.pdf)

Secretaría de Desarrollo Social (2013) Catálogo de Microrregiones. SEDESOL Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/Default.aspx?entra=nacion>

Secretaría de Desarrollo Social (2016) Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. 2016.- SEDESOL Disponible en: [http://www.2012-2015.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informe\\_anual\\_sobre\\_la\\_situacion\\_de\\_pobreza\\_y\\_rezago\\_social](http://www.2012-2015.sedesol.gob.mx/en/SEDESOL/Informe_anual_sobre_la_situacion_de_pobreza_y_rezago_social)

Secretaría de Desarrollo Sustentable Yucatán. (2018) Fichas Técnica Sitios de Disposición Final de Residuos De Yucatán. <http://sds.yucatan.gob.mx/residuos-solidos/ficha-sdfrs.php?IdMunicipio=102>

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (2010) Actualización del programa subregional de Desarrollo urbano de la región caribe norte Del estado de Quintana Roo. Versión ejecutiva. SEDUMA Chetumal, q. Roo, mayo de 2010. Recuperado de: [http://www.ccpy.gob.mx/archivos/documentos-agendas/tmp\\_201509112128.pdf](http://www.ccpy.gob.mx/archivos/documentos-agendas/tmp_201509112128.pdf)

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (2012) Programa Estatal para la prevención y gestión integral de los residuos en el estado de Quintana Roo 2009-2011. SEDUMA-IPN-GTZ Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187443/Quintana\\_Roo.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187443/Quintana_Roo.pdf)

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (2018) Programa de gestión para mejorar la calidad del aire del estado de Yucatán. 2018-2027 SEDUMA, Proaire, Semarnat, recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310364/27\\_ProAire\\_Yucatan.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310364/27_ProAire_Yucatan.pdf)

Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo. (2009) Decreto del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad, Quintana Roo. Recuperado de: <http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/decretos/municipio-de-solidaridad?download=17:decreto-poel-solidaridad>

Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo (2012) Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de

Bacalar. Etapa de Caracterización. Recuperado de: <http://sema.groo.gob.mx/bitacora/index.php/procesos/municipio-de-bacalar/documentos-tecnicos-bacalar?download=54:caracterizacion-poel-bacalar>

Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo.(2018) Diagnóstico de la gestión integral de residuos en el estado de Quintana Roo 2016-2017. Disponible en: <https://www.groo.gob.mx/sema>

Secretaría Estatal de Turismo de Campeche (2018) Agenda de competitividad turística de Campeche, 2013-2018. Recuperado de: <http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/PDF-Campeche.pdf>

Secretaría Estatal de Turismo de Chiapas. (2019) Reporte Estadístico de Indicadores del Sector Turístico de Chiapas. Recuperado de <http://www.turismochiapas.gob.mx/institucional/estadisticas/formatos/ABRIL2019.pdf>

Secretaría Estatal de Turismo de Q. Roo (2018a) Reporte Anual de Turismo de Quintana Roo 2017. Recuperado de: <http://caribemexicano.travel/ARCHIVOS/REPORTE%20TURISMO%202017.pdf>

Secretaría Estatal de Turismo de Q. Roo (2018b) Estudios del perfil del turista en Quintana Roo 2018. Disponible en: <https://groo.gob.mx/sedetur/estudios-del-perfil-del-turista-en-quintana-roo-2018>

Secretaría Estatal de Turismo/Universidad de Q. Roo (2013a) Estudio de Competitividad Turística del Destino Cancún. Sectur/UQroo. Recuperado de <http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/PDF-Cancun.pdf>

Secretaría Estatal de Turismo/Universidad de Q. Roo (2013b) Estudio de Competitividad Turística del destino Riviera Maya. Sectur/UQroo. Recuperado de: <http://www.sectur.gob.mx/wp-content/uploads/2015/02/PDF-Riviera-Maya.pdf>

Secretaría de Fomento Turístico de Yucatán (2016) Diagnóstico de competitividad y sustentabilidad de los pueblos mágicos. Municipio de Izamal, Yucatán. Sectur-UADY-SEFOTUR Gobierno del Estado de Yucatán. Recuperado de: [http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/estudios\\_y\\_proyectos/1c382f066b1b6789f42f08b57d4ea48b.pdf](http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/estudios_y_proyectos/1c382f066b1b6789f42f08b57d4ea48b.pdf)

Secretaría de Fomento Turístico de Yucatán (2019) Estimación de la derrama económica de los visitantes con pernocta al estado de Yucatán. Serie histórica 2014-2018. SEFOTUR. Recuperado de: [http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/derrama\\_economica/fa03bcc15a1bd8061e01d25dbf46e172.pdf](http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/derrama_economica/fa03bcc15a1bd8061e01d25dbf46e172.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2007) Plan de Manejo Tipo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) En Climas Templados y Tropicales de México, Extensivo y Cría en Cautiverio. Semarnat Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/Planes%20de%20Manejo/Plan%20de%20Manejo%20Tipo%20de%20Venado%20Cola%20Blanca%20en%20Zonas%20Templadas%20y%20Tropicales.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009a) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), SEMARNAT-CONANP, México (Año de edición 2009). Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/350217/PACE\\_Tapir\\_2009.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/350217/PACE_Tapir_2009.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009b) Programa de acción para la Conservación de la especie: Jaguar (*Panthera onca*) SEMARNAT-CONANP, México (Año de edición 2009). Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251960/PACE\\_Jaguar\\_2009.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251960/PACE_Jaguar_2009.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009c) Programa de acción para la Conservación de la especie: Guacamaya Roja (*Ara macao cyanoptera*) SEMARNAT-CONANP, México. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251940/PACE\\_Guacamaya\\_Roja\\_2009.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251940/PACE_Guacamaya_Roja_2009.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012a) Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Guacamaya verde (*Ara militaris*). Patricia Oropeza Hernández y Eduardo Rendón Hernández (Eds.) (1a Ed.) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales / Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas / México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251943/PACE\\_Guacamaya\\_Verde.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251943/PACE_Guacamaya_Verde.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012b) Programa de Acción para la Conservación de las Especies: Loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) y Loro nuca amarilla (*Amazona auropalliata*). Eduardo Rendón Hernández y Patricia Oropeza Hernández (Eds.) (1a Ed.) México Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012a) Recuperado de: [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251986/PACE - Loros Nuca y Cabeza Amarilla.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/251986/PACE_Loros_Nuca_y_Cabeza_Amarilla.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013a) Generación estimada de residuos sólidos urbanos por entidad federativa (miles de toneladas). Secretaría de Desarrollo Social, Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Semarnat Abril, 2013. Disponible en: [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_e x=D3\\_RSM01\\_04&IBIC user=dgeia\\_mce&IBIC pass=dgeia\\_mce&NOMBREENTIDAD=\\* &NOMBREANIO=\\*](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_e x=D3_RSM01_04&IBIC user=dgeia_mce&IBIC pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=*)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013b). Programa Nacional Hídrico 2014-2018. México. Disponible en <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-hidrico-pnh-2014-2018>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014a) Agua. Calidad. Disponible en [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen14/06\\_agua/6\\_2\\_3.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_3.html)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014b) Mapa de El Medio Ambiente en México 2013-2014. Disponible en <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/index.html#PC/CId=72>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014c) Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Yucatán 2013. Semarnat/Conafor Recuperado de: [http://187.218.230.30/filesconafor/userfiles/IEFYs/IEFYS\\_Yucatan\\_2013/IEFYS\\_Yucatan\\_2013.pdf](http://187.218.230.30/filesconafor/userfiles/IEFYs/IEFYS_Yucatan_2013/IEFYS_Yucatan_2013.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2016) Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Semarnat. Recuperado de: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap1.html>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018a). Programa de Acción para la Conservación del Ocelote, Margay y Jaguarundi. SEMARNAT/CONANP, México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/uploads/attachment/file/443996/PACE\\_Peque\\_os\\_Felinos.pdf](https://www.gob.mx/uploads/attachment/file/443996/PACE_Peque_os_Felinos.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018b) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Verde/Negra (Chelonia mydas), Semarnat-Conap, México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/471546/PACE\\_Tortuga\\_Verde\\_VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/471546/PACE_Tortuga_Verde_VF.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018c) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tortuga Caguama (Caretta caretta), SEMARNAT/ CONANP/PNUD, México. Recuperado de:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/471554/PACE\\_Tortuga\\_Caguama\\_VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/471554/PACE_Tortuga_Caguama_VF.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018d) Programa de acción para la conservación de la especie tortuga carey, (Eretmochelys imbricata). SEMARNAT/ CONANP/PNUD, México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/350214/PACE\\_Tortuga\\_Carey.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/350214/PACE_Tortuga_Carey.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018e) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Pecarí de Labios Blancos (Tayassu pecari), SEMARNAT-CONANP, México. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/443991/PACE\\_Pecar\\_de\\_Labios\\_Blancos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/443991/PACE_Pecar_de_Labios_Blancos.pdf)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018f) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Tiburón Ballena (Rhincodon typus), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018). Recuperado de: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-especies-pace-tiburon-ballena-rhincodon-typus?state=published>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018g) Programa de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo, como parte de los Programas para la Conservación de Especies (PACE): Crocodylia (Crocodylus acutus, Crocodylus moreletti y Caiman crocodilus chiapasius), Semarnat/Conanp, México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-especies-pace-crocodylia?state=published>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018h). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Manatí (Trichechus manatus manatus), Semarnat/CONANP, México. Recuperado de:

- [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/443941/PACE\\_Manati.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/443941/PACE_Manati.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018i) Programa de Acción para la Conservación de las Especies Tiburones y Rayas, SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018). Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444011/PACE\\_Tiburones\\_y\\_Rayas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444011/PACE_Tiburones_y_Rayas.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018j) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Quetzal (*Pharomachrus mocinno mocinno*), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/472909/PACE\\_Quetzal\\_Mesoamericano .pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/472909/PACE_Quetzal_Mesoamericano.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018k). Programa de Acción para la Conservación de la Especie Halcón Aplomado (*Falco femoralis*), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018). Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447069/PACE\\_Halc\\_n\\_aplomado2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/447069/PACE_Halc_n_aplomado2.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018m) Programa de Acción para la Conservación de las Especies Águilas Neotropicales y Zopilote Rey (*Harpya harpyja*, *Spizaetus tyrannus*, *Spizaetus ornatus*, *Spizaetus melanoleucus* y *Sarcoramphus papa*), SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición 2018). Recuperado de: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-especies-pace-aguilas-neotropicales-y-zopilote-rey>
- Secretaría de Turismo (s/f) Datatur, Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica de Turismo - SNIEGT. Disponible en: <http://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx>
- Secretaría de Turismo (2016) Big Data y Turismo en México: Pueblos Mágicos. Documentos de Investigación Estadística y Económica N°. 2016-5. Subsecretaría de Planeación y Política Turística. Sectur. Recuperado de: [http://www.datatur.sectur.gob.mx/Documentos%20compartidos/2016\\_5.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/Documentos%20compartidos/2016_5.pdf)
- Secretaría de Turismo (2018) Compendio Estadístico del Turismo en México 2017. Datatur. Recuperado de <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/CompendioEstadistico.aspx#>
- Segrado Pavón, R.; González, C.; Arroyo, L. y Quiroga, B. (2016) Capacidad de carga turística y aprovechamiento sustentable de Áreas Naturales Protegidas. *CIENCIA ergo-sum*, ISSN 1405-0269, Vol. 24-2, julio-octubre 2017. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. (p. 164-172) Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6046443>
- Singh, S. (2015) What's Wrong with Carrying Capacity for Tourism? *Tourism Recreation Research* vol. 31(2), 2006: 67-72. Enero 2015 DOI: 10.1080/02508281.2006.11081263. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/271725594\\_What's\\_Wrong\\_with\\_Carrying\\_Capacity\\_for\\_Tourism](https://www.researchgate.net/publication/271725594_What's_Wrong_with_Carrying_Capacity_for_Tourism)
- Slater, K et al. (2014) Impacto del snorkel en el comportamiento de las Tortugas Marinas de la especie *Chelonia mydas* en la bahía de Akumal. Recuperado de: <http://www.cofemersimir.gob.mx/expediente/20122/mir/42566/anexo/3634978>
- Slater, K (2017) Informe del Proyecto de Monitoreo de Flora y Fauna de Operation Wallacea y Pronatura Península de Yucatán en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, 2016-2017 Recuperado de: <https://www.opwall.com/uploads/2018/12/2016-2017-Informe-del-Monitoreo-de-Flora-y-Fauna-en-la-Biosfera-de-Calakmul.pdf>
- Slater, K (2018) impacto de la carretera "Calakmul" sobre la fauna silvestre. Calakmul, Campeche, México. Recuperado de:

- <https://www.opwall.com/uploads/2018/12/Informe-del-impacto-de-carratera-Calakmul.pdf>
- Smart P.L., Beddows P.A., Coke J., Doerr S., Smith S. and Whitaker F.F. (2006). Cave development on the Caribbean coast of the Yucatan Peninsula, Quintana Roo, Mexico. In: Harmon RS, Wicks CM (eds) Perspectives on karst geomorphology hydrology, and geochemistry: a tribute volumen to Derek C. Ford and William B. White: Geological Society of America Special Paper 404, p- 105-128; doi:10.113:2006. 2404(10). Disponible en: <https://pubs.geoscienceworld.org/books/book/568/chapter/3803042/Cave-development-on-the-Caribbean-coast-of-the>
- Sosa-Escalante J.E. et al (2013) Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. Revista Mexicana de Biodiversidad 84, 2013 DOI: 10.7550/rmb.33285 Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532013000300022](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532013000300022)
- Sosa-Escalante J.E. et al (2014) los mamíferos del estado De Yucatán Revista Mexicana De Mastozoología Nueva época, 2014, Año 4 Núm. 1. Recuperado de: <http://www.revmexmastozoologia.unam.mx/ojs/index.php/rmm/article/view/190>
- Stoessel, R.K. (1995). Dampening of transverse dispersion in the halocline in the karst limestone in the northeastern Yucatan Peninsula. Ground Water 32. No. 3: 366-371. Disponible en: <https://ngwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-6584.1995.tb00291.x>
- Stoessel, R. K., J. G. Coke, and D. H. Easley. (2002) Localized thermal anomalies in haloclines of coastal Yucatan sinkholes: Ground Water, v. 40, p. 416-424. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12113360>
- Tudela Serrano M.L. y Gimenez Alarte A.I. (2009) Capacidad de carga turística en cuatro senderos de Caravaca de la Cruz (Murcia) M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente 2008, 6:1-20 UCM: ISSN: 1886-3329 20 p. Recuperada de: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>
- Thomann, R.V. y Di Toro, D.M. 1983. Physico Chemical model of toxic substances in the Great Lakes. Jour. Great Lakes Research, 9(4): 476-496 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0380133083719210>
- UADY (2014) Perfil y Grado de Satisfacción del Turista que visita Mérida. Reporte octubre-noviembre 2014. Recuperado de: [http://www.ecorfan.org/actas/A%20T%20III/A%20TIII\\_10.pdf](http://www.ecorfan.org/actas/A%20T%20III/A%20TIII_10.pdf)
- Vallejo Nieto, M. I. (2010) Comercialización y Vulnerabilidad de Campesinos a huracanes y sequías en Calakmul, Campeche, México. El Colegio de la Frontera Sur. Recuperado de: [https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1892/1/100000049981\\_documento.pdfhttps://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1892/1/100000049981\\_documento.pdf](https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1892/1/100000049981_documento.pdfhttps://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1892/1/100000049981_documento.pdf)
- Vanegas, G. (2006). "Ecoturismo, instrumento de desarrollo sostenible". Proyecto para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquía, Colombia. [http://www.researchgate.net/publication/37368330\\_Ecoturismo\\_instrumento\\_de\\_desarrollo\\_sostenible](http://www.researchgate.net/publication/37368330_Ecoturismo_instrumento_de_desarrollo_sostenible)
- Vargas-Contreras J.A.; Escalona-Segura, G., Arroyo-Cabrales, J. Rendon Von Osten J. y Navarro L. (2012) Conservación de Murciélagos en Campeche. THERYA, abril, 2012 Vol.3(1):53-66 DOI: 10.12933/therya-12-56 Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-33642012000100004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-33642012000100004)
- Velazquez-Oliman. (1995). Estudio Geoquímico del Anillo de Cenotes, Yucatán. Tesis de Maestría, UNAM. Mexico. Disponible

- en: [https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=rwJWvp&i=2&d=false&t=search\\_0&v=1&as=0&q=humanidades](https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=rwJWvp&i=2&d=false&t=search_0&v=1&as=0&q=humanidades)
- Veni, G. (1990) Maya Utilization of Karst Groundwater Resources. *Environmental Geology and Water Sciences* 16(1):63-66. doi:10.1007/BF01702224 Disponible en: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1990EnGeo..16...63V>
- Villanueva Nava G. (2019) Agroforestería, ¿cómo sembrar alimentos reforestando? En *Permacultura, principios Éticos y Agroforestería. Biosfétil del Sureste*, Puerto Morelos, Q. Roo, México. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0BzOYYAL8xlvHUURvNDYzNEdJTjYyEFXMIrCTU9QdGpleW9N/view?usp=sharing>
- Villalobos-Zapata, G. J., y J. Mendoza Vega (Coord.), 2010. *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México. 730 p. Recuperado de [http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-campeche/libro\\_biodiversidad\\_campeche.pdf](http://sds.yucatan.gob.mx/biodiversidad-campeche/libro_biodiversidad_campeche.pdf)
- Ward-Paige CA, Risk MJ, Sherwood OA. 2005. Reconstruction of nitrogen sources on coral reefs: d15N and d13C in gorgonians from Florida reef tract. *Mar Ecol Prog Ser* 296:155–163. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/235221608\\_Reconstruction\\_of\\_nitrogen\\_sources\\_on\\_coral\\_reefs\\_d15N\\_and\\_d13C\\_in\\_gorgonians\\_from\\_Florida\\_Reef\\_Tract](https://www.researchgate.net/publication/235221608_Reconstruction_of_nitrogen_sources_on_coral_reefs_d15N_and_d13C_in_gorgonians_from_Florida_Reef_Tract)
- Warfield C., Rus J., Hart I. and Bode J. 2004. *Improving Coastal Water Quality in Mexico*. UC Berkeley. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/coastal-water.pdf>
- Weidie AE (1985) *Geology of Yucatan Platform*. In: Ward WC, Weidie AE, Back W (eds) *Geology and hydrogeology of the Yucatan and Quaternary geology of northeastern Yucatan Peninsula*. New Orleans Geological Society, New Orleans, LA. Disponible en <http://archives.datapages.com/data/nogs/data/006/006007/0001.htm>
- Weber M (2014) *Temazates y venados cola blanca tropicales*; en *Ecología y manejo de fauna silvestre en México*. 1a edición, editado por Valdez R y Ortega-S.J. Colegio de Postgraduados- Universidad de Chapingo. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/267923956\\_Tamazates\\_y\\_venados\\_cola\\_blanca\\_tropicales](https://www.researchgate.net/publication/267923956_Tamazates_y_venados_cola_blanca_tropicales)
- Young M.B., Gonnea M.E., Fong D.A., Moore W.S., Herrera-Silveira J., Paytan A. 2008. Characterizing sources of groundwater to a tropical coastal lagoon in a karstic area using radium isotopes and water chemistry. *Mar. Chem.* 109, 377-394. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304420307001880>
- Zapata, R. et al (2011) *Tabasco: Características e impacto socioeconómico de las lluvias extremas de 2008 CEPAL, México*. Recuperado de: <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/uneclac/unpan045754.pdf>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1</i> Arbol Milenario, Solferino Quintana Roo.....	6
<i>Ilustración 2</i> Ambulantaje en zona arqueológica de Palenque.....	13
<i>Ilustración 3</i> Estudios sobre efectos del sobreturismo y el comportamiento animal en la bahía de Akumal © Penie, Lozano & Slater (2014).....	15
<i>Ilustración 4</i> Basurero de Valladolid, Yucatán. ©.....	16
<i>Ilustración 5</i> Río Chacamax, Palenque ©.....	17
<i>Ilustración 6</i> Planta de Tratamiento Palenque ©.....	21
<i>Ilustración 7</i> Sobrecarga turística © Antonio Matero.....	22
<i>Ilustración 8</i> Sensibilización Ambiental, Bacalar.....	23
<i>Ilustración 9</i> Akalki, Bacalar, ©.....	24
<i>Ilustración 10</i> Sello Colectivo Calakmul, ejemplo de gobernanza....	26
<i>Ilustración 11</i> Ejemplo de Vinculación multisectorial sostenible.....	27
<i>Ilustración 12</i> Ejemplo de Proyecto Ecoturístico.....	29
<i>Ilustración 13</i> Ubicación de las localidades analizadas.....	30
<i>Ilustración 14</i> Vocación turística de la región ©.....	31
<i>Ilustración 15</i> Zona Arqueológica Palenque. ©.....	32
<i>Ilustración 16</i> Duna Costera, Puerto Morelos. ©.....	32
<i>Ilustración 17</i> Atardecer en Río San Pedro, Tabasco. ©.....	34
<i>Ilustración 18</i> Cenote Yaax Ha, Tenosique Tabasco ©.....	35
<i>Ilustración 19</i> Garza Verde. ©.....	35
<i>Ilustración 20</i> Cabaña tradicional, Tenosique, Tab. ©.....	36
<i>Ilustración 21</i> turistas corporativos realizando acción social ©.....	38
<i>Ilustración 22</i> Volunturistas ©.....	39
<i>Ilustración 23</i> Cicloturistas ©.....	39
<i>Ilustración 24</i> Avituristas ©.....	41
<i>Ilustración 25</i> Turista Académico ©.....	42
<i>Ilustración 26</i> Museo de Sitio, Pomoná, Tab. ©.....	43
<i>Ilustración 27</i> Z.A. Reforma, Tabasco. ©.....	44

<i>Ilustración 28</i> Z.A. Pomoná, Tab. ©.....	45
<i>Ilustración 29</i> Z.A. Palenque, Chiapas. ©.....	46
<i>Ilustración 30</i> Áreas Naturales Protegidas de la Península de Yucatán. © Semarnat-Conanp.....	56
<i>Ilustración 31</i> Vegetación y Uso de Suelo en ANP © Semarnat-Conanp.....	57
<i>Ilustración 32</i> Corredores Biológicos entre ANP © Semarnat-Conanp.....	57
<i>Ilustración 33</i> Corredores Biológicos ANP © Conabio. Click aquí.....	59
<i>Ilustración 34</i> Corredor Sian Ka'an Bala'an K'aax © Conabio. Click aquí.....	59
<i>Ilustración 35</i> Corredor Calakmul-Bala'an K'aax © Conabio.....	60
<i>Ilustración 36</i> Cañón del Usumacinta-Centla © Conabio, CLick Aquí.....	61
<i>Ilustración 37</i> Corredor ANP Costa de Yucatán © Conabio. Click Aquí.....	61
<i>Ilustración 38</i> Corredores de Aves entre ANP. © Conabio Click Aquí.....	65
<i>Ilustración 39</i> Epífita ©.....	66
<i>Ilustración 40</i> Ribera del Usumacinta ©.....	67
<i>Ilustración 41</i> ©.....	67
<i>Ilustración 42</i> ©.....	68
<i>Ilustración 43</i> Manglar ©.....	69
<i>Ilustración 44</i> Manglar del Usumacinta ©.....	70
<i>Ilustración 45</i> © Saibal.....	71
<i>Ilustración 46</i> Petenes ©.....	71
<i>Ilustración 47</i> Duna Costera ©.....	72
<i>Ilustración 48</i> Cultivos Agrícolas ©.....	72
<i>Ilustración 49</i> Maleza. ©.....	73
<i>Ilustración 50</i> vegetación Secundaria. ©.....	74

<i>Ilustración 51 Vegetación en Rejollada y descenso en rappel. ® Imaginative.....</i>	75
<i>Ilustración 52 Índice de Capital Natural por Municipio ® Conabio ..</i>	76
<i>Ilustración 53 Trogón Cabeza Negra ® .....</i>	78
<i>Ilustración 54 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....</i>	78
<i>Ilustración 55 Distribución potencial del Quetzal en México ® Semarnat/Conanp.....</i>	79
<i>Ilustración 56 Distribución Potencial del Quetzal en la RB El Triunfo, Chiapas. ® Semarnat/Conanp .....</i>	80
<i>Ilustración 57 distribución actual, potencial y original de la Guacamaya Roja ® Semarnat-Conanp.....</i>	81
<i>Ilustración 58 Distribución histórica y actual de la Guacamaya Verde ® Conanp .....</i>	83
<i>Ilustración 59 Distribución histórica del Loro Cabeza Amarilla ® Conanp.....</i>	85
<i>Ilustración 60 Distribución actual del loro cabeza amarilla ® Conanp .....</i>	85
<i>Ilustración 61 Distribución histórica del loro nuca amarilla ® Conanp.....</i>	86
<i>Ilustración 62 Distribución actual del loro nuca amarilla ® Conanp .....</i>	86
<i>Ilustración 63 Distribución actual del Halcón Aplomado en México ® Conanp.....</i>	87
<i>Ilustración 64 Ilustracion Aguila Arpia. Marco Pineda Maldonado, Conabio.....</i>	88
<i>Ilustración 65 distribución del Aguila Arpia en México y Sudamérica ® Semarnat-Conanp .....</i>	88
<i>Ilustración 66 Distribución Potencial del Águila Arpia, ® Semarnat. Conanp .....</i>	89
<i>Ilustración 67 Águila Tirana ® Marco Pineda Maldonado Conabio</i>	90

<i>Ilustración 68 Distribución Potencial del Águila Tirana ® Semarnat-Conanp.....</i>	90
<i>Ilustración 69 Distribución potencial del Águila Tirana ® Semarnat-Conanp.....</i>	91
<i>Ilustración 70 Águila Elegante Juvenil. ® Marco Antonio Pineda Maldonado /Conabio .....</i>	92
<i>Ilustración 71 Distribución potencial del Águila Elegante en América® Semarnat/Conanp .....</i>	93
<i>Ilustración 72 Distribución potencial del Águila Elegante en México ® Semarnat Conanp.....</i>	93
<i>Ilustración 73 Águila Blanquinegra. (R) Marco Pineda Maldonado, Conabio.....</i>	94
<i>Ilustración 74 Distribución del Águila Blanquinegra en el Continente Americano ® Semarnat-Conanp .....</i>	95
<i>Ilustración 75 Distribución potencial del Águila Blanquinegra en México. (R) Semarnat, Conanp. ....</i>	95
<i>Ilustración 76 Zopilote Rey ® Marco Pineda Maldonado/Conabio ...</i>	97
<i>Ilustración 77 Distribución potencial del Zopilote Rey en América ® Semarnat-Conanp .....</i>	98
<i>Ilustración 78 Distribución potencial del Zopilote Rey en México ® Semarnat-Conanp .....</i>	98
<i>Ilustración 79 Rana arborícola lechosa (Trachycephalus typhonius) ® .....</i>	99
<i>Ilustración 80 Ranera Perico (Leptophis ahaetulla) ® .....</i>	99
<i>Ilustración 81 Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletti) ® .....</i>	100
<i>Ilustración 82 Distribución Potencial de Caiman crocodilus chiapasius ® Conanp .....</i>	101
<i>Ilustración 83 Distribución potencial del Cocodrilo de Rio (Crocodylus acutus) ® Conanp .....</i>	102
<i>Ilustración 84 Distribución potencial Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) ® Conabio .....</i>	103

<i>Ilustración 85 Nido de Coatí (Nasua Narica) ®</i> .....	104
<i>Ilustración 86 Regiones Terrestres Prioritarias ® Conabio 1998</i> .....	104
<i>Ilustración 87 Coatí (Nasua Narica) ®</i> .....	106
<i>Ilustración 88 Provincias biogeográficas de La Península de Yucatán ®INEGI</i> .....	106
<i>Ilustración 89 Kinkayu- (Potos Flavus) ® Imaginative</i> .....	107
<i>Ilustración 90 Mono araña (Ateles geoffroyi ) ®</i> .....	107
<i>Ilustración 91 Quiróptero ® Imaginative</i> .....	108
<i>Ilustración 92 Ubicación del Volcán de los Murciélagos. ® Conabio BJ002</i> .....	109
<i>Ilustración 93 Mono Aullador (Alouatta pigra) ®</i> .....	111
<i>Ilustración 94 Sitios Prioritarios para la Conservación de los Primates Mexicanos. ® Conabio</i> .....	112
<i>Ilustración 95 Arriba, vegetación primaria y secundaria arbórea hábitat de primates mexicanos. Abajo, Índice Mexbio (impacto antropogénico) ® Conabio</i> .....	113
<i>Ilustración 96 Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos y su coincidencia con las prioridades de conservación de la biodiversidad terrestre. ® Conabio</i> .....	113
<i>Ilustración 97 Felinos de México ® Adrián Flores Gallardo</i> .....	114
<i>Ilustración 98 Distribución del Ocelote en México ® Sdmarnat- Conanp</i> .....	115
<i>Ilustración 99 Distribución del Margay y Jaguarundi en México ® Semarnat-Conanp</i> .....	115
<i>Ilustración 100 Distribución potencial del Jaguar en México ® Semarnat</i> .....	115
<i>Ilustración 101 Fototrampeo en Reserva Natural Río Secreto. ® Jaguar Wildlife Center, A.C.</i> .....	116
<i>Ilustración 102 Puma Concolor ® Elvia Esparza, Conabio</i> .....	117
<i>Ilustración 103 Distribución del Tapir. ® Ilustraciones Stephen Nash</i> .....	118

<i>Ilustración 104 Distribución histórica y actual del Tapir en México. ® Conanp</i> .....	119
<i>Ilustración 105 Pecarí de Labios Blancos ® Marco A. Pineda Maldonado (Conabio)</i> .....	120
<i>Ilustración 106 Distribución actual del Pecarí (Tayassu pecari) ® Conanp</i> .....	122
<i>Ilustración 107 Cría de Venado UMA Nojoch Kej, Q. Roo ®</i> .....	123
<i>Ilustración 108 Distribución de las 14 subespecies de venado cola blanca en México (Semarnat 2014)</i> .....	123
<i>Ilustración 109 Distribución de Temazte Yucateco (Mazama pandora) ® Conabio</i> .....	125
<i>Ilustración 110 Distribución de Temazate Rojo (Mazama americana) ®Conabio</i> .....	125
<i>Ilustración 111 Composición estacional de la dieta por especie ®Weber 2014</i> .....	126
<i>Ilustración 112 abundancia relativa de las diferentes especies de venado. Transcto Calacmul ® Weber</i> .....	126
<i>Ilustración 113 Registro de presencia, venado cola blanca ® Conabio</i> .....	126
<i>Ilustración 114 Asociación de Microbialitos en la base de un Mangle ®</i> .....	127
<i>Ilustración 115 Tortuga Verde (Chelonia Mydas) ®</i> .....	129
<i>Ilustración 116 zona de alimentación y anidación de tortuga verde ® Semarnat-Conanp</i> .....	130
<i>Ilustración 117 Distribución de hábitats utilizados por la toruga Carey ® Semarnat-Conanp 2018</i> .....	131
<i>Ilustración 118 zonas de anidación y alimentación de la tortuga caguama ® Semarnat-Conanp</i> .....	132
<i>Ilustración 119 Tiburón Ballena ® Imaginative.</i> .....	133
<i>Ilustración 120 Distribución del Tiburón ballena y sitios de agregación conocidos. ® Semarnat</i> .....	134

<i>Ilustración 121 Manatí (Trichechus manatus) ©Jonuteek, Tabasco.</i>	135
<i>Ilustración 122 Distribución actual del Manati y 10 lugares donde lo tienen en cautiverio.....</i>	136
<i>Ilustración 123 Mantaraya © Karen Fuentes. Manta Caribbean Project.....</i>	137
<i>Ilustración 124 Captura total de tiburones por estado, 2014- © Conapesca.....</i>	138
<i>Ilustración 125 Abejas. ©.....</i>	139
<i>Ilustración 126 Mujer Maya Yucateca ©.....</i>	140
<i>Ilustración 127 Vivienda Maya Quintanarroense. ....</i>	140
<i>Ilustración 128 Familia Maya de Quintana Roo ©.....</i>	141
<i>Ilustración 129 Vivienda Chol. Palenque ©.....</i>	141
<i>Ilustración 130 Vivienda en Río San Pedro, Tabasco. ©.....</i>	142
<i>Ilustración 131 Habitantes del Río San Pedro ©.....</i>	142
<i>Ilustración 132 Madre e hija, Tenosique. ©.....</i>	143
<i>Ilustración 133 Mayas Yucatecos ©.....</i>	143
<i>Ilustración 134 Vivienda Maya en Yucatán ©.....</i>	144
<i>Ilustración 135 Iglesia Católica Maya ©.....</i>	144
<i>Ilustración 136 Sincretismo Religioso Zona Maya ©.....</i>	145
<i>Ilustración 137 Mujer Indígena de Tabasco ©.....</i>	145
<i>Ilustración 138 Clasificación Geológica de la Península de Yucatán. © García y Graniel, 2011.....</i>	146
<i>Ilustración 139 Cuevas Subacuáticas, zona de Tulum © QRSS.....</i>	147
<i>Ilustración 140 Entrada a un Sistema © Imaginative.....</i>	148
<i>Ilustración 141 Sistema Pool Tunich (Río Secreto). © Peter Sprouse Teams, 2018. ....</i>	149
<i>Ilustración 142 Sistema Alux Sur. Puerto Aventuras, Quintana Roo (©Alux Survey Team, 2008).....</i>	149
<i>Ilustración 143 Cenote Bolonchén © Frederick Catherwod.....</i>	150
<i>Ilustración 144 ¿Cuánta agua hay en México? (Tomada de agua.org).....</i>	151

<i>Ilustración 145 Presión Hídrica y Crecimiento Poblacional. Tomado de Cotler et al (2010) © V. Bunje.....</i>	152
<i>Ilustración 146 Escenarios futuros, tendencias a 2030 © EAM 2018.....</i>	153
<i>Ilustración 147 Política de Sustentabilidad Hídrica © EAM 2018.....</i>	154
<i>Ilustración 148 Usos Agrupados Consuntivos del Agua (R) EAM 2018.....</i>	154
<i>Ilustración 149 Extracción y Retorno del Agua © EAM 2018.....</i>	156
<i>Ilustración 150 Condición de las aguas subterráneas superficiales © EAM 2018.....</i>	157
<i>Ilustración 151 Contraste regional entre agua renovable y desarrollo. ....</i>	160
<i>Ilustración 152 Regiones hidrológicas. (Fuente: CONAGUA, 2018). ....</i>	161
<i>Ilustración 153 Acuíferos de México (653 acuíferos) CONAGUA, 2019.....</i>	162
<i>Ilustración 154 Disponibilidad Natural Media de Agua, tomado de Cotler et al, 2010 © Cotler et al Semarnat-INE-FGRA -2010.....</i>	163
<i>Ilustración 155 Déficit de tratamiento de aguas residuales. Tomado de Cotler et al (2010) © Bunje; en Cotler et al Semarnat-INE-FGRA.....</i>	164
<i>Ilustración 156 Estadística de cobertura de servicios de saneamiento © EAM 2018.....</i>	166
<i>Ilustración 157 Agua renovable per cápita y grado de presión 2017 © EAM 2018.....</i>	167
<i>Ilustración 158 Agua Renovable per cápita y grado de presión en 2030 (R) EAMK 2018.....</i>	167
<i>Ilustración 159 Temperatura media anual en la Península de Yucatán 1961-1990 (Tomado de Orellana et al., 2010). ....</i>	173
<i>Ilustración 160 Temperatura media anual en la Península de Yucatán en un Escenario al 2020 (Tomado de Orellana et al., 2010).....</i>	173
<i>Ilustración 161 Precipitación media anual en la Península de Yucatán 1961-1990 (Tomado de Orellana et al., 2010). ....</i>	173

<i>Ilustración 162 Precipitación media anual en la Península de Yucatán en un Escenario al 2020 (Tomado de Orellana et al., 2010).</i>	173
<i>Ilustración 163 Hidrología De La Región XII Península De Yucatán © Conagua</i>	206
<i>Ilustración 164 Dirección de flujo del agua subterránea en la Península de Yucatán (tomado de Charvet, 2009)</i>	216
<i>Ilustración 165 Cenotes de la Península de Yucatán (Elaborado por Centinelas del Agua A.C. con el apoyo de SEMA, SEDUMA, Razonatura, Ayuntamiento de Solidaridad, INEGI).</i>	218
<i>Ilustración 166 Conductos de disolución (cuevas) en Tulum ( Tomado de Schiller et al., 2017).</i>	219
<i>Ilustración 167 Campeche © visitmexico.net</i>	239
<i>Ilustración 168 Delimitación municipal, San Francisco de Campeche.</i>	268
<i>Ilustración 169 Mapa de las áreas prioritarias para conservación del municipio de Campeche. © POET Municipal Campeche, 2006-2012.</i>	268
<i>Ilustración 170 Atractivos turísticos regionales. Campeche</i>	268
<i>Ilustración 171 Escárcega. © Mapio.net</i>	269
<i>Ilustración 172 Parque Ecoturístico Miguel Colorado. © Campeche.net</i>	270
<i>Ilustración 173 Delimitación municipal Escárcega Campeche.</i>	288
<i>Ilustración 174 Atractivos turísticos regionales y ANP cercanas a Escárcega</i>	288
<i>Ilustración 175 Calakmul © radio INAH</i>	289
<i>Ilustración 176 Ejemplo de resultados obtenido por turistas académicos en Calakmul.</i>	293
<i>Ilustración 177 Sistema de Captación de Lluvia, Xpujil. ©</i>	321
<i>Ilustración 178 Municipio de Calakmul</i>	322
<i>Ilustración 179 Reserva de la Biósfera de Calakmul y ciudad Xpujil</i>	322
<i>Ilustración 180 Ubicación de los Campamentos de Investigación © Slater K.</i>	322

<i>Ilustración 181 Palenque © México Desconocido</i>	323
<i>Ilustración 182 Mapa territorial municipio de Palenque. © INEGI</i>	361
<i>Ilustración 183 Atractivos Turísticos Palenque</i>	361
<i>Ilustración 184 Bacalar. © Santiago Palomar</i>	362
<i>Ilustración 185 Figura 2 Modelo conceptual de flujo y recarga de agua al subterráneo en el sur de Quintana Roo Fuente: tomado de Gondwe et al. 2010, comprobado en Ibarra-Madrigal 2019.</i>	370
<i>Ilustración 186 Vista aérea del cenote azul y uno de los cenotes dentro de la laguna (figuras circulares)</i>	370
<i>Ilustración 187 Estromatolitos (izq.) oncolitos (der) de la laguna de Bacalar (R) Kamila Kobicht</i>	372
<i>Ilustración 188 Conectividad entre ANP © Conanp</i>	375
<i>Ilustración 189 ANP en el municipio de Bacalar. Mapa elaborado por Ventura e Ibarra, 2019, con información de la CONABIO</i>	376
<i>Ilustración 190 . Ubicación de Bacalar y su laguna, del contexto nacional al municipal © Ibarra</i>	401
<i>Ilustración 191 Sistema de fallas y fracturas de la region laguna bacalar</i>	402
<i>Ilustración 192 Uso de suelo y vegetación Bacalar</i>	402
<i>Ilustración 193 Espacios Prioritarios para la Conservación Bacalar</i>	403
<i>Ilustración 194 ANP dentro del Municipio Bacalar</i>	403
<i>Ilustración 195 Cancún, vista aérea. Tomado de México Desconocido.</i>	404
<i>Ilustración 196 Asentamientos Irregulares en Cancún © CAPA 2012:19)</i>	439
<i>Ilustración 197 Municipio de Benito Juárez (Tomado de CPI Cancún 2018)</i>	439
<i>Ilustración 198 Urbanización de Cancún y la Riviera Maya (Tomado de CPI Cancún 2018)</i>	439

<i>Ilustración 199 Felipe Carrillo Puerto</i> ® Tomado del portal de gobierno municipal. ....	440
<i>Ilustración 200 localidades Maya Ka'an</i> ® Mayaka'an Travel.....	442
<i>Ilustración 201 Límites territoriales del municipio de Felipe Carrillo Puerto</i> .....	461
<i>Ilustración 202 Felipe Carrillo Puerto y sus principales sitios turísticos</i> .....	461
<i>Ilustración 203 Pirámide de Nohoch Muul, Z.A. Cobá</i> ® Imaginative .....	462
<i>Ilustración 204 Zona Arqueológica de Cobá</i> . ® INAH.....	463
<i>Ilustración 205 Ejido Ecoturístico Pacchén</i> ® Imaginative .....	463
<i>Ilustración 206 Mono araña y cría</i> ®.....	464
<i>Ilustración 207 Turista de Aventura</i> .....	464
<i>Ilustración 208 Cobá, Vista aérea.</i> ® INEGI-AGEB.....	481
<i>Ilustración 209 vista aérea Playa del Carmen.</i> ® Beach.Com.....	482
<i>Ilustración 210 Atractivos Turísticos Playa del Carmen</i> .....	512
<i>Ilustración 211 Accesibilidad al espacio público</i> .....	513
<i>Ilustración 212 Puerto Morelos, ubicado a 35 km al sur de Cancún, es el principal puerto del estado de Quintana Roo</i> .....	514
<i>Ilustración 213 Salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Tomado de Green et al para TNC 2017</i> .....	529
<i>Ilustración 214 Puerto Morelos y los atractivos turísticos Locales</i> 541	
<i>Ilustración 215 Tulum.</i> ® mexiko.de.....	542
<i>Ilustración 216 Municipio de Tulum</i> .....	574
<i>Ilustración 217 Tenosique.</i> ® Destino Tabasco .....	575
<i>Ilustración 218 Balie del Pochó</i> ® H. Aytto. Tenosique.....	575
<i>Ilustración 219 Sitio Arqueológico de Pomoná, Tabasco.</i> ®.....	576
<i>Ilustración 220 Balneario Cascadas de Reforma</i> ®.....	576
<i>Ilustración 221 Z.A. Reforma</i> .....	577
<i>Ilustración 222 Dique Maya en Río San Pedro</i> ®.....	578
<i>Ilustración 223 alojamiento en la ribera del Río, Finca Don Rodo</i> 579	

<i>Ilustración 224 Centro Ecoturístico Ejido Corregidora Ortiz</i> .....	579
<i>Ilustración 225 Actividades de Turismo de Aventura en Tenosique</i> 580	
<i>Ilustración 226 Actividades de Aventura en ANP Cañón del Usumacinta, Tenosique.</i> .....	580
<i>Ilustración 227 Propuesta Ríos Mayas</i> ® Secretaría de Turismo de Tabasco. ....	581
<i>Ilustración 228 Kayak Challenge 2019 en Río San Pedro</i> ® Tabasco.gob.mx .....	581
<i>Ilustración 229 Desafío Náutico Tenosique</i> ® Mas podio.com .....	581
<i>Ilustración 230 Estrategia de Eventos Turísticos en Tenosique</i> .....	583
<i>Ilustración 231 Ejemplo de Oferta de alojamiento en Plataforma Digital</i> .....	584
<i>Ilustración 232 Delimitación del Municipio de Tenosique, Tabasco</i> .....	614
<i>Ilustración 233 Atractivos Turísticos en la región de Tenosique</i> ....	614
<i>Ilustración 234 Cenote Yaax Ha, Tenosique Tabasco.</i> ®.....	614
<i>Ilustración 235 Chichén Itzá</i> .....	616
<i>Ilustración 236 Delimitación Municipal Tinum (Chichén Itzá)</i> ....	635
<i>Ilustración 237 Chichen Itzá y otros destinos regionales</i> .....	635
<i>Ilustración 238 Izamal</i> .....	636
<i>Ilustración 239 Delimitación municipal, Izamal.</i> .....	657
<i>Ilustración 240 Centro Cultural Olimpo. Mérida Yucatán.</i> ® Gobierno de Yucatán.....	658
<i>Ilustración 241 Delimitación municipal, Mérida.</i> .....	695
<i>Ilustración 242 Mancha urbana, Mérida</i> .....	696
<i>Ilustración 243 Reserva Cuxtal.</i> ® Agenda de Competitividad Turística Mérida 2016 (Sector/Sefotur/UADY/2016).....	696
<i>Ilustración 244 Valladolid, Yucatán.</i> ® valladolid.mx .....	697
<i>Ilustración 245 Ek Balam</i> ® msdmc.com.mx.....	698
<i>Ilustración 246 Cenote Maya</i> ® Imaginative.....	698
<i>Ilustración 247 Delimitación Municipal, Valladolid, Yucatán</i> .....	720

<i>Ilustración 248</i> Valladolid y sitios turísticos regionales .....	720	<i>Ilustración 266</i> Acuíferos con intrusión marina y aguas subterráneas salobres 2017 ° EAM 2018.....	810
<i>Ilustración 249</i> Grado de riesgo por inundaciones por municipio ° Conabio.....	789	<i>Ilustración 267</i> Contaminación por Aguas Residuales. ° Agua.org.mx .....	811
<i>Ilustración 250</i> Duración de la sequía por municipio ° Conabio ....	789	<i>Ilustración 268</i> Distribución nacional y capacidad de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, 2017. ° EAM 2018 con información de Conagua 2017- .....	812
<i>Ilustración 251</i> ° Plan Eco-Regional de las Selvas Maya Zoque y Olmeca.....	790	<i>Ilustración 269</i> Presencia de E. Coli en el municipio de Tulum derivado de la contaminación del agua subterránea (Tomado de Kaeser, 2016).....	813
<i>Ilustración 252</i> Índice de Impacto Antropogénico por Municipio. ° Conabio.....	791	<i>Ilustración 270</i> Fragmentación del ecosistema en Calakmul ° CONABIO .....	815
<i>Ilustración 253</i> Índice de Capital Natural Sureste Mexicano ° Conabio.....	791	<i>Ilustración 271</i> Vulnerabilidades por condiciones socio-ambientales en Calakmul ° PNUD .....	816
<i>Ilustración 254</i> Hábitat del Jaguar Sur de Campeche y Quintana Roo ° Conabio .....	794	<i>Ilustración 272</i> Vulnerabilidad por condiciones ambientales y de Infraestructura en Calakmul ° PNUD .....	816
<i>Ilustración 255</i> Pérdida de Hábitat por especie parte 1 ° Conabio .	794	<i>Ilustración 273</i> Poblados de Alta y Muy Alta Vulnerabilidad en Calakmul ° PNUD .....	816
<i>Ilustración 256</i> Pérdida de Hábitat por especie, parte 2. ° Conabio .....	795	<i>Ilustración 274</i> Nota periodística, Asesinato en Palenque, de ambientalista. ° La Jornada .....	818
<i>Ilustración 257</i> Mico de Noche o Kinkayú (Potos Flavus) °.....	796	<i>Ilustración 275</i> segunda nota periodística, asesinato en Palenque, de otra ambientalista. ° Tiempo.....	818
<i>Ilustración 258</i> Ejemplo de Especie Invasora. ° Jorge Calofre/ El Universal.....	805	<i>Ilustración 276</i> Programa de Acciones para la Conservación de la Especie - PACE del Jaguar ° Conabio .....	820
<i>Ilustración 259</i> Mapa de Alerta Diaria de Áreas de Blanqueamiento de Coral al 7 de octubre de 2019. ° NOAA .....	806	<i>Ilustración 277</i> Localización de las Unidades Geográficas para la Conservación de Eretmochelys imbricata en México ° Semarnat-Conanp.....	824
<i>Ilustración 260</i> Vulnerabilidad climática a nivel de células de planeación (2012) ° EAM 2018 .....	806	<i>Ilustración 278</i> Proyecto de Restauración de Corales, ° Oceanus A.C. ....	824
<i>Ilustración 261</i> Sargazo ° agua.org.mx.....	808	<i>Ilustración 279</i> Infografía sobre las Mantarrayas. ° Manta Trust	825
<i>Ilustración 262</i> Arribo de sargazo en costas mexicanas ° Conacyt	808	<i>Ilustración 280</i> Quiróptero. ° .....	829
<i>Ilustración 263</i> Monitoreo del recale de Sargazo ° Red de Monitoreo del Sargazo 2019.....	808		
<i>Ilustración 264</i> Imágenes del Sistema Alux ° Alux Survey Team 2008 .....	809		
<i>Ilustración 265</i> Hundimiento en Carretera Cancún-Playa del Carmen. (2015) ° Noticaribe News.....	809		

*Ilustración 281 ODS en idioma Maya* <sup>®</sup> *Alianza por la Sostenibilidad de la Península de Yucatán*..... 837

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Zonas Arqueológicas de la Península de Yucatán</i> .....	47
<i>Tabla 2 Vistantes a Centros Inah de las localidades Julio 2019</i> .....	47
<i>Tabla 3 ANP de Campeche</i> .....	54
<i>Tabla 4 ANP DE Tabasco y Chiapas</i> .....	54
<i>Tabla 5 ANP de Quintana Roo</i> .....	54
<i>Tabla 6 ANP de Yucatán</i> .....	56
<i>Tabla 7 Diversidad de Especies por país</i> <sup>®</sup> <i>Mittermeir y Goettsch, 1992.en Conevyt 2008</i> .....	77
<i>Tabla 8 Listado de Cenotes actualizado al 18/julio/2019. Fuente: QRSS</i> .....	147
<i>Tabla 9 Distribución porcentual de los sitios de monitoreo en cuerpos de agua superficiales por RHA de acuerdo al indicador CF, 2017</i> <sup>®</sup> <i>EAM 2018</i> .....	155
<i>Tabla 10 Descargas de aguas residuales municipales y no municipales 2018</i> <sup>®</sup> <i>EAM 2018</i> .....	156
<i>Tabla 11 Características de las Regiones Hidrológico Administrativas</i> .....	159
<i>Tabla 12 – Cobertura Acceso al Agua Potable en Viviendas</i> .....	165
<i>Tabla 13 - Cobertura Acceso a Alcantarillado en Viviendas (2015)</i> .....	165
<i>Tabla 14 Volumen de extracción de aguas subterráneas</i> .....	167
<i>Tabla 15 Regiones Hidrológicas del sureste mexicano</i> .....	168
<i>Tabla 16 Superficie RHA</i> .....	168
<i>Tabla 17 Agua Renovable per cápita por entidad</i> .....	169
<i>Tabla 18 Plantas Municipales, 2017</i> .....	170

<i>Tabla 19 Plantas Industriales, 2017</i> .....	170
<i>Tabla 20 Disponibilidad del Drenaje en México</i> .....	171
<i>Tabla 21 DMA Acuífero de Tenosique</i> .....	182
<i>Tabla 22 Región hidrológico-administrativa frontera sur</i> .....	195
<i>Tabla 23 VEAS RHA II Península de Yucatán</i> .....	225
<i>Tabla 24 DMAS Acuífero Xpujil</i> .....	234
<i>Tabla 25 Tipos de plantas de tratamiento disponibles</i> .....	235
<i>Tabla 26 Número de viviendas particulares por tipo de drenaje</i> .....	237
<i>Tabla 27 Capacidad y ocupación turística en las localidades</i> .....	238
<i>Tabla 28 Perfil del Visitante, Campeche</i> .....	243
<i>Tabla 29 Índice de Ciudades Prósperas, Campeche</i> <sup>®</sup> <i>ONU Hábitat</i> .....	246
<i>Tabla 30 Numeralia por Localidad: Campeche</i> .....	261
<i>Tabla 31 Capacidad de Manejo: Campeche</i> .....	261
<i>Tabla 32 Capacidad de Carga Efectiva: Campeche</i> .....	261
<i>Tabla 33 Numeralia por Localidad: Escárcega</i> .....	284
<i>Tabla 34 Capacidad de Manejo: Escárcega</i> .....	284
<i>Tabla 35 Capacidad de Carga Efectiva: Escárcega</i> .....	284
<i>Tabla 36 Proyectos Ecoturísticos Calakmul</i> .....	289
<i>Tabla 37 Numeralia por Localidad: Calakmul y Xpujil</i> .....	315
<i>Tabla 38 Capacidad de Manejo: Calakmul y Xpujil</i> .....	315
<i>Tabla 39 Capacidad de Carga Efectiva: Calakmul y Xpujil</i> .....	315
<i>Tabla 40 CPI 2018- Palenque -ONU Hábitat-Infonavit</i> .....	328
<i>Tabla 41 Numeralia por Localidad: Palenque</i> .....	349
<i>Tabla 42 Capacidad de Manejo: Palenque</i> .....	349
<i>Tabla 43 Capacidad de Carga Efectiva: Palenque</i> .....	349
<i>Tabla 44 Perfil del visitante, Bacalar</i> .....	364
<i>Tabla 45 Cuerpos de agua que conforman el sistema lagunar de Bacalar</i> .....	371
<i>Tabla 46 Conectividad entre ANP</i> .....	375
<i>Tabla 47 Disturbios ambientales en Bacalar</i> .....	379

Tabla 48 Aptitud productiva del municipio de Bacalar .....	385
Tabla 49 Compatibilidad entre Sectores Productivos .....	385
Tabla 50 Numeralia por Localidad: Bacalar .....	395
Tabla 51 Capacidad de Manejo: Bacalar.....	395
Tabla 52 Capacidad de Carga Efectiva: Bacalar .....	395
Tabla 53 Perfil del Visitante Cancún enero-marzo 2018.....	406
Tabla 54 Síntesis de resultados por dimensión y subdimensión CPI Cancún.....	409
Tabla 55 Estadísticas de Contexto, Cancún. CPI 2018.....	413
Tabla 56 Regiones Prioritarias para la Conservación .....	422
Tabla 57 Numeralia por Localidad: Cancún.....	432
Tabla 58 Capacidad de Manejo: Cancún .....	432
Tabla 59 Capacidad de Carga Efectiva: Cancún.....	432
Tabla 60 F.C.P. Descripción de las principales actividades turísticas .....	441
Tabla 61 Numeralia por Localidad: Felipe Carrillo Puerto.....	457
Tabla 62 Capacidad de Manejo: Felipe Carrillo Puerto .....	457
Tabla 63 Capacidad de Carga Efectiva: Felipe Carrillo Puerto.....	457
Tabla 64 Numeralia por Localidad: Cobá .....	476
Tabla 65 Capacidad de Manejo: Cobá.....	476
Tabla 66 Capacidad de Carga Efectiva: Cobá .....	476
Tabla 67 Nivel de Desarrollo Turístico Riviera Maya.....	484
Tabla 68 Perfil del Visitante. Playa del Carmen y Riviera Maya ....	484
Tabla 69 Índice de Ciudad Próspera 2018 ONU Hábitat - Playa del Carmen .....	489
Tabla 70 Numeralia por Localidad: Playa del Carmen (Solidaridad).....	501
Tabla 71 Capacidad de Manejo: Playa del Carmen (Solidaridad) .....	501
Tabla 72 Capacidad de Carga Efectiva: Playa del Carmen (Solidaridad).....	501
Tabla 73 Principales Cenotes en Puerto Morelos.....	515
Tabla 74 Perfil del Visitante Puerto Morelos Enero-Marzo 2018....	516

Tabla 75 Especies registradas en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos:.....	528
Tabla 76 Numeralia por Localidad: Puerto Morelos .....	537
Tabla 77 Capacidad de Manejo: Puerto Morelos.....	537
Tabla 78 Capacidad de Carga Efectiva: Puerto Morelos .....	537
Tabla 79 Perfil del Visitante, Tulum .....	544
Tabla 80 Numeralia por Localidad: Tulum .....	568
Tabla 81 Capacidad de Manejo: Tulum.....	568
Tabla 82 Capacidad de Carga Efectiva: Tulum .....	568
Tabla 83 Numeralia por Localidad: Tenosique .....	608
Tabla 84 Capacidad de Manejo: Tenosique.....	608
Tabla 85 Capacidad de Carga Efectiva: Tenosique .....	608
Tabla 86 Numeralia por Localidad: Chichén Itzá (Mpio. Tinum) .....	631
Tabla 87 Capacidad de Manejo: Chichén Itzá (Mpio. Tinum).....	631
Tabla 88 Capacidad de Carga Efectiva: Chichén Itzá (Mpio. Tinum) .....	631
Tabla 89 Numeralia por Localidad: Izamal.....	652
Tabla 90 Capacidad de Manejo: Izamal .....	652
Tabla 91 Capacidad de Carga Efectiva: Izamal.....	652
Tabla 92 Perfil del visitante, Mérida. ....	659
Tabla 93 CPI 2018 Mérida (ONU Hábitat) .....	668
Tabla 94 Numeralia por Localidad: Mérida <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 95 Capacidad de Manejo: Mérida... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 96 Capacidad de Carga Efectiva: Mérida .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 97 Numeralia por Localidad: Valladolid .....	715
Tabla 98 Capacidad de Manejo: Valladolid.....	715
Tabla 99 Capacidad de Carga Efectiva: Valladolid .....	715
Tabla 100: Capacidad de Carga Turística en Sitios Seleccionados .....	725
Tabla 101 Capacidad de Carga Turística por Hora y Día en los sitios turísticos .....	726
Tabla 102 : Resumen de Capacidades Turísticas por Localidad .....	774

Tabla 103 Capacidades Máximas por Localidad .....	775
Tabla 104 Capacidad de Gestión de Residuos y PTAR .....	775
Tabla 105: Capacidad de Carga Efectiva por Localidad.....	776

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Cuadros de elaboración propia con datos de www.inah.gob.mx	
Gráfica 1 Visitantes a Centros INAH Zona Sureste Julio 2019 Nacional/Extranjero .....	47
Gráfica 2 Distribución de visitantes a Centros INAH Zona Sureste Julio 2019.....	48
Gráfica 3 Visitantes a Centros INAH Campeche Julio 2019Nacional/Extranjero.....	49
Gráfica 4 Distribución Visitantes Centros INAH Campeche Julio 2019 .....	49
Gráfica 5 Visitantes Centros INAH Chiapas -Julio 2019.....	50
Gráfica 6 Distribución Visitantes centros INAH Chiapas -Julio 2019 .....	50
Gráfica 7 Visitantes a Centros INAH Quintana Roo Julio 2019.....	51
Gráfica 8 Distribución de visitantes centros INAH Quintana Roo, Julio Visitantes a Centros INAH Quintana Roo Julio 2019 .....	51
Gráfica 9 Visitantes Centros INAH Tabasco Julio 2019 .....	52
Gráfica 10 Distribución de Visitantes Centros INAH Tabasco Julio 2019 .....	52
Gráfica 11 Visitantes Centros INAH Yucatán Julio 2019.....	53
Gráfica 12 Distribución de Visitantes Centros INAH Yucatán Julio 2019 .....	53
Gráfica 13 Características de las Regiones Hidrológico- Administrativas.....	727
Gráfica 14 Agua Renovable.....	728

Gráfica 15 Población 2017 por Región Administrativa .....	728
Gráfica 16 Agua renovable per cápita 2017 .....	728
Gráfica 17 Agua Renovable 2017 por entidad .....	729
Gráfica 18 Extensión Territorial de las RHA del Sureste mexicano	730
Gráfica 19 Número de cuencas hidrológicas por RHA .....	730
Gráfica 20 RHA del Sureste mexicano- escurrimiento natural medio superficial total. ....	731
Gráfica 21 Precipitación normal anual 2017.....	731
Gráfica 22 Disponibilidad Media Anual de agua del subsuelo .....	733
Gráfica 23 Volumen de Extracción de Aguas Subterráneas .....	733
Gráfica 24 Cobertura acceso agua potable.....	734
Gráfica 25 Cobertura acceso Alcantarillado, red pública o fosa séptica .....	734
Gráfica 26 Plantas Potabilizadoras Municipales 2017 .....	735
Gráfica 27 Plantas de Tratamiento, capacidad y caudal procesado	735
Gráfica 28 Plantas de Tratamiento en las localidades.....	736
Gráfica 29 Capacidad de Tratamiento de Aguas Residuales por Localidad.....	737
Gráfica 30 Distribución de Población por Género.....	741
Gráfica 31 Distribución de población indígena .....	742
Gráfica 32 Distribución de población por edad .....	742
Gráfica 33 Población Económicamente Activa y No Activa .....	743
Gráfica 34 Hombres Económicamente Activos y No Activos.....	744
Gráfica 35 Mujeres Económicamente Activas y No Activas.....	744
Gráfica 36 Pobreza y Vulnerabilidad .....	745
Gráfica 37 Indicadores de Carencias.....	746
Gráfica 38 Rezagos en Vivienda .....	747
Gráfica 39 Crecimiento Poblacional .....	748
Gráfica 40 Proyecciones de Crecimiento Poblacional .....	749
Gráfica 41 Densidad de Población en Localidades .....	750
Gráfica 42 Porcentaje de Viviendas con drenaje1990-2010 .....	751

Gráfica 43 Tipos de drenaje doméstico en las localidades.....	752
Gráfica 44 Número de viviendas / Densidad de Ocupantes por vivienda / .....	753
Gráfica 45 Personas por localidad, por día, cálculo basado en 2018	754
Gráfica 46 Número de cuartos de hotel por localidad.....	755
Gráfica 47 Ocupación promedio .....	756
Gráfica 48 densidad por cuarto de hotel .....	756
Gráfica 49 Estancia Promedio.....	757
Gráfica 50 Cuartos de hotel y rentas vacacionales.....	757
Gráfica 51 Consumo de agua turístico (litros) .....	758
Gráfica 52 Estimación de generación diaria de residuos turísticos	759
Gráfica 53 Estancia promedio y estancia potencial .....	760
Gráfica 54 Capacidad de Manejo Promedio por Localidad al 2019 .	770

Gráfica 55 Capacidad de Carga y Manejo por Localidad al 2019.....	771
Gráfica 56 Índice de Productividad. CPI. ONU Hábitat 2018.....	780
Gráfica 57 Índice de Infraestructura, CPI. ONU Hábitat 2018.....	781
Gráfica 58 Índice de Movilidad Urbana, CPI. ONU Hábitat 2018...	782
Gráfica 59 Índice de Calidad de Vida, CPI. ONU Hábitat 2018 .....	783
Gráfica 60 Índice de Equidad e Inclusión social. CPI. ONU Hábitat 2018.....	784
Gráfica 61 Gobernanza y Legislación .....	785
Gráfica 62 Gobernanza y Legislación .....	786
Gráfica 63 Índice de Ciudades Prósperas 2018. Resultado por localidad.....	787

<sup>i</sup> [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825690250.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/FISIOGRAFIA/702825690250.pdf)

<sup>ii</sup> <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html>

<sup>iii</sup> [https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades\\_primates.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf)

<sup>iv</sup> <http://www.yucatan.gob.mx/?p=puma>

<sup>v</sup> <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes.html>

<sup>vi</sup> [http://201.116.60.25/publicaciones/EAM\\_2016.pdf](http://201.116.60.25/publicaciones/EAM_2016.pdf)

<sup>vii</sup> <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-especies-tortuga-carey-eretmochelys-imbricata>

<sup>viii</sup> <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-de-accion-para-la-conservacion-de-la-especie-tortuga-caguama-caretta-caretta>

<sup>ix</sup> M.C. Alejandro López Tamayo. ([direccion@karst.com.mx](mailto:direccion@karst.com.mx))

<sup>x</sup> <http://www.campeche.travel/hampolol/>

<sup>x</sup> <http://www.nuestro-mexico.com/Quintana-Roo/Solidaridad/Coba/>

<sup>xi</sup> <https://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-campeche/vegetacion-campeche.html>

<sup>xii</sup> <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

<sup>xiii</sup> <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

<sup>xiv</sup> <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimene.pdf>

---

xv <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xvi [http://cptq.mx/\\_pdf/SEDETUR/2017-12\\_Indicadores-Turisticos-Sedetur.pdf](http://cptq.mx/_pdf/SEDETUR/2017-12_Indicadores-Turisticos-Sedetur.pdf)

xvii <http://colnal.mx/news/sintesis-informativa-microbialitos-una-ventana-al-pasado>

xviii <http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/temas-selectos/571-estromatolitos>

xix <http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/temas-selectos/571-estromatolitos>

xx [https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema\\_nacional/documentos/ANPL/QRoo/BACALAR.pdf](https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/ANPL/QRoo/BACALAR.pdf)

xxi Flores-Verdugo F., Moreno-Casasola P., Agraz-Hernández C.M., López-Rosas H., Benítez-Pardo D. y Travieso-Bello A.C. 2007. La topografía y el hidroperiodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80 (supl.):33-47.

xxii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxiii Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030

xxiv <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxv <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxvi [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D3\\_BIODIV01\\_13&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_BIODIV01_13&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)

xxvii [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_107.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_107.html)

xxviii <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes.html>

xxix <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxx <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxxi Cabrera, E. F., E. Sierra y S. Torres. 1997. *Vegetación y uso del suelo de Puerto Morelos, Quintana Roo*. Comité Ciudadano de Desarrollo Sustentable de Puerto Morelos. Inédito. 31p.

xxxii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxxiii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xxxiv <https://www.mexicodesconocido.com.mx/el-carnaval-de-tenosique-en-tabasco.html>

xxxv <http://www.mayaturistic.com/wp-content/uploads/2017/09/Maya-Turistico-Septiembre-2017.pdf>

xxxvi <https://www.destinotabasco.net/ruta-rios-mayas-pantanos/>

xxxvii <https://i2.wp.com/maspodio.com/wp-content/uploads/2017/04/NAUTICA-31ax34qy8t24czkgsuxai.jpg?fit=800%2C405>

xxxviii <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales.html>

xxxix <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xl <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xli <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xlii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xliiii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xliiii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xliiii <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41220/28tudelaygimenez.pdf>

xliiii [https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies\\_priori/fichas/pdf/jaguar.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/jaguar.pdf)

xliiii [http://www.catsg.org/fileadmin/files/3.Conservation\\_Center/3.4.Strategies\\_Action\\_Plans/Jaguar/Anonymous\\_2009\\_Conservation\\_action\\_programme\\_jaguar\\_Mexico.pdf](http://www.catsg.org/fileadmin/files/3.Conservation_Center/3.4.Strategies_Action_Plans/Jaguar/Anonymous_2009_Conservation_action_programme_jaguar_Mexico.pdf)

xliiii <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes.html>

xlix

[https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies\\_priori/fichas/pdf/jaguar.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/especies_priori/fichas/pdf/jaguar.pdf)

