



Programa Marco para Fomentar Acciones
para Restablecer el Balance del Ciclo del Agua en

MÉRIDA



Programa Marco

**Para Fomentar Acciones
para Restablecer el Balance
del Ciclo del Agua en**

Mérida

SECTUR
SECRETARÍA DE TURISMO



Secretario de Turismo

Enrique de la Madrid Cordero

Subsecretaria de Planeación y Política Turística

María Teresa Solís Trejo

Subsecretario de Innovación y Desarrollo Turístico

Rubén Gerardo Corona González

Subsecretario de Calidad y Regulación

José Salvador Sánchez Estrada

Oficial Mayor

José Luis Mario Aguilar y Maya Medrano

Director General de Ordenamiento Turístico Sustentable

Jerónimo Ramos Sáenz Pardo

Directora de Zonas de Desarrollo Turístico Sustentable

Carolina Chávez Oropeza

Subdirectora de Zonas de Desarrollo Turístico Sustentable

Nancy Fabiola Hernández González

.....
Secretaría de Turismo

Dirección General de Ordenamiento Turístico Sustentable

<https://www.gob.mx/sectur/acciones-y-programas/ordenamiento-turistico-sustentable>
.....

Desarrollo de contenidos: Gabriela Mantilla Morales, Norma Hernández Cruz,
Mercedes Esperanza Ramírez Camperos, Luciano Sandoval Yoal, Carl Anthony Servín Jungdorf,
Ana Cecilia Tomasini Ortiz, Juan Leodegario García Rojas

Ilustración de portada: Valeria Richter Soriano y Paola Olmedo Lara

Diseño editorial: Marianella Espinosa Lara

Diagramación y formación: Zazilha Lotz Cruz García

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

2018

Hecho en México

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| Prefacio | 7 |
| Introducción | 11 |
| El ciclo hidrológico del agua..... | 11 |
| El ciclo hidrológico del agua urbano | 12 |
| Ciclo antrópico del agua | 14 |
| Metodología..... | 15 |
| 1. Diagnóstico general del destino turístico Mérida | 17 |
| 1.1 Disponibilidad y demanda de agua en Mérida..... | 17 |
| 1.1.1 Disponibilidad de agua en cuencas hidrológicas | 17 |
| 1.2 Ley Federal de Derechos: disposiciones aplicables | |
| en materia de aguas nacionales..... | 20 |
| 1.2.1 Usos consuntivos..... | 21 |
| 1.2.2 Disponibilidad de aguas subterráneas..... | 23 |
| 1.2.3 Acuíferos sobreexplotados y en otras condiciones..... | 23 |
| 1.2.4 Vulnerabilidad al cambio climático | 29 |
| 2. Acuífero de la península de Yucatán (3105) | 31 |
| 2.1 Topografía..... | 34 |
| 2.2 Geofísica y bombeo | 34 |
| 2.3 Distribución por usos | 35 |
| 2.4 Balance de aguas subterráneas | 36 |
| 2.5 Indicadores de gestión prioritarios..... | 37 |
| 3. Panorama general de Mérida | 41 |
| 3.1 Población | 42 |
| 3.2 Vivienda | 42 |
| 3.3 Actividades económicas | 42 |
| 3.4 Infraestructura básica de agua potable y saneamiento | 44 |
| 4. Participación del sector turismo en la economía | 57 |
| 4.1 Demanda de agua en el sector turismo | 60 |
| 5. Programa Marco..... | 65 |
| 6. Programa específico para el destino turístico Mérida..... | 69 |
| 7. Conclusiones y recomendaciones | 83 |
| 7.1 Conclusiones | 83 |
| 7.2 Recomendaciones | 88 |
| Bibliografía..... | 91 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. | <i>Ciclo hidrológico simplificado.....</i> | 12 |
| Figura 2. | <i>Ciclo hidrológico del agua urbano.....</i> | 13 |
| Figura 3. | <i>Contraste regional entre agua renovable y desarrollo.....</i> | 18 |
| Figura 4. | <i>Regiones hidrológicas.</i> | 20 |
| Figura 5. | <i>Grado de presión sobre los recursos hídricos en el mundo, 2016.....</i> | 22 |
| Figura 6. | <i>Grado de presión sobre el recurso hídrico, 2016.</i> | 22 |
| Figura 7. | <i>Delimitación de acuíferos.....</i> | 24 |
| Figura 8. | <i>Condición de los acuíferos, 2016.....</i> | 28 |
| Figura 9. | <i>Municipios más vulnerables al cambio climático.....</i> | 30 |
| Figura 10. | <i>Localización del acuífero península de Yucatán.....</i> | 31 |
| Figura 11. | <i>Regiones hidrológicas.....</i> | 32 |
| Figura 12. | <i>Localización de Mérida.....</i> | 41 |
| Figura 13. | <i>Ubicación de las cuatro plantas potabilizadoras de la ciudad de Mérida, zonas de captación y pozos.....</i> | 49 |
| Figura 14. | <i>Ubicación de los pozos auxiliares dentro de la ciudad de Mérida.....</i> | 49 |
| Figura 15. | <i>Ubicación de las plantas de tratamiento en Mérida.....</i> | 53 |
| Figura 16. | <i>Integración de los índices IAAP, IAS e IGASA y estatus de evaluación.....</i> | 56 |
| Figura 17. | <i>Participación porcentual del número de unidades económicas turísticas por entidad federativa, con respecto al total de cada entidad (INEGI, 2016).....</i> | 58 |
| Figura 18. | <i>Participación porcentual del personal ocupado en unidades económicas turísticas en cada entidad federativa (INEGI, 2016).....</i> | 59 |
| Figura 19. | <i>Participación porcentual del VACB turístico en cada entidad federativa, con respecto al total de la entidad (INEGI, 2016).....</i> | 59 |
| Figura 20. | <i>Uso humano del agua.....</i> | 65 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. | Datos geográficos y socioeconómicos. | 18 |
| Tabla 2. | Grado de presión sobre el recurso hídrico, 2015..... | 23 |
| Tabla 3. | Condición de los acuíferos por región hidrológico-administrativa, 2015..... | 25 |
| Tabla 4. | Acuíferos con problemas de intrusión salina en 2016. | 26 |
| Tabla 5. | Acuíferos bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres..... | 27 |
| Tabla 6. | Destino turístico Mérida y acuífero asociado. | 28 |
| Tabla 7. | Municipios por clase de vulnerabilidad “Muy alta” y “Alta”. | 29 |
| Tabla 8. | Condición del acuífero Península de Yucatán..... | 37 |
| Tabla 9. | Indicadores de gestión en función del objetivo..... | 38 |
| Tabla 10. | Indicadores de gestión. | 38 |
| Tabla 11. | Proyecciones de población municipal de Mérida, Yuc., 2011 - 2030..... | 42 |
| Tabla 12. | Tarifas para agua doméstica, comercial, industrial, de servicios, hotelera y pública..... | 46 |
| Tabla 13. | Variables del organismo operador de la ciudad de Mérida, Yucatán. | 47 |
| Tabla 14. | Características de las plantas potabilizadoras de la ciudad de Mérida. | 48 |
| Tabla 15. | Número y tipos de tomas con medidor, sin medidor y con servicio continuo en 2013. | 50 |
| Tabla 16. | Conexiones a la red de alcantarillado clasificadas de acuerdo a los tipos de usos en 2013. | 50 |
| Tabla 17. | Volumen de agua tratada y lodo generado. | 51 |
| Tabla 18. | Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Mérida, Yucatán. | 51 |
| Tabla 19. | Total de agua introducida, micromedida y estimada; pérdidas de agua de la red y captación per cápita de Mérida en 2013. | 54 |
| Tabla 20. | Información básica municipal para la determinación de los índices..... | 55 |
| Tabla 21. | Obtención de IAAP, IAS e Igasa, por municipio y su estatus de evaluación..... | 56 |
| Tabla 22. | Porcentaje y variación anual del PIB turístico. | 57 |
| Tabla 23. | Estimación de consumo de agua..... | 63 |
| Tabla 24. | Costo del agua producida. | 64 |
| Tabla 25. | Matriz de resultados de la política pública que incide en el sector turístico: Mérida..... | 73 |



Prefacio

México tiene características geográficas que lo colocan como uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático y, por ende, a presentar afectaciones en el balance del ciclo del agua. El Programa Sectorial de Turismo (PROSECTUR) 2013-2018, derivado del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018, en el objetivo 4.11 dispone, “Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica” y, en la Estrategia 4.11.4 “Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social”. La Secretaría de Turismo (SECTUR), actuando en el marco de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, realiza esfuerzos para proponer, fomentar e instaurar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.

El tamaño y alcance del turismo brinda una posición estratégica para llevar a cabo una verdadera aportación sobre la conservación de los recursos hídricos del planeta. En el sector turístico, el agua representa 10% de las facturas de servicios en numerosos hoteles, una oportunidad para lograr un consumo más eficiente y racional del agua por los usuarios, y con ello reducir el costo del consumo de agua en los hoteles y empresas asociadas con los servicios turísticos.

El turismo se fundamenta en las relaciones económicas sostenibles en el tiempo, cuya actividad incrementa el bienestar humano a través de acciones rentables y amigables con el medio ambiente. Desafortunadamente, hasta hace pocos años esto no se veía reflejado en el sector turístico, ya que no se había logrado vincular las actividades económicas a todas las dimensiones de la sustentabilidad. En este sentido, la OMT señala que invertir en tecnología para fomentar el desarrollo sustentable en los destinos turísticos es económicamente rentable, y los beneficios derivados del saneamiento y del tratamiento de aguas residuales permiten recuperar la inversión en un plazo de entre uno y tres años (OMT, 2013).

El turismo guarda una relación ambivalente con el fenómeno del cambio climático. Por una parte, su dependencia con el medio ambiente lo hace vulnerable a cualquier cambio de las condiciones climáticas en los destinos; por otra, participa en las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero, causante a su vez del mismo cambio climático (Gobierno Federal, 2013, Programa Sectorial de Turismo 2013-2018, DOF, 13/12/2013). El

deterioro ambiental ha develado los profundos rezagos existentes en algunos destinos turísticos del país, ya que la fuente de dicho deterioro es, en ocasiones, debido a que los municipios no cuentan con la infraestructura necesaria para tratar residuos sólidos, o bien, infraestructura hidráulica de alcantarillado o plantas de tratamiento de agua, sin hablar del reúso del agua residual tratada. En el 2015, en el país se trató solamente el 57% del volumen recolectado en los sistemas de alcantarillado (CONAGUA, 2016); esto es, 120.9 m³/s de 212 metros cúbicos por segundo.

El Objetivo 2 del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018 plantea conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático. Este objetivo establece seis estrategias y 45 líneas de acción para garantizar los servicios ambientales y reducir las amenazas por el cambio climático. En la Estrategia 2.6 “Restauración y gestión integral de cuencas hidrológicas”, se establece contemplar acciones con enfoque por cuenca hidrológica que permitan desarrollar un manejo integrado del territorio y sus recursos, para fortalecer la conectividad ecosistémica a través de involucrar a la población en su manejo. De forma específica, la línea de acción 2.6.4 plantea **“Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios”**.

En este contexto y en cumplimiento con lo dispuesto por la Ley General de Cambio Climático, la SECTUR definió seis líneas de acción a ser incluidas en el PECC 2014-2018:

1. Elaborar y difundir diagnósticos de vulnerabilidad, programas de adaptación y sistemas de alerta temprana al cambio climático para destinos turísticos prioritarios.
2. Diseñar y promover una Guía de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático para el sector turístico.
3. Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.
4. Promover acciones de eficiencia energética en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) turísticas; principalmente en hoteles y restaurantes.

5. Impulsar, con perspectiva de género, proyectos de turismo comunitario sustentable de naturaleza en Áreas Naturales Protegidas y/o en zonas vulnerables.
6. Promover la realización de un inventario de Gases de Efecto Invernadero para reducir las emisiones en actividades asociadas al sector.

De esta forma, la SECTUR trabaja sobre la línea de acción 3, para lo cual se promoverá la adopción de un programa para el uso sustentable del agua en destinos turísticos, enfocado en un aprovechamiento eficiente y racional del agua. Los objetivos del Programa Sectorial 2013-2018 se encauzan en fomentar el desarrollo sustentable de los destinos turísticos, facilitando el financiamiento e inversión público-privada en nuevos proyectos, al mismo tiempo que se impulsa y fortalece la oferta turística para generar mayores beneficios sociales y económicos en las comunidades receptoras.

En cumplimiento a estos mandatos, la Secretaría de Turismo en colaboración con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, elaboró el "Programa Marco para fomentar Acciones para Restablecer el Balance del ciclo del agua en Destinos Turísticos Prioritarios", de donde deriva el presente documento que tiene como propósito fundamental diagnosticar y analizar el caso específico de Mérida, como una propuesta para instrumentar un programa marco que promueva esquemas de eficiencia y ahorro de agua, así como su consumo responsable en la actividad turística, mediante la participación integral de la comunidad, los tres órdenes de gobierno, la academia, los órganos de la sociedad civil y, principalmente, los prestadores de servicios turísticos.



Introducción

El ciclo hidrológico del agua

El ciclo del agua, también conocido como “ciclo hidrológico”, describe el movimiento continuo y cíclico del agua en el planeta Tierra. Este ciclo no está acotado a las limitaciones territoriales establecidas por el ser humano: no conoce fronteras políticas, no tiene límites municipales ni atiende los problemas que la actual geopolítica mundial presenta.

Una parte fundamental para entender el ciclo hidrológico consiste en comprender que el sol dirige el ciclo. Al calentar las masas de agua provoca la evaporación del agua hacia el aire en forma de vapor. Este vapor de agua asciende a las partes altas de la atmósfera, en donde gracias a la disminución de la temperatura se favorece la condensación del vapor y se forman las nubes. Las corrientes de aire mueven las nubes sobre el globo terráqueo, las partículas de nube colisionan, crecen y caen sobre la tierra en forma de precipitación: lluvia, nieve, granizo, hielo.

La mayor parte de la precipitación cae en los océanos. En la superficie terrestre, debido a la gravedad, escurre hasta alcanzar los ríos que transportan el agua a las depresiones del terreno o de vuelta a los océanos. Parte del agua se infiltra hasta los acuíferos, donde se conserva o puede brotar hacia la superficie como manantiales, ríos o lagos de agua dulce; otra parte de esta agua subterránea se descarga a los océanos.

El agua subterránea que se encuentra a poca profundidad es tomada por las raíces de las plantas y transpirada a través de la superficie de las hojas, regresando a la atmósfera como evapotranspiración. A lo largo del tiempo esta agua continúa moviéndose; parte de ella retornará a los océanos, donde el ciclo del agua se cierra y comienza nuevamente.

El ciclo hidrológico se presenta de forma sintetizada en la Figura (1). Se puede apreciar que la influencia antrópica en el balance general del agua es menos importante que los factores físicos predominantes del proceso. Sin embargo, cabe remarcar que las actividades humanas han favorecido la deforestación y la pérdida de la infiltración, y han causado modificaciones en el ciclo natural del mismo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Ciclo hidrológico simplificado.

El ciclo hidrológico del agua urbano

De forma general y para centros urbanos de consumo de agua, se puede considerar que el ciclo del servicio del agua está integrado por los siguientes componentes Figura (2): captación, potabilización, distribución y consumo, recolección (alcantarillado), tratamiento y reúso.

Hacer un uso racional y eficiente en el ciclo del servicio del agua implica lograr una mayor eficiencia física y comercial. Con ello se espera contar con suficiente agua de calidad para la población. Mediante este ciclo, toda el agua residual generada por la población servida se debe tratar con tecnología que permita su máximo reúso en diferentes actividades: industrial, riego de las áreas verdes y agricultura, servicios públicos urbanos, agua contra incendios, fuentes y lagos artificiales, servicios intradomiciliarios que no requieren agua potable; o bien, para garantizar un agua con buena calidad que se descargue a los cuerpos receptores, a fin de proporcionar un cierto caudal que permita la vida acuática y mejore el entorno ambiental. El agua tratada, al regresar a la naturaleza con la calidad necesaria, hace

posible preservar un ambiente saludable y que se podrá disponer de ella nuevamente en el futuro. El resguardo de las fuentes de abastecimiento implica garantizar una explotación que preserve los volúmenes disponibles de agua y la calidad del recurso.

Un uso responsable del agua involucra el suministro, entendido como un servicio continuo de agua potable que cumple con las normativas nacionales de calidad y cantidad; una red de alcantarillado en buen estado y un tratamiento de las aguas residuales adecuado para impedir problemas de contaminación de los cuerpos receptores, así como procurar el reúso del agua residual tratada para disminuir la presión sobre la disponibilidad del agua de primer uso.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Ciclo hidrológico del agua urbano.

El cuidado del ciclo del servicio del agua debe ser un compromiso conjunto entre los usuarios y el organismo operador (prestador de servicios). El sector turismo puede impulsar, mediante acciones claves y específicas, un círculo virtuoso para participar en la disminución de la sobreexplotación de las fuentes de abastecimiento a través de un consumo racional, su cuidado y disposición.

Ciclo antrópico del agua

En el ámbito municipal no es posible cambiar el balance del ciclo natural del agua (ciclo hidrológico), el cual está sujeto a las condiciones de la naturaleza, pero sí es factible modificar —para coadyuvar en la conservación del recurso agua— las actividades humanas: agricultura, comercio e industria, y con ello participar en la seguridad hídrica; en específico, todas aquellas acciones que permitan un mejor aprovechamiento del recurso hídrico en los destinos turísticos para lograr su sustentabilidad.

De acuerdo con las características geográficas de las diversas regiones del mundo, se llegan a presentar fenómenos naturales relacionados con el ciclo del agua, como son las corrientes marinas, ciclones, periodos de sequía e incendios. En ocasiones, estos se convierten en un problema para los seres humanos porque provocan situaciones inesperadas que interfieren en la disponibilidad de agua y, por lo tanto, en las actividades cotidianas. Es importante tomar en cuenta que la mayor parte de las actividades efectuadas por el hombre para obtener beneficios implican cambios y alteraciones en el ambiente, por lo que es necesario buscar alternativas dirigidas a lograr un mejor aprovechamiento del agua sin poner en riesgo su ciclo natural.

Metodología

1. Se analizó la información relacionada con la disponibilidad y demanda de agua de los 44 Destinos Turísticos Prioritarios¹ con la finalidad de establecer la magnitud de su estrés hídrico. Para ello, se recopiló, revisó, utilizó e integró la información de distintas publicaciones oficiales² a fin de determinar la zona de disponibilidad de cada destino turístico, de acuerdo con la información publicada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), y clasificarlas en función del grado de explotación: acuíferos sobreexplotados, acuíferos en equilibrio y acuíferos con disponibilidad. Para la descripción de los acuíferos se reportan los aspectos técnicos fundamentales conforme a los documentos. Se presenta la información de forma integral para respetar los aspectos técnicos que sirven como base técnica para este estudio.

2. Se elaboró el diagnóstico general de los 44 destinos turísticos prioritarios, en función del estrés hídrico, disponibilidad de agua y volumen comprometido para los diferentes usos relativos al acuífero en cuestión. Se analizó la disponibilidad del agua en los acuíferos asociados a cada destino turístico, considerando los datos de población; viviendas; coberturas de agua potable, alcantarillado y tratamiento; infraestructura básica relacionada con el agua potable, drenaje y alcantarillado, y actividades económicas principales (perfil socioeconómico de cada municipio referente al destino turístico), y la demanda teórica del sector hotelero, asociado con las noches de pernocta.

3. Se jerarquizó el nivel de estrés hídrico y disponibilidad de agua en los acuíferos de cada destino para llevar a cabo la selección de los sitios turísticos con mayor vulnerabilidad hídrica. En consenso con la SECTUR, se elaboró la lista de los diez destinos turísticos que puedan ver comprometida su viabilidad turística por la escasez o pérdida de la calidad del recurso.

¹ Los 44 Destinos Turísticos Prioritarios son localidades seleccionadas que poseen amplio potencial turístico para detonar desarrollo económico y social e impactar directamente sobre las comunidades. Comprenden los seis segmentos prioritarios instruidos por el presidente de la República: sol y playa, cultural, ecoturismo y aventura, salud, deportivo y turismo de alta escala. Estos destinos concentran el 87% de las llegadas de turistas a cuartos de hotel (Cuenta de la Hacienda Pública Federal de 2013. Análisis del presupuesto de egresos y su vinculación con las metas y objetivos de la planeación nacional. SECTUR, http://www.apartados.hacienda.gob.mx/contabilidad/documentos/informe_cuenta/2013/doc/t3/PEJ.03.01.02.21.vd.pdf).

² CNA (2000). *Catálogo de acuíferos*; CNA (abril, 2002). Registro Público de Derechos del Agua (REPDA); CONAGUA-SIGMAS (s.f.). *Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea*; CONAGUA (2013-2016). *Estadísticas del Agua en México*; CONAGUA. (2014). REPDA al 30 de junio de 2014; CONAGUA (2015) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en los acuíferos; CONAGUA (2015, 2016). *Atlas del Agua en México*; CONAGUA (2016). *Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento*.

- 4.** Se recopiló información de los diez destinos turísticos seleccionados, considerando: población del destino turístico, población servida por el organismo operador, abastecimiento, distribución, recolección, tratamiento y reúso y población turística, asociado a las noches de pernocta.
- 5.** Se revisaron los planes municipales de desarrollo vigentes en cada destino y la información asociada a la Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (CONAGUA, 2016), los costos de producción del agua de primer uso, tarifas de agua potable y fuentes de abastecimiento.
- 6.** Se analizó la situación del uso del agua de los diez destinos turísticos seleccionados. Con base en la información recopilada se revisaron los balances hídricos de los acuíferos y fueron comparados con la disponibilidad de agua. Esta comparación permitió establecer la pauta a seguir para fomentar la disminución de consumo de primer uso e incrementar el reúso de agua tratada.
- 7.** Se elaboró y diseñó el Programa Marco para el aprovechamiento racional y el uso sustentable del agua de los destinos turísticos prioritarios, donde se presentan acciones que consideran:
 - Fomentar la distribución eficiente, el tratamiento del agua residual, el reúso del agua tratada en servicios municipales y turísticos, y el suministro del recurso para los servicios ambientales.
 - Mejorar la recolección de las aguas residuales y el aprovechamiento del agua pluvial.
 - Identificar las posibles fuentes de financiamiento para implementar acciones y mecanismos de operación.
- 8.** Elaboración del informe final donde se presenta la información recopilada, su análisis y las conclusiones y recomendaciones para la propuesta del Programa Marco.

1. Diagnóstico general del destino turístico Mérida

1.1 Disponibilidad y demanda de agua en Mérida

1.1.1 Disponibilidad de agua en cuencas hidrológicas

México presenta características geográficas e hidrológicas muy heterogéneas, lo que limita drásticamente la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea. Dos tercios de su territorio son áridos o semiáridos. En estas zonas se concentra 77% de la población, pero únicamente presenta 28% del escurrimiento natural y genera 82.3% del Producto Interno Bruto (PIB) (CONAGUA, 2016). Las situaciones anteriores propician la competencia por el agua, su contaminación y la sobreexplotación de los mantos acuíferos. En contraste, en las regiones hidrológico-administrativas (RHA)³ V, X, XI y XII del sureste llueve diez veces más que en las zonas áridas del norte del país Figura (3); asimismo, se muestra la distribución del PIB a escala nacional.

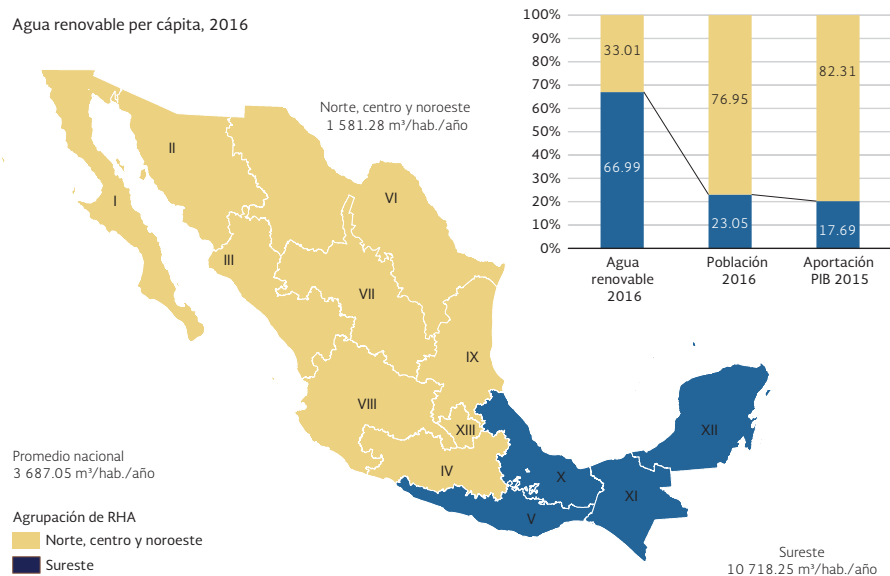
Considerando el agua renovable per cápita, la disponible en las regiones del sureste es siete veces mayor que la disponible en el resto de las regiones hidrológico-administrativas.

Los principales datos demográficos, socioeconómicos y de agua renovable (ARenov) para las entidades federativas que conforman el país se presentan en la Tabla (1).

Las cuencas son unidades naturales del terreno definidas por la existencia de una división de las aguas superficiales debida a la conformación del relieve. En la Figura (4) se presentan las 37 cuencas hidrológicas en que ha sido dividido el país. Para propósitos de administración de las aguas nacionales, especialmente la publicación de la disponibilidad, la CONAGUA ha definido 731 cuencas hidrológicas. Al 31 de diciembre del 2015 se tenían publicadas las disponibilidades de 731 cuencas hidrológicas, conforme a la norma NOM-011-CONAGUA-2000.

³ Regiones Hidrológicas Administrativas:

RHA I: Península de Baja California; RHA II: Noroeste; RHA III: Pacífico Norte; RHA IV: Balsas; RHA V: Pacífico Sur; RHA VI: Río Bravo; RHA VII: Cuencas Centrales del Norte; RHA VIII: Lerma-Santiago-Pacífico; RHA IX: Golfo Norte; RHA X: Golfo Centro; RHA XI: Frontera Sur; RHA XII: Península de Yucatán; RHA XIII: Aguas del Valle de México.



Fuente: *Estadísticas del Agua en México, Edición 2017* (CONAGUA).

Figura 3. Contraste regional entre agua renovable y desarrollo.

Tabla 1. Datos geográficos y socioeconómicos.

| Entidad federativa | Superficie (km ²) | Agua renovable 2015 (hm ³ /año) ⁴ | Población 2015 (millones) | Agua renovable per cápita (m ³ /hab/año) ⁵ | Aportación al PIB nacional 2014 (%) | Municipio o delegación |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Aguascalientes | 5 618 | 514 | 1.29 | 399 | 1.21 | 11 |
| Baja California | 71 446 | 2 989 | 3.48 | 858 | 2.79 | 5 |
| Baja California Sur | 73 922 | 1 264 | 0.76 | 1 654 | 0.74 | 5 |
| Campeche | 57 924 | 14 274 | 0.91 | 15 723 | 4.24 | 11 |
| Coahuila | 151 563 | 3 151 | 2.96 | 1 064 | 3.40 | 38 |
| Colima | 5 625 | 2 136 | 0.72 | 2 952 | 0.60 | 10 |
| Chiapas | 73 289 | 112 929 | 5.25 | 21 499 | 1.79 | 118 |
| Chihuahua | 247 455 | 11 888 | 3.71 | 3 204 | 2.84 | 67 |
| CDMX | 1 486 | 478 | 8.85 | 54 | 16.52 | 16 |
| Durango | 123 451 | 13 370 | 1.76 | 7 576 | 1.23 | 39 |
| Guanajuato | 30 608 | 3 856 | 5.82 | 663 | 4.18 | 46 |

4 hm³/año: hectómetro cúbico al año.

5 m³/hab/año: metros cúbicos por habitante al año.

| Entidad federativa | Superficie (km ²) | Agua renovable 2015 (hm ³ /año) ^a | Población 2015 (millones) | Agua renovable per cápita (m ³ /hab/año) ^b | Aportación al PIB nacional 2014 (%) | Municipio o delegación |
|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| Guerrero | 63 621 | 21 097 | 3.57 | 5 913 | 1.51 | 81 |
| Hidalgo | 20 846 | 7 256 | 2.88 | 2 521 | 1.70 | 84 |
| Jalisco | 78 599 | 15 634 | 7.93 | 1 974 | 6.54 | 128 |
| México | 22 357 | 5 190 | 16.87 | 308 | 9.30 | 125 |
| Michoacán | 58 643 | 12 547 | 4.60 | 2 730 | 2.43 | 113 |
| Morelos | 4 893 | 1 797 | 1.92 | 936 | 1.16 | 33 |
| Nayarit | 27 815 | 6 392 | 1.22 | 5 223 | 0.67 | 20 |
| Nuevo León | 64 220 | 4 285 | 5.09 | 843 | 7.29 | 51 |
| Oaxaca | 93 793 | 55 362 | 4.01 | 13 798 | 1.61 | 570 |
| Puebla | 34 290 | 11 478 | 6.19 | 1 853 | 3.16 | 217 |
| Querétaro | 11 684 | 2 032 | 2.00 | 1 014 | 2.17 | 18 |
| Quintana Roo | 42 361 | 7 993 | 1.57 | 5 076 | 1.62 | 10 |
| San Luis Potosí | 60 983 | 10 597 | 2.75 | 3 848 | 1.92 | 58 |
| Sinaloa | 57 377 | 8 682 | 2.98 | 2 909 | 2.09 | 18 |
| Sonora | 179 503 | 7 018 | 2.93 | 2 393 | 2.91 | 72 |
| Tabasco | 24 738 | 31 040 | 2.38 | 13 021 | 3.14 | 17 |
| Tamaulipas | 80 175 | 8 928 | 3.54 | 2 520 | 3.04 | 43 |
| Tlaxcala | 3 991 | 908 | 1.28 | 711 | 0.56 | 60 |
| Veracruz | 71 820 | 50 880 | 8.05 | 6 323 | 5.09 | 212 |
| Yucatán | 39 612 | 6 924 | 2.12 | 3 268 | 1.52 | 106 |
| Zacatecas | 75 539 | 3 868 | 1.58 | 2 454 | 1.02 | 58 |
| Total | 1 959 248 | 446 777 | 121.01 | 3 692 | 100.00 | 2 457 |

Fuente: *Estadísticas del Agua en México*, CONAGUA, 2016.

En lo referente a las aguas subterráneas, el país está dividido en 653 acuíferos. La denominación de los acuíferos se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* (SEGOB, 2001). En el periodo 2003-2009 se publicaron sus delimitaciones geográficas Figura (7), en tanto que la publicación de las disponibilidades y sus actualizaciones se han llevado a cabo desde el 2003 anualmente a la fecha (SEGOB, 2017).



- | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Baja California Noroeste | 2. Baja California Centro-Oeste | 3. Baja California Suroeste | 4. Baja California Noreste |
| 5. Baja California Centro Este | 6. Baja California Sureste | 7. Río Colorado | 8. Sonora Norte |
| 9. Sonora Sur | 10. Sinaloa | 11. Presidio-San Pedro | 12. Lerma -Santiago |
| 13. Huicicila | 14. Río Ameca | 15. Costa de Jalisco | 16. Armería-Coahuayana |
| 17. Costa de Michoacán | 18. Balsas | 19. Costa Grande de Guerrero | 20. Costa Chica de Guerrero |
| 21. Costa de Oaxaca | 22. Tehuantepec | 23. Costa de Chiapas | 24. Bravo-Conchos |
| 25. San Fernando-Solo la Marina | 26. Pánuco | 27. Tuxpan-Náutica | 28. Papaloapan |
| 29. Coatzacoalcos | 30. Grijalva-Usumacinta | 31. Yucatán Oeste | 32. Yucatán Norte |
| 33. Yucatán Este | 34. Cuencas Cerradas del Norte | 35. Mapimí | 36. Nazas-Aguanaval |
| 37. El Salado | | | |

Fuente: *Estadísticas del Agua en México*, CONAGUA, 2017.

Figura 4. Regiones hidrológicas.

1.2 Ley Federal de Derechos: disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos 2017, la SECTUR deberá contemplar, con respecto a la disponibilidad de agua potable, el Capítulo VIII, correspondiente al Agua, en sus artículos 222 al 224, que se describen a continuación:

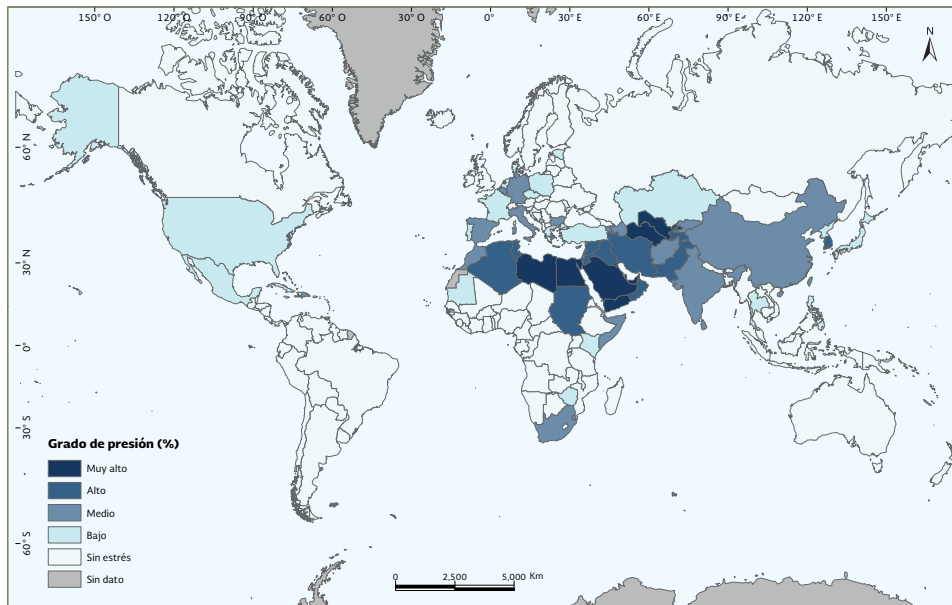
1.2.1 Usos consuntivos

El porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos⁶ respecto al agua renovable es un indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico de un país, cuenca o región. El grado de presión del recurso hídrico (GPRH) es un indicador de la sostenibilidad de la extracción de los recursos hídricos a largo plazo, y se emplea como una medida de la vulnerabilidad frente a la escasez del líquido. Se calcula dividiendo la extracción del recurso destinada a los diversos usos consuntivos entre el agua renovable y se expresa en porcentaje.

La CONAGUA clasifica el GPRH en cinco categorías: muy alto, alto, medio, bajo y sin estrés. Cuando el GPRH es superior al 40% se considera alto o muy alto. En 2015, para México se reportó un valor de GPRH de **19.2%**, lo que representa una presión de categoría baja (CONAGUA, 2016). A escala mundial, México ocupa el lugar 53 de los países con mayores grados de presión Figura (5). El promedio estimado para los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos es de 11.5% (FAO-Aquastat, 2012).

El relativamente bajo GPRH nacional está influido por la alta disponibilidad de agua en el sur del país, de donde se extrae menos del 8% del agua disponible, mientras que las zonas centro, norte y noroeste del país experimentan un alto grado de presión (CONAGUA, 2015). En la Tabla (2) y Figura (6) se muestra el GPRH para cada una de las RHA del país. Se observa que para Mérida, ubicada en la RHA XII, el grado de presión es bajo; esto es, los volúmenes concesionados para los diferentes usos del agua son mucho menores que el volumen del agua renovable y **no se considera que se presente escasez del recurso.**

⁶ Uso consuntivo: volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se establece como la diferencia del volumen de una calidad fijada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo (Ley Federal de Derechos, 2017).



Fuente: Atlas del agua en México (CONAGUA, 2017).

Figura 5. Grado de presión sobre los recursos hídricos en el mundo, 2016.



Fuente: Atlas del agua en México (CONAGUA, 2017).

Figura 6. Grado de presión sobre el recurso hídrico, 2016.

Tabla 2. Grado de presión sobre el recurso hídrico, 2015.

| N° RHA | Volumen total de agua concesionado 2015 (hm ³) | Agua renovable 2015 (hm ³ /año) | Grado de presión (%) | Clasificación del grado de presión |
|--------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| I | 3 958 | 4 958 | 79.8 | Alto |
| II | 6 730 | 8 273 | 81.4 | Alto |
| III | 10 770 | 25 596 | 42.1 | Alto |
| IV | 10 798 | 21 678 | 49.8 | Alto |
| V | 1 555 | 30 565 | 5.1 | Sin estrés |
| VI | 9 524 | 12 532 | 77.1 | Alto |
| VII | 3 825 | 7 905 | 48.4 | Alto |
| VIII | 15 724 | 35 080 | 44.8 | Alto |
| IX | 5 742 | 28 124 | 20.4 | Medio |
| X | 5 560 | 98 022 | 5.9 | Sin estrés |
| XI | 2 505 | 144 459 | 1.7 | Sin estrés |
| XII | 4 200 | 29 324 | 14.3 | Bajo |
| XIII | 4 774 | 3 442 | 138.7 | Muy alto |
| Total | 85 664 | 446 777 | 19.2 | Alto |

Fuente: Estadísticas del Agua en México (CONAGUA, 2016).

1.2.2 Disponibilidad de aguas subterráneas

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la CONAGUA debe publicar en el *Diario Oficial de la Federación (DOF)* la disponibilidad de las aguas nacionales. En el caso de las aguas subterráneas, la disponibilidad se determina por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000 “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”. La disponibilidad es un indicador básico para la preservación del recurso. Para ello, se cuenta con la asignación de derechos para uso de aguas nacionales, así como medidas de ordenamiento de la explotación de los acuíferos.

1.2.3 Acuíferos sobreexplotados y en otras condiciones

La creciente demanda de agua por los distintos usos consuntivos es uno de los principales factores que amenaza la sustentabilidad de la explotación de los acuíferos. En México, el número de acuíferos sobreexplotados

se incrementó considerablemente en las últimas cuatro décadas: en 1975 había 32 de ellos, para 1981 la cifra se había elevado a 36 y en 2015 ya sumaban 105 (16% de los 653 acuíferos registrados en el país). En la Figura (7) se presenta la delimitación de los acuíferos asociada a las RHA correspondientes.

Los acuíferos sobreexplotados⁷ se concentran en las RHA I Península de Baja California, II Noroeste, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte y VIII Lerma-Santiago-Pacífico. De ellos se extrae el 58% del agua subterránea para todos los usos consuntivos Tabla (3).



Fuente: *Estadísticas del Agua en México* CONAGUA, 2017.

Figura 7. Delimitación de acuíferos.

⁷ De acuerdo con la CONAGUA, para fines de la administración del agua subterránea, el país está dividido en 653 acuíferos.

Tabla 3. Condición de los acuíferos por región hidrológico-administrativa, 2015.

| Región hidrológico-administrativa | Sobre-explotado | Con intrusión salina | Salinización de suelos y aguas subterráneas salobres | Sin problemas | Total |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------------------------------|---------------|------------|
| I Península de Baja California | 14 | 11 | 5 | 58 | 88 |
| II Noroeste | 10 | 5 | 0 | 47 | 62 |
| III Pacífico Norte | 2 | 0 | 0 | 22 | 24 |
| IV Balsas | 1 | 0 | 0 | 44 | 45 |
| V Pacífico Sur | 0 | 0 | 0 | 36 | 36 |
| VI Río Bravo | 18 | 0 | 8 | 76 | 102 |
| VII Cuencas Centrales del Norte | 23 | 0 | 18 | 24 | 65 |
| VIII Lerma-Santiago-Pacífico | 32 | 0 | 0 | 96 | 128 |
| IX Golfo Norte | 1 | 0 | 0 | 39 | 40 |
| X Golfo Centro | 0 | 0 | 0 | 22 | 22 |
| XI Frontera Sur | 0 | 0 | 0 | 23 | 23 |
| XII Península de Yucatán | 0 | 2 | 1 | 1 | 4 |
| XIII Aguas del Valle de México | 4 | 0 | 0 | 10 | 14 |
| Total nacional | 105 | 18 | 32 | 498 | 653 |

Fuentes: CONAGUA, SEMARNAT, *Estadísticas del Agua en México, Edición 2015*. CONAGUA/SEMARNAT, México 2015. SINA, CONAGUA, SEMARNAT. *Acuíferos*. Disponible en <http://201.116.60.25/sina/>, Fecha de consulta: septiembre de 2016.

Algunos de los acuíferos sobreexplotados presentan, además, condiciones de salinización por intrusión marina o aguas subterráneas salobres. En extensas zonas de riego, sobre todo en las áreas costeras, la sobreexplotación de los acuíferos ha provocado un descenso de varios metros en los niveles de agua subterránea, y con ello, se ha favorecido la intrusión del agua marina, con el consecuente deterioro de la calidad de sus aguas.

En 2016, 18 acuíferos presentaron problemas de intrusión salina Tabla (4) en las regiones I Península de Baja California, II Noroeste y **XII Península de Yucatán**. Por otra parte, las regiones I Península de Baja California, VI Río Bravo, VII Cuencas Centrales del Norte y **XII Península de Yucatán** tienen problemas de salinización y aguas subterráneas salobres Tabla (5), Figura (8). Los destinos turísticos afectados por este tipo de problemas son La Paz, Ensenada, Hermosillo, **Mérida**, Campeche, Cozumel, Cancún y Riviera Maya.

Tabla 4. *Acuíferos con problemas de intrusión salina en 2016.*

| Región Hidrológico-Administrativa | Acuífero |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| I. Península de Baja California | Ensenada |
| | Maneadero ¹ |
| | Camalú |
| | Colonia Vicente Guerrero |
| | San Quintín ¹ |
| | San Simón ¹ |
| | Santo Domingo |
| | Los Planes ¹ |
| | Mulegé |
| La Paz ¹ | |
| | La Misión |
| II. Noroeste | Caborca ¹ |
| | Costa de Hermosillo ¹ |
| | San José de Guaymas ¹ |
| | Sonoyta-Puerto Peñasco ¹ |
| | Valle de Guaymas ¹ |
| XII. Península de Yucatán | Isla de Cozumel |
| | Península de Yucatán |

Nota: Los acuíferos marcados con superíndice ¹ se encuentran, además, sobreexplotados.

Fuente: SINA, CONAGUA, SEMARNAT. *Acuíferos*. Disponible en: http://sina.CONAGUA.gob.mx/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=acuíferos. Fecha de consulta: noviembre de 2017.

De manera especial resalta la condición del acuífero Península de Yucatán, que se presenta como la única fuente de abastecimiento convencional de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Se observa que, a pesar de tener una alta disponibilidad, presenta problemas de intrusión salina, lo que pone en riesgo la calidad del agua de primer uso Figura (8). Así, para los destinos turísticos en **Yucatán**, el problema principal es por intrusión salina.

Tabla 5. Acuíferos bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres.

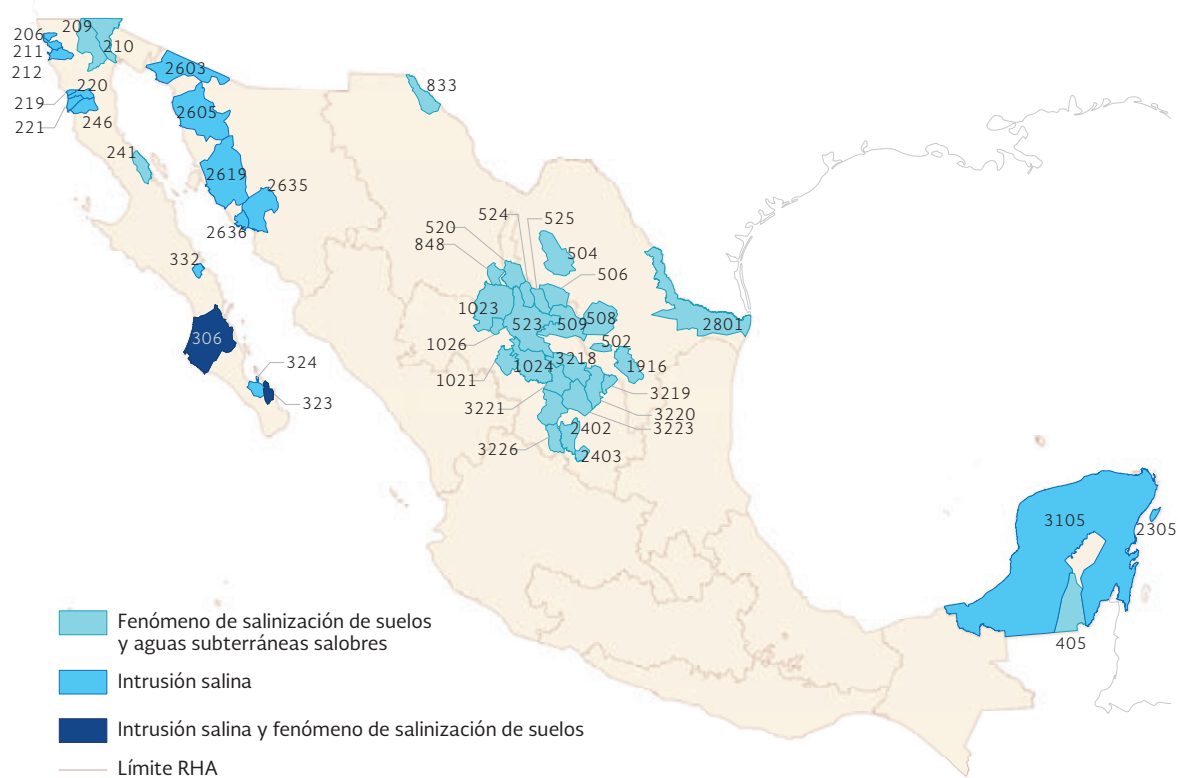
| Región Hidrológico Administrativa | 2011 | 2012 |
|--------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| | Acuífero | Acuífero |
| I. Península de Baja California | Laguna Salada | Laguna Salada |
| | Valle de Mexicali ¹ | |
| | Agua Amarga | Agua Amarga |
| | Santo Domingo ^{1 2} | |
| VI. Río Bravo | Los Planes ^{1 2} | |
| | Cañón del Derramadero | Cañón del Derramadero |
| | Cuatrociénegas-Ocampo | Cuatrociénegas-Ocampo |
| | El Hundido | El Hundido |
| | Paredón | Paredón |
| | Valle de Juárez ¹ | |
| VII. Cuencas Centrales del Norte | Laguna de Palomas | |
| | Bajo Río Bravo | Bajo Río Bravo |
| | La Paila ¹ | |
| | Laguna del Rey- Sierra Mojada | Laguna del Rey-Sierra Mojada |
| | Principal-Región Lagunera ¹ | |
| | Las Delicias | |
| | Acatita | Acatita |
| | Pedriceña-Velardeña | Pedriceña-Velardeña |
| | Ceballos | |
| | Oriente Aguanaval | |
| | Vicente Suárez | |
| | Navidad-Potosí-Raíces ¹ | |
| | El Barril ¹ | |
| XII. Península de Yucatán | Salinas de Hidalgo ¹ | |
| | Cedros | Cedros |
| | El Salvador | El Salvador |
| | Guadalupe Garzaron | Guadalupe Garzaron |
| | Camacho | Camacho |
| | El Cardito | El Cardito |
| | Chupaderos ¹ | |

Notas: 1) Los acuíferos marcados con superíndice ¹ se encuentran, además, sobreexplotados.

2) Los acuíferos marcados con superíndice ² presentan, además, intrusión marina.

Fuentes: CONAGUA, SEMARNAT. *Estadísticas del Agua en México. Edición 2013*; CONAGUA, SEMARNAT. México (2014). Gerencia de Aguas, Subdirección General Técnica. CONAGUA, SEMARNAT, México (2012).

MÉRIDA



Fuentes: CONAGUA, SEMARNAT, *Estadísticas del Agua en México, Edición 2017*. SINA, CONAGUA, SEMARNAT. *Acuíferos*. Disponible en <http://201.116.60.25/sina/> ,

Figura 8. Condición de los acuíferos, 2016.

Los destinos turísticos normalmente están asociados a una fuente de disponibilidad del agua que es al acuífero subyacente al destino. En ocasiones, varios destinos turísticos están asociados a un mismo acuífero, como es el caso del acuífero Península de Yucatán (Riviera Maya, Cancún y **Mérida**). En la Tabla (6) se presenta el destino turístico **Mérida** y el acuífero asociado. Este acuífero no está sobreexplotado.

Tabla 6. Destino turístico Mérida y acuífero asociado.

| Destino Turístico | Entidad federativa | Municipio | Clave Acuífero | Acuífero asociado |
|-------------------|--------------------|-----------|----------------|----------------------|
| Mérida | YUC | Mérida | 2301 | Península de Yucatán |

Fuente: Elaboración propia a partir del Registro Público de Derechos de Agua (Repda), (CONAGUA, 2014).

1.2.4 Vulnerabilidad al cambio climático

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007) define la vulnerabilidad al cambio climático como “el grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema para afrontar los efectos negativos del cambio climático”, incluyendo además la variabilidad y los fenómenos extremos. Esta definición subraya que la vulnerabilidad se encuentra en función del carácter, dimensión e índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación. La mayor vulnerabilidad se presenta en 13 entidades de la república para 480 municipios en total, lo que representa el 20% de los municipios a escala nacional Tabla (7). En el estado de Yucatán, 17 municipios se encuentran en estado de alta vulnerabilidad ante el cambio climático Figura (9), y se asocia principalmente a fenómenos extremos: inundaciones, sequías, erosión y aspectos sociales, no a disponibilidad y abastecimiento de agua de primer uso. En este contexto, solamente el 16% de los municipios del estado de Yucatán presenta una alta vulnerabilidad ante el cambio climático.

Tabla 7. Municipios por clase de vulnerabilidad “Muy alta” y “Alta”.

| Entidad federativa | Vulnerabilidad | | | Porcentaje de municipios respecto al total estatal |
|--------------------|----------------|------------|------------|----------------------------------------------------|
| | Muy alta | Alta | Total | |
| Baja California | | 1 | 1 | 20% |
| Chiapas | 29 | 53 | 85 | 72% |
| Chihuahua | | 2 | 2 | 3% |
| Guerrero | 1 | 32 | 33 | 41% |
| Hidalgo | | 15 | 15 | 18% |
| Oaxaca | 30 | 166 | 196 | 34% |
| Puebla | 9 | 40 | 99 | 23% |
| Quintana Roo | | 1 | 1 | 11% |
| San Luis Potosí | | 13 | 14 | 24% |
| Sonora | | 2 | 2 | 3% |
| Tabasco | | 4 | 4 | 24% |
| Veracruz | 4 | 57 | 61 | 29% |
| Yucatán | 1 | 16 | 17 | 16% |
| Total | 75 | 405 | 480 | |

Fuente: Gobierno Federal, INECC. consultado en: www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-en-los-municipios-de-mexico



Fuente: INECC, https://www.gob.mx/cms/uploads/image/file/225299/4Municipios_mas_vulnerables_al_cambio_climatico_por_entidad_federativa.png

Figura 9. Municipios más vulnerables al cambio climático.

2. Acuífero de la península de Yucatán (3105)

El acuífero 3105 abarca la mayor parte de la península de Yucatán Figura (10), la cual se ubica en la porción sureste de la república mexicana y está comprendida entre las coordenadas geográficas 17°49'00" y 21°36'00" de latitud norte y 86°45'00" y 91°20'00" de longitud oeste. Abarca una superficie de 141 523 km² conformada por la totalidad de los estados de **Campeche, Quintana Roo y Yucatán**. Limita al norte y al oeste con el Golfo de México, al sur con la República de Guatemala y Belice, al suroeste con el estado de Tabasco y al este con el mar Caribe.



Fuente: <http://sigagis.conagua.gob.mx/Aprovechamientos/>

Figura 10. Localización del acuífero península de Yucatán.

El estado de Yucatán tiene una superficie territorial de 39 340 km², lo que representa el 27.8% de la península de Yucatán y el 1.9% respecto del total del país. Su división política comprende 106 municipios, siendo Mérida la ciudad capital.

De manera general, la escasez de agua implica la dificultad de obtener fuentes de agua dulce durante un cierto periodo, situación que puede culminar en un mayor deterioro y agotamiento de los recursos hídricos disponibles. El déficit hídrico puede ser causado por cambios climáticos tales como patrones climáticos alterados (sequías o inundaciones), falta de lluvia, agotamiento de los mantos acuíferos, así como el aumento de la contaminación

y de la demanda humana de agua; incluso su uso excesivo. La escasez de agua se presenta por dos fenómenos convergentes: el creciente uso de agua dulce y el agotamiento de los recursos de agua dulce disponibles.

Las características orográficas de la región propician que las variaciones de la precipitación en distintas áreas sean mínimas. Los valores de lluvia media anual en las distintas estaciones climatológicas de la península oscilan entre 1 432.3 mm y 1 107.63 mm. Las precipitaciones máximas se presentan en las partes sureste y suroeste, y las precipitaciones mínimas en la parte costera norte, observándose una distribución equitativa de la lluvia media en toda la zona localizada de suroeste y centro de la península. Por su ubicación geográfica, la región 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. De manera general, esto favorece la abundancia de agua pluvial en la región.

La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales (ríos) sean escasos o de muy corto recorrido. El río Candelaria es el principal escurrimiento de tipo perenne y desemboca en la laguna de Términos Figura (11).



Fuente: CONAGUA, 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán.

Figura 11. Regiones hidrológicas.

Dentro de la RH 30, localizada al suroeste de la región, se encuentran los ríos más caudalosos de la península de Yucatán: Chumpán, Candelaria y Mamantel y, al sureste, dentro de la RH 33, se localiza el río Hondo, el cual funge como límite internacional con Belice. En la RH 33 el río Hondo es el único cuerpo superficial de relevancia y sus afluentes más importantes son el río Azul y los arroyos San Román y Ucum.

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 de Campeche, se comunican con la laguna de Términos y esta, a su vez, lo hace con el mar y el estero de Sabancuy. Por lo tanto, en mayor o menor grado todo el sistema lagunar tiene agua salada.

Con relación a la condición administrativa legal del acuífero de la península de Yucatán, a lo largo del tiempo se han decretado solamente cuatro vedas para la extracción de agua del subsuelo con la finalidad de preservar, controlar o proteger su cantidad y calidad:

- a) Veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende la Delegación de Payo Obispo, en el territorio de Quintana Roo, decretada el 17 de marzo de 1964 y publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 7 de mayo del mismo año.
- b) Veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo en los municipios Benito Juárez y Cozumel, Quintana Roo, decretada el 11 de marzo de 1981 y publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 23 de marzo del mismo año.
- c) Decreto que declara de Interés Público la conservación de los mantos acuíferos en la zona comprendida dentro de los límites geopolíticos del estado de Campeche, decretada el 25 de agosto de 1975 y publicada el día 10 de diciembre del mismo año.
- d) Decreto por el que se declara de Interés Público la conservación de los mantos acuíferos y se establece Veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la parte que corresponde a los límites geopolíticos del estado de Yucatán, decretada el 13 de septiembre de 1984 y publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 20 de septiembre del mismo año.

2.1 Topografía

La altitud de la península es, en general, inferior a los 100 m y, el punto más elevado, es la colina de San Felipe, situada en las proximidades de la frontera de Guatemala, que alcanza más de 400 m de altitud. La topografía de la región es muy suave, asociadas a formas kársticas de absorción.

Existe gran cantidad de dolinas, cenotes, microcúpulas kársticas, lagunas y llanuras de inundación; estas últimas con dimensiones de metros hasta kilómetros, presentando formas circulares, alargadas e irregulares. Estas geoformas están asociadas a un fracturamiento manifestando hacia el área de Cobá, el mayor grado de karsticidad. En la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales marinos. (Ceballos-Flores, 1981). Este tipo de suelo favorece la infiltración del agua de lluvia, lo que permite tener a la península de Yucatán una gran disponibilidad de agua.

La región queda comprendida en la provincia fisiográfica denominada “Península de Yucatán”. Debido a sus características, se le denomina “Plataforma Calcárea de Yucatán”, la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la parte norte de la península y lomeríos prolongados de gran altura, que constituyen el anticlinal que limita los estados de Campeche y Quintana Roo.

2.2 Geofísica y bombeo

La naturaleza pedregosa del suelo, altamente permeable, produce infiltraciones al subsuelo **constituyendo la recarga al acuífero**, el cual es la única fuente de abastecimiento de agua en la entidad.

Se realizaron tres estudios geofísicos importantes en la península de Yucatán: Valle de Yohaltún, Campeche; Zona Cañera, Quintana Roo, y Ayim-Blanca Flor, Yucatán. Con estos estudios se definieron las características del subsuelo en forma indirecta y se determinaron las unidades con condiciones favorables de permeabilidad, y aquellas en las que prevalece material arcilloso con condiciones poco favorables o nulas de permeabilidad.

Se tienen antecedentes de aforos de pozos que datan de 1992 en la zona de Cancún, QR, y de 1996 y 1998 en el proyecto Ayim-Blanca Flor y oriente del estado de Yucatán, con los cuales se buscó conocer el comportamiento

hidráulico del acuífero, determinar las pérdidas de carga de entrada al pozo, la variación de la salinidad del agua antes de ingresar a éste y el ascenso vertical del agua bajo el pozo, provocado por el bombeo. Cabe destacar que el comportamiento general del acuífero, en cuanto al abatimiento de los niveles estáticos, fueron mínimos y sus recuperaciones instantáneas con gastos que varían de 40 a 90 l/s. Esto significa que no hay abatimiento de niveles freáticos importantes en el destino turístico, pero se debe tener en cuenta los problemas de intrusión marina que puede generar un bombeo extraordinario en algunos pozos.

2.3 Distribución por usos

El acuífero de la península de Yucatán se explota por medio de miles de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones norte, oriental y sur poniente. Se han estimado aproximadamente 16 165 aprovechamientos, siendo las norias o pozos excavados los más numerosos, con los cuales se extraen pequeños caudales (entre 1 y 5 l/s), principalmente para usos agrícola, doméstico y abrevadero, y representan el 53% del número total de estos.

En número mucho menor, se extrae el agua mediante pozos perforados con profundidades entre 40 y 100 m; estos suministran gastos del orden de 50 l/s, en promedio, a los principales núcleos de población. En algunos cenotes se extrae agua mediante bombas instaladas para diversos usos, con caudales promedio entre 10 y 30 litros por segundo.

En la península se extraen aproximadamente 1 300 hm³/año (*Inventario de aguas subterráneas*, Subgerencia Regional Técnica, Gerencia Regional de la Península de Yucatán), volumen que se distribuye de la siguiente manera: cerca de 819 hm³/año (63%) se destinan a la actividad agropecuaria; a los núcleos de población y uso doméstico se les suministran anualmente un poco más de 402 hm³ (31%), y poco más de 79 hm³ son utilizados cada año en las instalaciones industriales y de servicios (6%).

En la distribución por estado, en **Yucatán se extrae del orden de los 758 hm³/año**, lo que representa un 58% del volumen total, seguido por Campeche con 323 hm³/año, equivalente a un 25%, y el estado de Quintana Roo con aproximadamente 219 hm³, que representan el 17 %. De manera general, el agua utilizada por el sector turismo está comprendida en el agua suministrada a los núcleos de población y uso doméstico y por los servicios.

2.4 Balance de aguas subterráneas

En lo que respecta al balance de aguas subterráneas, la recarga natural del sistema (Rn) por infiltración es mucho mayor que las extracciones, lo cual es evidencia de una gran disponibilidad del recurso.

| | hm ³ /año | | hm ³ /año |
|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| ENTRADAS | 21 830.4 | SALIDAS | 21 830.4 |
| Flujo horizontal (Eh) | 1 462.29 | Salida horizontal (Sh) | 19 121.2 |
| Recarga natural (Rn) | 20 350.85 | Descarga natural (Dn) | 0 |
| | | Bombeo (B) | 1 209.2 |
| | | Río Hondo | 1 500.0 |

La recarga total media anual corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga natural, más la recarga inducida. De esta manera, la Recarga Total del acuífero es de **21 813.4 hectómetros cúbicos al año**.

La descarga natural comprometida de un acuífero es la suma de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos alimentados por una unidad hidrogeológica, que están comprometidos como agua superficial para diversos usos, así como de las descargas subterráneas que se deben conservar para no afectar a las unidades hidrogeológicas (flujo horizontal que sirve de recarga para acuíferos aguas abajo) o destinadas para sostener el gasto ecológico (vegetación nativa e intrusión salina).

Bajo el concepto anterior, las descargas naturales comprometidas del acuífero Península de Yucatán son:

- Las descargas naturales que tienen lugar hacia el mar (Dn).
- La salida por flujo subterráneo (Sh). El volumen calculado es del orden de **14 542.2 hectómetros cúbicos al año**.

El volumen anual de extracción, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDAA), de la

Subdirección General de Administración del Agua (CONAGUA, 2014) es de **3 882.335323 hectómetros cúbicos al año.**

La disponibilidad de aguas subterráneas indica que existe un volumen disponible de **3 388.864677 hm³ anuales** para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada acuífero Península de Yucatán, lo cual indica que no hay problemas de disponibilidad Tabla (8); esto es, se observa que el acuífero está **subexplotado**.

Tabla 8. Condición del acuífero Península de Yucatán.

| Clave | Acuífero | Hectómetros cúbicos anuales | | | | | Disponibilidad | Déficit | Condición |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|----------|----------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|
| | | R | DNCOM | VCAS | VEXTET | | | | |
| 3105 | Península de Yucatán | 21 813.40 | 14 542.20 | 3 882.34 | 1 209.20 | 3 388.86 | 0 | Subexplotado | |
| R: | Recarga media anual. | | | | | | | | |
| DNCOM: | Descarga natural comprometida. | | | | | | | | |
| VCAS: | Volumen concesionado de agua subterránea. | | | | | | | | |
| VEXTE: | Volumen de extracción de agua subterránea consignados en estudio técnico. | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia a partir del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), (CONAGUA,2014).

De acuerdo con la información publicada por la CONAGUA, con respecto a la disponibilidad de agua en los acuíferos, el destino turístico **Mérida no presenta déficit**. A pesar de que este acuífero cuenta con disponibilidad, en algunos casos se presentan problemas en el abastecimiento de agua potable debido a que la infraestructura de captación, potabilización y distribución no es suficiente para cubrir la demanda local.

2.5 Indicadores de gestión prioritarios

El Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO) se ha constituido en un instrumento para las dependencias del Gobierno Federal, autoridades de gobiernos estatales y municipales, y sobre todo para los organismos operadores de agua potable del país. Este instrumento se utiliza para evaluar y comparar el desempeño de organismos operadores. El PIGOO es un programa voluntario. Los indicadores de gestión calculados en él se obtienen para diferentes rubros, los cuales se presentan en la Tabla (9).

Tabla 9. Indicadores de gestión en función del objetivo.

| VARIABLES | INDICADORES DE GESTIÓN |
|--------------------------------|------------------------|
| Volumen de agua | Operacionales |
| Empleados | Calidad en el servicio |
| Activos físicos | Gestión comercial |
| Demografía y datos del cliente | Población |
| Datos financieros | Financieros |

Fuente: Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO, 2016).

La información solicitada a los organismos operadores incluye 36 datos históricos requeridos. Esta información es usada para el cálculo de indicadores de gestión. A partir de un análisis de los indicadores de gestión, evolución demográfica, disponibilidad del recurso hídrico, y presupuesto e información de contexto relevante, cada organismo operador de agua potable puede implementar acciones de mejora en parámetros tales como la cobertura y calidad del servicio, sustentabilidad económica, eliminación de fugas de agua, etc. El resultado de la implementación de estas acciones de mejoras debe ser evaluado y contrastado con los resultados de los ejercicios anuales posteriores. En este actuar, es necesario identificar las mejores prácticas asociadas a las acciones que tienen un impacto positivo en los valores de los indicadores. En la Tabla (10) se muestran los indicadores de gestión evaluados.

Tabla 10. Indicadores de gestión.

| Descripción | VARIABLES | Fórmula | Objetivo |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Tomas con servicio continuo (%) | T _{REG} : No. total de tomas registradas T _{CONT} : No. de tomas con servicio continuo | $T_{SC} = \frac{T_{CONT}}{T_{REG}} * 100$ | Evalúa la continuidad en el servicio de agua. |
| Redes e instalaciones (%) | A _{ACT} : Área de la red de distribución actualizada (km ²) A _{RED} : Área total de la red de distribución (km ²) | $RI = \frac{A_{ACT}}{A_{RED}} * 100$ | Evalúa el conocimiento de la infraestructura existente. |
| Padrón de Usuarios (%) | T _{CORR} : No. de tomas del padrón activas T _{REG} : No. total de tomas registradas | $PU = \frac{T_{CORR}}{T_{REG}} * 100$ | Evalúa el registro confiable de usuarios. |

| Descripción | Variables | Fórmula | Objetivo |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Macromedición (%) | M _{AC} : No. de macromedidores funcionando en captaciones C _{APT} : No. de captaciones | $MACRO = \frac{M_{AC}}{C_{APT}} * 100$ | Conocimiento real de agua entregada. |
| Micromedición (%) | M _{IC} : No. de micromedidores funcionando T _{REG} : No. total de tomas registradas | $MICRO = \frac{M_{IC}}{T_{REG}} * 100$ | Capacidad de medir el agua consumida por los usuarios. |
| Volumen tratado (%) | V _{ART} : Volumen anual de agua residual tratado (m ³) V _{APP} : Volumen anual de agua potable producido (m ³) | $V_{TRAT} = \frac{V_{ART}}{V_{APP} * 0.70} * 100$ | Conocer la cobertura de tratamiento. |
| Dotación (l/h/d) | Hab: No. de habitantes de la ciudad, según el censo del INEGI V _{APP} : Vol. anual de agua potable producido (m ³) | $Dot = \frac{V_{APP} * 1000}{Hab * 365}$ | Evaluar la cantidad asignada de agua según la extracción total. |
| Consumo (l/h/d) | V _{con} : Volumen de agua consumido (m ³ /año) Hab: Habitantes | $Consumo = \frac{V_{con} * 1000}{Hab * 365}$ | Estimar el consumo real de agua sin tomar en cuenta las pérdidas por fugas en la red y tomas domiciliarias. |
| Horas con servicio de agua en las zonas de tandeo (%) | H _{tandeo} : Horas con servicio tandeado (horas/día) | $Tandeo = H_{tandeo}$ | Horas que los usuarios con servicio tandeado reciben el agua. |
| Usuarios abastecidos con pipas (%) | U _{pipas} : Número de usuarios que se abastecen con pipas T _{REG} : No. total de tomas registradas | $Pipas = \frac{U_{pipas}}{T_{REG}} * 100$ | Porcentaje de los usuarios que son abastecidos con pipas y/o tomas públicas. |
| Cobertura de agua potable (%) | T _{REG} : No. total de tomas registradas Hab: Habitantes Den: Habitantes por casa | $Agua = \frac{T_{REG} * Den}{Hab} * 100$ | Porcentaje de la población que cuenta con servicio de agua potable. |
| Cobertura de alcantarillado (%) | T _{alc} : No. total de conexiones a alcantarillado Den: Habitantes por casa (conexión) Hab.: Habitantes | $E_{Alc} = \frac{T_{alc} * Den}{Hab} * 100$ | Porcentaje de la población que cuenta con alcantarillado. |
| Costos entre volumen producido (\$/ m ³) | COMA: Costos (Operación, mantenimiento y administración) V _{APP} : Vol. anual de agua potable producido (m ³) | $C_{VPP} = \frac{COMA}{V_{APP}}$ | Evaluar los costos generales. |

| Descripción | Variables | Fórmula | Objetivo |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Relación Costo- Tarifa | CVP: Costo por Volumen Producido TMD: Tarifa media domiciliaria | $R_{CT} = \frac{T_{MD}}{C_{VP}} * 100$ | Conocer cuál es la relación entre el costo de producción y venta del agua. |
| Eficiencia física 1 (%) | VCON: Volumen de agua consumido (m ³) VAPP: Volumen anual de agua potable producido (m ³) | $E_{FIS1} = \frac{V_{CON}}{V_{APP}} * 100$ | Evalúa la eficiencia entre lo consumido y lo producido. |
| Eficiencia física 2 (%) | VAF: Volumen de agua facturado (m ³) VAPP: Volumen anual de agua potable producido (m ³) | $E_{FIS2} = \frac{V_{AF}}{V_{APP}} * 100$ | Evalúa la eficiencia entre lo facturado y lo producido. |
| Eficiencia comercial (%) | VAP: Volumen de agua pagado (m ³) VAF: Volumen de agua facturado (m ³) | $E_{COM} = \frac{V_{AP}}{V_{AF}} * 100$ | Evalúa la eficiencia entre la facturación y el pago de la misma. |
| Eficiencia de cobro (%) | PVEN: Ingreso por venta de agua (\$) PFAC: Dinero facturados por venta de agua (\$) | $E_{COB} = \frac{P_{VEN}}{P_{FAC}} * 100$ | Evalúa la eficiencia de cobro del agua. |
| Eficiencia global (%) | EFIS: Eficiencia física 2 ECOM: Eficiencia comercial | $E_{global} = E_{FIS2} * E_{COM}$ | Se calcula la eficiencia global del sistema de agua potable. |

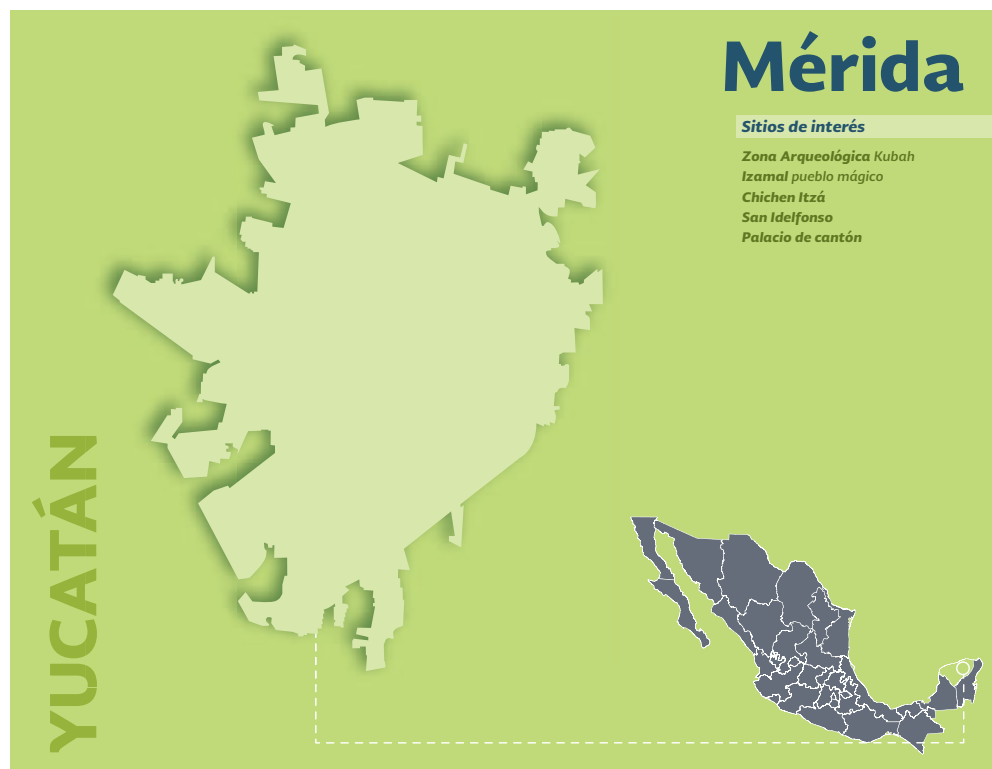
Fuente: Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO, 2016).

Para el caso del destino turístico denominado “Mérida”, se consultaron los indicadores de gestión para el organismo operador “Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán” (JAPAY). A continuación, se presenta un panorama general de la infraestructura básica, aspectos sociodemográficos y los indicadores de gestión de este destino turístico (Capítulo 3.4).

3. Panorama general de Mérida

Mérida, cabecera del municipio del mismo nombre Figura (12) y capital del estado de Yucatán, tiene una rica herencia maya y colonial lo cual la convierte en un importante destino turístico nacional. Tiene una superficie de 858.41 kilómetros cuadrados, equivalente a 2.18% de la superficie de todo el estado y a 0.04% del territorio nacional. El municipio, se divide territorialmente en 11 comisarías y 36 subcomisarías⁸.

La ciudad cuenta con servicios básicos, como alumbrado público, drenaje, alumbrado público, etc., en buenas condiciones, ofrece al turismo nacional y extranjero una seguridad en servicios y seguridad contra actos delictivos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Localización de Mérida.

⁸ **Comisarías:** Candel, Cosgaya, Chablekal, Cholul, Dzityá, Dzununcán, Komchén, Molas, Sitpach, Sierra Papacal y San José Tzal.
Subcomisarías: Chalmuch, Cheumán, Chichí Suárez, Dzibilchaltún, Dzidzilché, Dzoyaxché, Hunxectamán, Kikteil, Noc-Ac, Oncán, Opichén, Petac, Sac-Nicté, San Antonio Hool, San Pedro Chimay, San Ignacio Tesip, Santa Cruz Palomeque, Santa María Chi, Santa Gertrudis Copó, Suytunchén, Susulá, Tamanché, Santa María Yaxché, Tahdzibichén, Temozón Norte, Texán Cámara, Tixcuytún, Tixcacal, Tzacalá, Xcanatún, Xcumpich, Xcunyah, Xmatkuil, Yaxché Casares, Yaxnic y Sodzil Norte (Municipio de Mérida, 2009)

3.1 Población

De acuerdo con los datos arrojados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2010 el municipio tenía una población de 828 190 habitantes, con una tasa media anual de crecimiento del 1.8%; el 93.89% de ellos en la cabecera municipal y el resto en las localidades de Candel, Cholul, Komché, Chablekal, San José Tzal y Leona Vicario, entre otras.

3.2 Vivienda

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015, el municipio de Mérida tenía 892 363 habitantes y el porcentaje de viviendas con electricidad es del 98.6%; con agua entubada dentro de la vivienda 75.1%; con agua entubada fuera de la vivienda, pero dentro del terreno 22.9%, y drenaje conectado a una fosa séptica o tanque séptico 80.2% (INEGI, 2015). En la Tabla (11) se presentan las proyecciones de población para el periodo 2011-2030.

Tabla 11. Proyecciones de población municipal de Mérida, Yuc., 2011 - 2030

| 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 852 552 | 864 128 | 875 494 | 886 677 | 897 686 | 908 522 | 919 177 | 929 642 | 939 903 | 949 936 |
| 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 959 748 | 969 349 | 978 724 | 987 863 | 996 761 | 1 005 448 | 1 013 961 | 1 022 304 | 1 030 480 | 1 038 488 |

Fuente: http://sniiv.conavi.gob.mx/Reports/Conapo/Proy_Pob.aspx

En la última década se ha pronunciado la migración de personas provenientes del exterior, principalmente de Canadá y Estados Unidos, quienes se han asentado en el centro histórico meridano, donde invierten su capital en edificios con valor arquitectónico e histórico y los han remodelado para vivienda de alta calidad o para centros de trabajo y servicios. Los cambios en la ciudad han favorecido la vinculación con la economía mundial, a través de actividades como el turismo y el desarrollo de un moderno aparato comercial y de servicios.

3.3 Actividades económicas

La aportación de Yucatán al Producto Interno Bruto (PIB) nacional en 2016 correspondió al 1.5% (INEGI. PIB y Cuentas Nacionales de México. Actividad

económica total, 2016). El sector de actividad que más aporta al PIB estatal es el comercio.

La Secretaría de Economía de Yucatán realizó análisis con base en criterios de competitividad nacional e internacional (2012) y se identificaron dos sectores estratégicos en el estado: servicios logísticos y servicios turísticos, los cuales se hacen presentes principalmente en la ciudad de Mérida, la cual cubre el 69.5% de dichos servicios por su posición como principal nodo urbano, sociopolítico y cultural, por su ubicación geopolítica, su cercanía con el puerto y su adecuada infraestructura carretera y aeroportuaria.

En Mérida se encuentran la mayoría de centros operativos de la producción estatal, la cual registra las siguientes exportaciones: miel de abeja, textiles, pulpo, pescado, alfombras de henequén, hamacas, artículos de plástico, galletas, ladrillos de piedra cantera, grava, joyería y aparatos de ortodoncia. La ciudad contiene la mayor parte de la productividad laboral superior al promedio nacional en: equipo médico (8° lugar en productividad a escala nacional), servicios de investigación y desarrollo (5° lugar) y fabricación de equipo eléctrico y electrónico (12° lugar a escala nacional).

La ciudad de Mérida es la principal consumidora de los productos del campo yucateco y produce importantes insumos a través de sus principales empresas, tales como Cementos Maya, Productos de Harina, Optivosa, Grupo Bepensa, Grupo Porcícola Mexicano, Proveedora del Panadero, Autotal, Multisur, Sumasa, Airtemp de México, Monty Industries, Bachoco y Ormex, quienes junto con muchos otros empresarios de diferentes giros se agrupan y organizan en las siguientes cámaras empresariales: Cámara Nacional de la Industria de Transformación; Cámara Nacional de Comercio, Servicios y Turismo; Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción; Cámara Nacional de la Industria del Vestido; Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados, y Confederación Patronal de la República Mexicana.

Mérida ocupa el primer lugar en cuanto a su contribución económica al sector turismo de la Zona Metropolitana. El comportamiento de este sector ha significado un incremento, tanto en números absolutos como en la participación porcentual, dentro de los servicios del municipio. Mérida es actualmente la ciudad más importante de la península de Yucatán; atrae a nuevos pobladores en busca de oportunidades de educación, empleo, ingresos

MÉRIDA

y atención a la salud, pero también genera gran interés en turistas, quienes encuentran en la ciudad numerosos atractivos culturales y de servicios.

El destino turístico Mérida está constituido, en términos geográficos, por los límites de la jurisdicción municipal, pero en términos turísticos está dotado de un amplio conjunto de atractivos y recursos naturales que en complemento con sólidos legados arqueológicos, históricos, arquitectónicos, culturales y gastronómicos se erige como un destino orientado en primer lugar al turismo cultural, pero que también tiene gran aceptación en los segmentos de turismo de negocios y convenciones, y turismo gastronómico.

De acuerdo con la información del *Compendio Estadístico del Turismo en México 2016*, en Yucatán existen 472 establecimientos de hotelería, con 12 540 cuartos disponibles promedio mensual, de los cuales 5 800 habitaciones corresponden a hoteles de cuatro y cinco estrellas.

Esta infraestructura representa 3 620 798 cuartos disponibles; 2 029 222 son cuartos ocupados y tienen un porcentaje de ocupación del 56%. Se considera que llegaron 1 884 167 turistas, de los cuales el 22% (420 685) son extranjeros. En ese mismo año se contabilizaron 3 305 563 de turistas noche, con una estadía promedio de 1.75 días. Se contabilizaron 561 establecimientos turísticos de alimentos y bebidas, 180 agencias de viajes, 40 arrendadoras de autos y 1 centro de convenciones (*Estimación con base en datos de las Oficinas Estatales de Turismo, 2016*).

En Mérida, la oferta hotelera es primordialmente de hoteles plan europeo (sólo hospedaje), tipo boutique, haciendas o de alto lujo, con 6 636 cuartos disponibles, en promedio. Anualmente, se contabilizaron 2 421 113 cuartos disponibles y 1 502 719 cuartos ocupados, lo que representa un porcentaje de ocupación del 62%. Se considera que llegaron 1 262 775 turistas, de los cuales el 20.6% (259 879) son extranjeros. Se contabilizaron 2 365 591 de turistas noche, con una estadía promedio de 1.87 días.

3.4 Infraestructura básica de agua potable y saneamiento

El municipio no participa en la administración de los recursos hídricos municipales. Es el gobierno del estado, a través de la JAPAY, quien se encarga del suministro y red de agua potable en el municipio de Mérida, pero si es de interés y competencia del municipio el manejo adecuado de las

aguas residuales y la prevención de la contaminación del manto freático, el fomento de la cultura del buen uso del agua y la protección de la reservas de captación del acuífero, como es el caso de la Reserva Cuxtal, que protege la zona sur-este y la zona de recarga alrededor de la Planta Potabilizadora Mérida I (*Plan de Desarrollo Municipal 2015 - 2018*).

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 JAPAY cuenta con tres 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, 2017).

El costo del contrato doméstico y comercial es de \$1 090 y \$1 465, respectivamente si la red se encuentra a una distancia de hasta 6 m del predio; si la distancia es de 6.1 m a 14 m el costo es de \$1 190 y \$1 565, respectivamente; después de 14 m se considera excedente y se elaborará un presupuesto para determinar el costo.

En caso de haber pagado los derechos de aprovechamiento de red y de media toma, se debe presentar el documento que lo compruebe para exentar el pago correspondiente o, de lo contrario, se cobrará por metro lineal del frente del predio. Para realizar la contratación con las cartas de asignación del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, la Comisión Ordenadora del Uso del Suelo, el Instituto de Vivienda del Estado de Yucatán y la Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra, se firmará un convenio de posesionario para la entrega posterior de documentos legales. **Para tomas comerciales, hoteleras** y públicas oficiales se cobrará un derecho que varía de acuerdo con el diámetro de la toma solicitada. El sistema nombrado "Marginadas" considera a las colonias con alta marginalidad y otras comisarías que se vayan integrando a la Junta; el pago de aprovechamiento de red es una cuota fija (Gobierno del Estado de Yucatán, 2017). Las tarifas de agua potable para la ciudad de Mérida (JAPAY, 2017), se presentan en la Tabla (12).

Es importante resaltar que **la cuota base de la tarifa hotelera es, al menos, el doble que cualquier tarifa doméstica**. Por su parte, la cuota base de la tarifa comercial, industrial y de servicios es la más alta, y en este intervalo se encuentran los prestadores de servicios asociados al sector turismo.

Tabla 12. Tarifas para agua doméstica, comercial, industrial, de servicios, hotelera y pública.

| Límites | | Doméstica - Zona 1 | | Doméstica - Zona 2 | | Doméstica - Zona 3 | |
|----------|----------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| Inferior | Superior | Actual | | Actual | | Actual | |
| | | Cuota base | Cuota por m ³ | Cuota base | Cuota por m ³ | Cuota base | Cuota por m ³ |
| 0 | 3 | 47.00 | 0 | 58.50 | 0 | 61.00 | 0 |
| 4 | 10 | 58.00 | 0 | 62.00 | 0 | 65.50 | 0 |
| 11 | 15 | 66.50 | 0 | 69.00 | 0 | 70.00 | 0 |
| 16 | 20 | 72.00 | 0 | 72.00 | 0 | 72.00 | 0 |

| Doméstica - Todas | | | | Comercial, industrial y de servicios | | | |
|-------------------|----------|------------|--------------------------|--------------------------------------|----------|------------|--------------------------|
| Límites | | Actual | | Límites | | Actual | |
| Inferior | Superior | Cuota base | Cuota por m ³ | Inferior | Superior | Cuota base | Cuota por m ³ |
| 21 | 40 | 0 | 4.50 | 0 | 30 | 171.50 | 0 |
| 41 | 60 | 0 | 4.80 | 31 | 60 | 0 | 7.25 |
| 61 | 80 | 0 | 5.50 | 61 | 100 | 0 | 7.75 |
| 81 | 100 | 0 | 5.85 | 101 | 200 | 0 | 8.95 |
| 101 | 150 | 0 | 7.25 | 201 | 300 | 0 | 9.50 |
| 151 | 200 | 0 | 7.60 | 301 | 400 | 0 | 9.80 |
| 201 | 300 | 0 | 9.50 | 401 | 750 | 0 | 11 |
| 301 | 400 | 0 | 10.75 | 751 | 1 500 | 0 | 11.30 |
| 401 | 600 | 0 | 11.45 | 1 501 | 2 250 | 0 | 11.90 |
| 601 | 999 999 | 0 | 11.80 | 2 251 | 999 999 | 0 | 12.05 |

| Pública oficial | | | | Hotelera | | | |
|-----------------|----------|------------|--------------------------|----------|----------|------------|--------------------------|
| Límites | | Actual | | Límites | | Actual | |
| Inferior | Superior | Cuota base | Cuota por m ³ | Inferior | Superior | Cuota base | Cuota por m ³ |
| 0 | 30 | 144 | 0 | 0 | 30 | 163.50 | 0.00 |
| 31 | 60 | 0 | 5.10 | 31 | 100 | 0 | 6.35 |
| 61 | 100 | 0 | 6.40 | 101 | 300 | 0 | 7.10 |
| 101 | 200 | 0 | 7.80 | 301 | 750 | 0 | 8.00 |
| 201 | 400 | 0 | 9.70 | 751 | 1 500 | 0 | 9.30 |
| 401 | 999 999 | 0 | 11.80 | 1 501 | 2 250 | 0 | 9.90 |
| | | | | 2 251 | 999 999 | 0 | 10.50 |

Fuente: Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán.

En el PIGOO solamente se cuenta información del organismo operador (JAPAY) hasta 2012. A continuación, se presentan las variables del sistema para el último año reportado Tabla (13).

Tabla 13. Variables del organismo operador de la ciudad de Mérida, Yucatán.

| Variable | 2012 |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| N° total de tomas registradas domiciliaria | 281 718 |
| N° total de tomas registradas comercial | 17 486 |
| N° total de tomas registradas industrial | 987 |
| N° total de tomas registradas otras | 184 |
| N° total de tomas registradas total | 300 375 |
| N° de tomas del padrón activas domésticas | 281 718 |
| N° de tomas del padrón activas comercial | 17 486 |
| N° de tomas del padrón activas industrial | 987 |
| N° de tomas del padrón activas otras | 184 |
| N° de tomas del padrón activas total | 300 375 |
| N° de tomas con servicio continuo | 300 375 |
| Horas con servicio tandeado (horas/día) | 0 |
| N° de micromedidores instalados | 284 013 |
| N° de micromedidores funcionando | 284 013 |
| N° de micromedidores frecuencia de lectura | Bimestral |
| N° de captaciones | 116 |
| N° de macromedidores instalados | 55 |
| N° de macromedidores funcionando | 55 |
| N° de macromedidores frecuencia de lectura | Diaria |
| N° de usuarios con pago a tiempo (2 meses) | 201 771 |
| N° de usuarios abastecidos con pipas (núm. de casas) | 0 |
| Cobertura de agua potable (%) | 98 |
| Cobertura de alcantarillado (%) | 0 |
| Volumen anual de agua potable producido (m ³) | 52 130 133 |
| Volumen anual de agua consumido(m ³) | 44 814 134 |
| Volumen anual de agua facturada (m ³) | 40 709 550 |
| Volumen anual de agua cobrado (m ³) | 36 919 234 |
| Volumen anual de agua residual tratado (m ³) | 153 328 |
| Pesos facturados por venta de agua (\$) | 234 781 739 |
| Ingreso por venta de agua (\$) | 212 922 076 |
| Tarifa media (\$/m ³) domiciliaria | 5.00 |
| Tarifa media (\$/m³) comercial | 6.00 |
| Tarifa media (\$/m ³) industrial | 5.00 |
| Tarifa media (\$/m ³) otras | 5.00 |
| Población atendida | 818 523 |

Fuente: Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO, 2016).

Abastecimiento de la ciudad de Mérida

A diciembre de 2014, la ciudad disponía para su abastecimiento de cuatro zonas de pozos de extracción, de acuerdo con los programas Nacional Contra la Sequía y de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (Universidad Autónoma de Yucatán, 2014):

- Mérida I, que abastece la zona centro y sur de la ciudad.
- Mérida II, que proporciona el servicio de agua potable para el sur y poniente.
- Mérida III, que abastece el noreste y oriente de la ciudad.
- Mérida IV, que empezó a operar en febrero de 2014.

Una de las características de los pozos de extracción es que tienen profundidades de 40 m como los ubicados en la planta Mérida I localizada en el sur de la ciudad con un total de 25 pozos (JAPAY, 2013). En la Tabla (14) se presentan los nombres y características de las zonas de abastecimiento de Mérida, también conocidas como “plantas potabilizadoras”, pero solamente se da un tratamiento de desinfección al agua extraída. Todas las plantas operan las 24 horas de los 365 días del año. El volumen extraído total fue de 88 300 800 metros cúbicos.

Tabla 14. Características de las plantas potabilizadoras de la ciudad de Mérida.

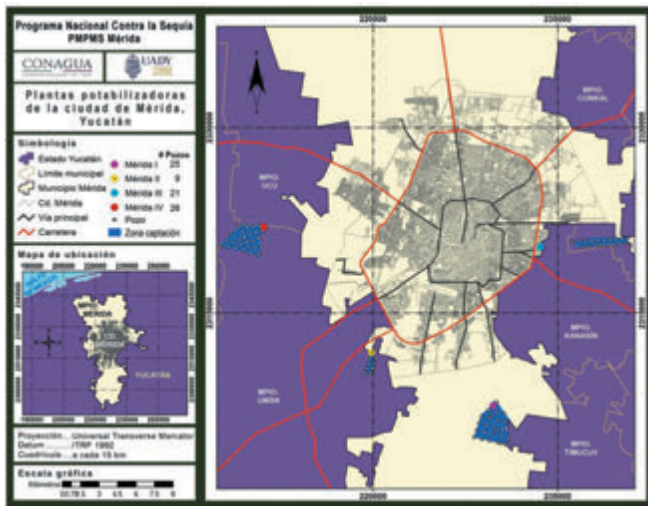
| Potabilizadora | Tipo de proceso | Q _{dis} , l/s | Q _{op} , l/s | Volumen, m ³ /año |
|----------------|----------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Mérida I | Extracción, almacenamiento y cloración | 1 500 | 1 250 | 39 420 000 |
| Mérida II | Extracción, almacenamiento y cloración | 500 | 450 | 14 191 200 |
| Mérida III | Extracción, almacenamiento y cloración | 1 200 | 850 | 26 805 600 |
| Mérida IV | Extracción, almacenamiento y cloración | 1 300 | 250 | 7 884 000 |
| Total | | 4 500 | 2 800 | 88 300 800 |

Q_{dis} = Capacidad instalada Q_{op}=Caudal medio tratado.

Fuente: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, UADY, 2014.

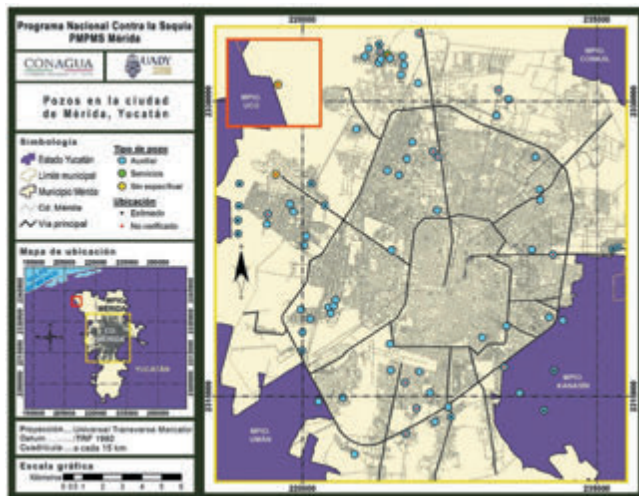
En la Figura (13), se muestra la ubicación de las cuatro zonas de extracción potabilizadoras Mérida I, II, III y IV, así como la ubicación de sus zonas de captación y los pozos (Universidad Autónoma de Yucatán, 2014). El sistema de abasto de agua potable está disponible para todos los habitantes

de la ciudad. El organismo operador está obligado a desarrollar la infraestructura que garantice una cobertura de la red de agua potable del 100% en todos los asentamientos humanos regulares. La ciudad de Mérida, cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable totalmente dependiente del agua subterránea, debido a la falta de corrientes superficiales.



Fuente: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, UADY, 2014.

Figura 13. Ubicación de las cuatro plantas potabilizadoras de la ciudad de Mérida, zonas de captación y pozos.



Fuente: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, UADY, 2014.

Figura 14. Ubicación de los pozos auxiliares dentro de la ciudad de Mérida.

Por ello se cuenta con pozos de captación y auxiliares distribuidos dentro de la zona urbana y alrededores. La ubicación de los pozos auxiliares registrados por la JAPAY se muestra en la Figura (14). Para el año 2013 la JAPAY registró un total de 285 137 tomas de agua, que incluyen las domésticas, industriales, comerciales, públicas y **hoteleras** Tabla (15).

Tabla 15. Número y tipos de tomas con medidor, sin medidor y con servicio continuo en 2013.

| Servicio | Con lectura de medidor | Sin medidor | Con servicio continuo |
|-----------------|------------------------|-------------|-----------------------|
| Doméstico | 266 354 | 15 280 | 281 634 |
| Comercial | 17 627 | 776 | 18 403 |
| Público | 974 | 23 | 997 |
| Hotelero | 182 | 4 | 186 |
| Total | 285 137 | 16 083 | 301 220 |

Fuente: Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán, 2014.

De acuerdo con la información de la JAPAY, la red de alcantarillado de la ciudad de Mérida contó con aproximadamente 42 000 conexiones en el 2013, esto es, el 14% de las tomas con servicio continuo, de las cuales la mayor cantidad se concentraron en el sector doméstico Tabla (16). **La cobertura del sistema de alcantarillado y drenaje incluye a los habitantes que tienen conexión con la red de alcantarillado o fosas sépticas.** Hasta el 2013 se ha registrado una cobertura de drenaje de 7.10% (CONAGUA, 2012-2016).

Tabla 16. Conexiones a la red de alcantarillado clasificadas de acuerdo a los tipos de usos en 2013.

| Tipo de servicio | Nº de conexiones |
|------------------|------------------|
| Doméstico | 41 528 |
| Comercial | 817 |
| Público | 32 |
| Hotelero | 2 |
| Total | 42 379 |

Fuente: Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán, 2014.

Al cierre del mes de junio 2015, el sistema Mérida contaba con 327 458 usuarios (JAPAY, 2015). En este mismo informe se indica que se registraron 1

240 750 m³ de agua residual tratada, 323 m³ de lodo deshidratado y 6 660 m³ de agua tratada que se empleó para riego de áreas verdes Tabla (17).

Tabla 17. Volumen de agua tratada y lodo generado.

| Actividades | Cantidad, m ³ | II Trimestre acumulado |
|---------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Volumen de agua residual tratada | 1 240 750 | 2 427 747 |
| Total de lodo purgado | 2 676 | 5 678 |
| Total de lodo deshidratado | 323 | 687 |
| Volumen de agua residual tratada reutilizada para riego | 6 600 | 13 496 |

Fuente: Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán, 2015.

En la Tabla (18) se presenta la infraestructura de saneamiento existente en el municipio, de acuerdo con el Inventario Nacional de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales 2016 (agua.org.mx, 2017 , CONAGUA, 2016). La infraestructura de tratamiento cuenta con un caudal de diseño de 531.89 l/s y se tratan 170.15 l/s, esto es, solamente operan al 32% de su capacidad de diseño. En todos los casos, el cuerpo receptor del agua residual es el Acuífero Península de Yucatán.

Tabla 18. Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Mérida, Yucatán.

| Localidad | PTAR | Q _{dis} , l/s | Q _{op} , l/s | Proceso |
|-----------|------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| Mérida | Fracc. Cd. Industrial (Graciano Ricalde) | 2 | 1.63 | Anaerobio |
| Mérida | Fracc. Fidel Velázquez | 8 | 2.6 | Lodos Activados |
| Mérida | Fracc. Pensiones I Etapa FOVISSSTE | 3 | 1.37 | Lodos Activados |
| Mérida | Fracc. Pensiones II Etapa | 12 | 6 | Lodos Activados |
| Mérida | Loma Bonita | 1 | 0.19 | Anaerobio |
| Mérida | Cordeleros de Chuburna | 1 | 0.6 | Anaerobio |
| Mérida | Colonia Alemán | 20 | 21.17 | Lodos Activados |
| Mérida | San José Tecoh | 10 | 0.65 | Anaerobio |
| Mérida | Altabrisa | 50 | 26.93 | Lodos Activados |
| Mérida | Cocoyoles | 2.16 | 2.16 | Lodos Activados |
| Mérida | Algarrobos | 1.37 | 0.77 | Lodos Activados |

MÉRIDA

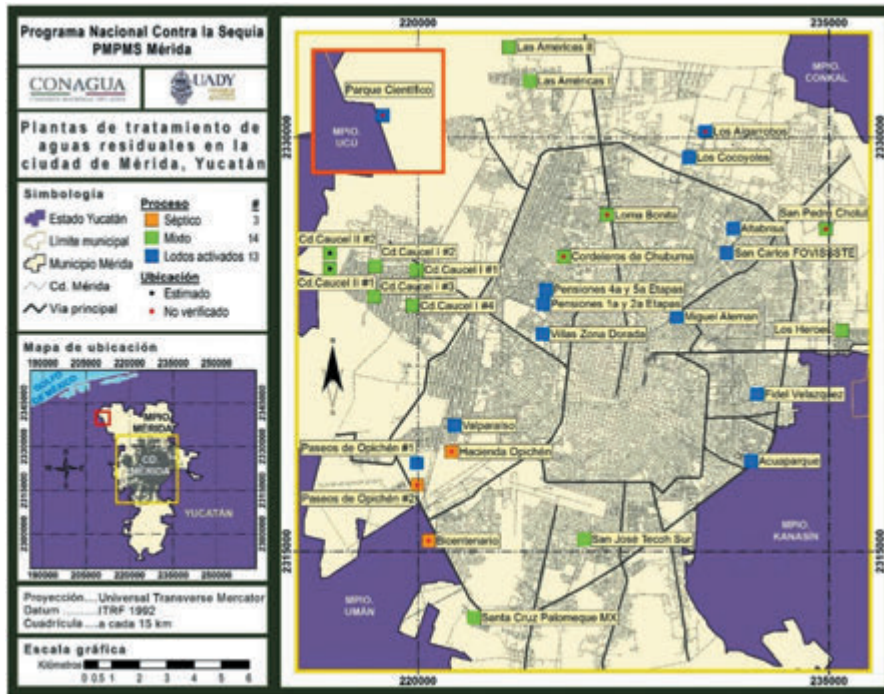
| Localidad | PTAR | Q _{dis} , l/s | Q _{op} , l/s | Proceso |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Mérida | Las Americas | 50 | 5.35 | Anaerobio |
| Mérida | Fracc. Villa Zona Dorada | 2.16 | 0.79 | Lodos Activados |
| Mérida | Paseos de Opichen | 4.8 | 2.11 | Lodos Activados |
| Mérida | Aquaparque | 1.7 | 0.2 | Lodos Activados |
| Mérida | Santa Cruz 2 - Ivey | 9 | 3.52 | Anaerobio |
| Mérida | Las Américas 2 | 34 | 9.38 | Lodos Activados |
| Mérida | Los Héroes | 30 | 8.38 | Lodos Activados |
| Mérida | Valparaíso | 5.2 | 1.45 | Lodos Activados |
| Mérida | Fracc. San Carlos | 4.0 | 0 | Lodos Activados |
| Mérida | Res. Pensiones IV y V Etapa | 5.0 | 0 | Fosa Séptica |
| Mérida | Fracc. Álvaro Torres | 10.0 | 0 | Fosa Séptica |
| Mérida | Mérida | 7.0 | 0 | Lagunas Estabilización |
| Caucel | Caucel I | 50 | 15.32 | Anaerobio |
| Caucel | Caucel II | 50 | 45 | Anaerobio |
| Caucel | Santa Fe | 25 | 7.28 | Discos Biológicos |
| Caucel | Caucel 3 | 50 | 0 | Anaerobio |
| Caucel | Caucel 4 | 60 | 0 | Anaerobio |
| Santa Cruz Palomeque | Fracc. Santa Cruz Palomeque – Ayuntamiento | 5 | 0 | Lodos Activados |
| Susula | Planta de tratamiento de lodos de fosas sépticas y nixtamal | 18.5 | 7.3 | Dual |

Q_{dis}= Gasto de diseño Q_{op}=Gasto de operación

Fuente: Inventario de plantas municipales de potabilización y tratamiento de aguas residuales en operación. Diciembre 2016, (CONAGUA, 2016)

El 18 de abril de 2015, en una acción conjunta del Ayuntamiento de Mérida, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el gobierno del estado, se construyó la planta de tratamiento de lodos de fosas sépticas y aguas de nixtamal en Susalá (*Milenio Novedades*, 2015), para evitar que estos se depositen sin tratamiento en tiraderos a cielo abierto o en los cenotas y contaminen directamente el acuífero. Esta planta puede tratar más de 1 000 m³ de lodos al día. En las áreas urbanas, hay una gran cantidad de sumideros, fosas sépticas, fecalismo al aire libre y se impulsa el tratamiento con biodigestores. Se considera que actualmente funcionan más de treinta, pero sigue siendo insuficiente para tratar todo el caudal de aguas negras que se genera en la ciudad.

En la Figura (15) se presenta la ubicación de las plantas de tratamiento de la ciudad de Mérida. Se puede observar que las plantas de tratamiento de lodos activados se encuentran dispersas por la ciudad, mientras que las del tipo anaerobio se restringen al oeste. La planta dual se encuentra en Susulá, al suroeste, y la planta de biofiltro se ubica en la segunda etapa del complejo residencial Gran Santa Fe.



Fuente: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, UADY, 2014.

Figura 15. Ubicación de las plantas de tratamiento en Mérida.

El sistema de abastecimiento de agua potable mantiene la cuantificación de los volúmenes suministrados a los usuarios, mediante la aplicación de un sistema de micromedición el cual permite determinar los consumos para la aplicación de las tarifas, así como la determinación del adecuado funcionamiento de los micromedidores (Lugo, 2013). Los volúmenes de agua introducida, micromedida y estimada, las pérdidas de agua al sistema de abastecimiento y la captación per cápita se presentan en la Tabla (19). El costo de producción (gasto unitario) en 2013 fue de \$4.43/m³ y de \$3.80/m³ en 2015 (CONAGUA, 2012-2016).

Tabla 19. Total de agua introducida, micromedida y estimada; pérdidas de agua de la red y captación per cápita de Mérida en 2013.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Total de agua producida, m ³ /año, | 154 073 676 |
| Total de agua facturada, m ³ /año | 41 752 608 |
| Población servida, habitantes | 873 953 |
| Estimación de pérdidas de agua en la red, m ³ /año (agua producida menos agua facturada) | 68 882 936 |
| Captación per cápita, l/hab/d | 368.4 |

Fuente: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía, UADY, 2014.

La dotación es muy alta, aun cuando este destino turístico se encuentra en zona tropical. Si se considera como agua consumida el total del agua facturada, esto es, 41 752 608 m³/año, y considerando un factor de aportación del 75% para obtener un volumen de aguas residuales generado por la población servida, esto representa un volumen anual de 31 314 456 m³. Al tomar como base el caudal tratado en 2016 (95 l/s), se concluye que se trataron 2 995 920 m³ de aguas residuales, lo que representa el 9.57% del agua entregada a la población. Esto significa que 28 318 536 m³ de aguas residuales llegan al Acuífero Península de Yucatán sin tratamiento secundario; es decir, provenientes de una fosa séptica, letrina o sumidero.

Para cuantificar los avances de la cobertura en abastecimiento y saneamiento es necesario contar con una herramienta que conjunte todos estos servicios básicos, por lo que se establece el **Índice global de acceso a los servicios básicos de agua (IGASA)**. Este índice permite evaluar el impacto de la política hídrica en tres dimensiones: cobertura, calidad y eficiencia de los servicios de agua potable y saneamiento. Este índice es evaluado a partir de las siguientes componentes:

Acceso a los servicios de agua potable (IAAP):

- Cobertura de agua potable (%)

Acceso a los servicios de saneamiento (IAS):

- Cobertura de alcantarillado (%).





- Cobertura de tratamiento de aguas residuales municipales (%).

El cálculo del IGASA se realizó para el Municipio de Mérida, Tablas (20 y 21). Para obtener el IGASA, primero se deben obtener el IAAP y el IAS. Para calcular el IAAP se utilizó:

- Número de habitantes por municipio (INEGI, 2015).
- Número de habitantes con servicio público de agua (INEGI, 2015).

El segundo es dividido entre el primero y así se obtiene el IAAP. Los valores van de 0 a 1.

El IAS está conformado por dos parámetros: uno es la red de drenaje y el otro es el tratamiento de las aguas residuales generadas. En este estudio se plantean cinco intervalos para calificar los servicios:

| No. | Rango | Servicio | Color |
|-----|---------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | $0.801 < \text{IGASA} \leq 1.0$ | Muy bien |  |
| 2 | $0.601 < \text{IGASA} \leq 0.8$ | Bien |  |
| 3 | $0.401 < \text{IGASA} \leq 0.6$ | Regular |  |
| 4 | $0.201 < \text{IGASA} \leq 0.4$ | Mal |  |
| 5 | $0.000 < \text{IGASA} \leq 0.2$ | Muy mal |  |

En la Tabla (20) se presenta la información utilizada para obtener el IAAP y el IAS, así como los resultados de ambos índices y, por supuesto, el IGASA, Tabla (21).

Tabla 20. Información básica municipal para la determinación de los índices.

| No. | Municipio | Hab. | Hab. con servicio público de agua | Hab. con red pública drenaje | Generación de agua residual (l/s) | Capacidad instalada de tratamiento (l/s) | Caudal tratado (l/s) |
|-----|-----------|---------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| 050 | Mérida | 892 363 | 858 418 | 89 864 | 1 347.84 | 390.89 | 151.98 |

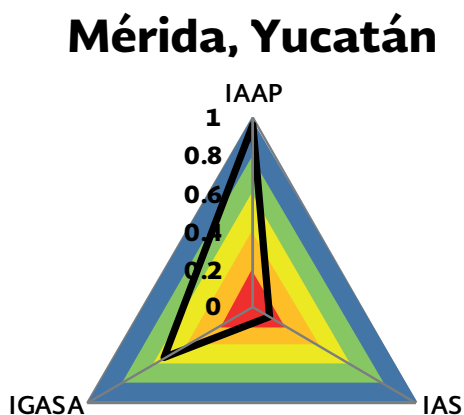
Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de población de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI, <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/?init=1>.

Tabla 21. Obtención de IAAP, IAS e IGASA, por municipio y su estatus de evaluación.

| No. | Municipio | % hab. con servicio público de agua | % Hab. con red pública drenaje | Q _{inst} /AR _{gen} % | Q _{tratado} /AR _{gen} % | IAAP | IAS | IGASA |
|-----|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------|------|-------|
| 050 | Mérida | 96.2 | 10.07 | 29.00 | 11.28 | 0.96 | 0.11 | 0.53 |

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de población de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI, <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/?init=1>

En la Figura (16) se presenta la integración de los tres índices, lo que establece gráficamente el estatus que guarda cada uno de los índices en un intervalo de 0 a 1.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Integración de los índices IAAP, IAS e IGASA y estatus de evaluación.

En Mérida se cuenta con más del 95% de la infraestructura de abastecimiento de agua potable necesaria y, de alguna manera, garantizan la demanda de la población y de sus actividades; entre ellas, las asociadas al sector turismo.

En relación con el saneamiento de las aguas residuales generadas por la población, los servicios y actividades turísticas, se observa un déficit de recolección y tratamiento; ello, sin considerar el reúso del agua residual tratada.

Se vuelve prioritario resolver el problema de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales en Mérida. Dada la naturaleza del subsuelo, no se cuentan con redes convencionales de recolección y la mayor parte de las viviendas sólo cuenta con fosas sépticas. Únicamente los nuevos fraccionamientos incorporan pequeñas plantas de tratamiento que dan servicio a estas nuevas viviendas.

4. Participación del sector turismo en la economía

En el marco del Cambio de Año Base 2013, y en coincidencia con el artículo 6 de los lineamientos para el ciclo de actualización de la información económica, el INEGI presentó los resultados de la Cuenta Satélite del Turismo de México (CSTM), con lo cual se fortalece la calidad de los productos ofrecidos y se mantiene a la vanguardia en la generación de estadística oportuna y confiable. Con lo anterior descrito, la presente publicación permite contribuir a dimensionar la importancia del sector turismo, que en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 se considera factor de desarrollo y motor de crecimiento del país.

La Tabla (22) presenta el porcentaje y variación anual del PIB turístico nacional para 2016 (Datos preliminares 2016, INEGI).

Tabla 22. Porcentaje y variación anual del PIB turístico.

| Valores corrientes | |
|-------------------------------------------------|-------|
| Concepto | 2016 |
| Participación del PIB turístico | 8.7 |
| Variación porcentual anual del PIB turístico | 8.0 |
| Composición del PIB turístico | |
| Total | 100.0 |
| Transporte de pasajeros | 19.5 |
| Restaurantes, bares y centros nocturnos | 21.6 |
| Alojamiento | 28.8 |
| Agencias de viajes y otros servicios de reserva | 0.8 |
| Bienes y artesanías | 4.4 |
| Comercio | 7.4 |
| Servicios culturales | 1.1 |
| Servicios deportivos y recreativos | 1.1 |
| Otros | 15.3 |
| Valores constantes | |
| Concepto | 2016 |
| Total, turístico | 8.6 |
| Variación porcentual | 4.2 |

Fuente: INEGI, en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/tur/default.aspx>

Por otra parte, se presenta la información básica del sector turismo sobre el número de unidades económicas, personal ocupado y el valor agregado censal bruto (VACB).

- En 2014, en el sector turismo mexicano existía un total de 493 075 unidades económicas Figura (17) que desempeñaron actividades relacionadas al turismo, en donde laboraron 2 747 485 personas, que representa el 11.7% del total de unidades económicas en el territorio nacional y 12.7% del personal ocupado Figura (18). Asimismo, se tiene que el 25.7% del personal ocupado labora en actividades características del turismo y el 74.3% restante en actividades conexas al mismo.
- Se observa que para Yucatán la importancia del turismo es alta Figura (17), ya que la participación porcentual del número de unidades económicas turísticas, con respecto al total, es de 10.5 por ciento.
- Tiene una participación del 13.4% referente a la participación de personal ocupado en la actividad turística, con respecto a la actividad económica de la entidad Figura (18) y presenta un 10.1% de participación porcentual del VACB en relación al total de la entidad Figura (19).

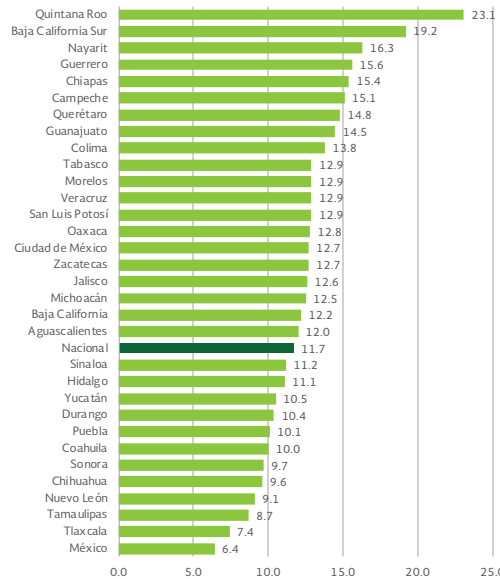


Figura 17. Participación porcentual del número de unidades económicas turísticas por entidad federativa, con respecto al total de cada entidad (INEGI, 2016).

PARTICIPACIÓN DEL SECTOR TURISMO EN LA ECONOMÍA

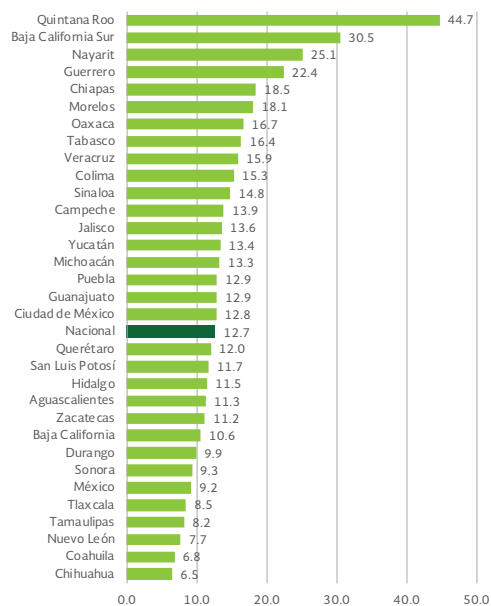


Figura 18. Participación porcentual del personal ocupado en unidades económicas turísticas en cada entidad federativa (INEGI, 2016).

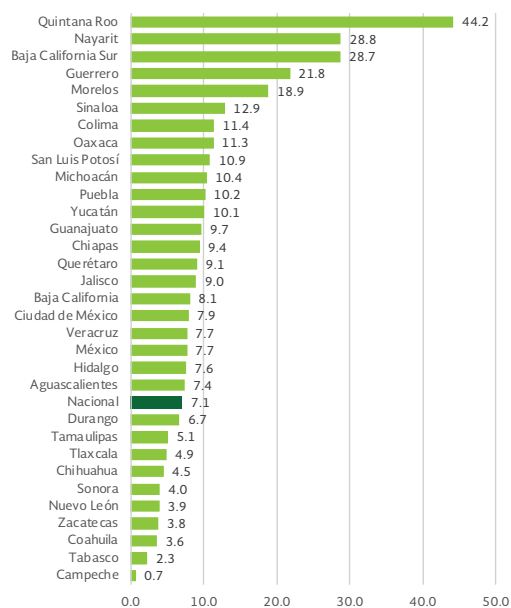


Figura 19. Participación porcentual del VACB turístico en cada entidad federativa, con respecto al total de la entidad (INEGI, 2016).

Los principales destinos turísticos que afectan la economía de las entidades federativas corresponden principalmente al segmento prioritario de sol y playa, que además son los lugares que se verían mucho más afectados ante una menor disponibilidad de agua (tanto en cantidad como en calidad). Estos destinos turísticos son los que tienen una mayor influencia y el mayor PIB generado por el sector turismo a escala nacional. El destino turístico Mérida, debido a su situación geográfica y clima, también depende de la disponibilidad de agua de primer uso y de la gestión eficiente del organismo operador que le presta servicios a los actores de este sector, para que el servicio presente cortes en el servicio.

4.1 Demanda de agua en el sector turismo

Diversos estudios demuestran que la viabilidad y sostenibilidad de cualquier destino turístico dependen, en última instancia, de un suministro adecuado de agua (tanto en cantidad como en calidad) y constituye un factor determinante en el modelo del ciclo de vida del turismo (Essex *et al.*, 2004; Kent *et al.*, 2002; Rico-Amoros *et al.*, 2009). Estos últimos señalan que los operadores turísticos internacionales exigen un suministro adecuado de agua, tanto en cantidad como en calidad, a través del cumplimiento de estrictos estándares negociados con el destino receptor. Si un destino turístico no cumple con estos estándares, ya no puede ser ofrecido por el operador turístico, lo que compromete la afluencia de los visitantes, sobre todo los de mayor poder adquisitivo.

El consumo de agua de primer uso presenta gran variabilidad y depende de diversos factores: tipo de destino turístico, clima en el destino, facilidades asociadas y grado de desarrollo tanto del sitio turístico como del país. Algunos estudios indican que el consumo de agua turístico per cápita es entre dos y tres veces el de la demanda local de agua en los países desarrollados (García y Servera, 2003; PNUMA, 2009; WTO, 2004), y hasta 15 veces en los países en vías de desarrollo (Gössling, 2001). En el caso de España, por ejemplo, el consumo de agua por turista se estima en alrededor de 440 l/d, lo cual duplica la demanda local promedio (PNUMA, 2009).

Es importante tomar en consideración el problema de la estacionalidad. En el caso de España, por ejemplo, específicamente en las Islas Baleares en julio de 1999 (un mes pico turístico), el consumo de agua por el sector turístico representó el 20% del consumo total de un año de la población local (Ecologic, 2007).

De acuerdo con el estudio realizado por B. Deyá Tortella & D. Tirado (2011), las diferencias de consumo de agua dependen del tipo de alojamiento: los hoteles y casas de vacaciones consumen mucha más agua (394 l/np, litros por noche de pernocta) que los *campings* (174 l/np) y, por lo general, este consumo está directamente relacionado con la categoría del hotel (*Ecologic*, 2007).

Hamele y Eckardt (2006) demostraron que los hoteles de cinco estrellas son los que consumen más agua (594 l/np), en comparación con el consumo promedio de la hotelería en general. El tipo de instalaciones con las que cuenta el hotel también desempeñan un papel relevante: la existencia de albercas aumenta el consumo en 60 l/np, mientras que la existencia de cafeterías o instalaciones de la barra generan un aumento de 35 l/np (Hamele y Eckardt, 2006). A partir de estas cifras, se deduce que el consumo promedio de un hotel con una piscina y un bar estaría situado alrededor de 489 l/np. Estos resultados son similares a los obtenidos en Plan Bleu (2004), que estima el consumo promedio de agua en los hoteles de lujo en el Mediterráneo y en otras partes del mundo, que fluctúa entre 500 y 800 litros por día por turista.

El estudio realizado por el International Hotels Environment Initiative (IHEI, 1996), observa un nivel de consumo promedio situado entre 666 y 977 l/np, acordes con los resultados observados por Chan *et al.* (2009) en una muestra de hoteles en Hong Kong. El estudio observa una reducción significativa en el consumo de agua entre los periodos 1994-1996 y 2001-2002 (desde 572.5 l/np hasta 452 l/np), probablemente impulsado por la introducción de tecnologías de ahorro de agua y una mayor conciencia de ahorro de agua entre el personal y los clientes.

Las tasas de consumo de agua varían de acuerdo con la fuente de información y se encuentran en un intervalo que va de 84-2 000 litros por turista por día, y hasta 3 423 litros por habitación por día (Gössling, 2012). Varios factores influyen en el uso del agua. Con respecto a la ubicación geográfica, es más probable que los hoteles en los trópicos tengan jardines de riego y piscinas, las dos fuentes individuales más importantes de demanda de agua en este sector, mientras que los hoteles en áreas rurales usualmente ocuparán áreas más grandes que sus contrapartes urbanas.

Estos problemas son más graves cuando los destinos turísticos costeros tienen recursos hídricos limitados, lo que puede generar conflictos con los otros sectores productivos de la zona y con la misma población local.

Las características geológicas de muchas zonas costeras hacen de las fuentes subterráneas una de las principales fuentes naturales de agua de primer uso. En este contexto, surge el riesgo de sobreexplotación y sus consecuencias asociadas: salinización del agua subterránea, subsidencia de la tierra, disminución del nivel freático, contaminación por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, contaminación del agua por pesticidas y fertilizantes utilizados para mantener campos de golf, y degradación de ecosistemas acuáticos como resultado de las actividades de turismo acuático (fondeo, buceo, yates, etc.) y disposición de basuras sin el debido control, entre otros factores.

Los hoteles convencionales de negocios tendrán niveles de uso de agua más bajos que los hoteles de estilo turístico, y es probable que los *campings* consuman considerablemente menos agua que los hoteles de cinco estrellas, específicamente hoteles asociados con campos de golf, que pueden consumir hasta un millón de metros cúbicos de agua por año.

La comida es otro tema importante porque su preparación requiere grandes volúmenes de agua. Específicamente, en el turismo tropical o de sol y playa, la disponibilidad de alimentos y las provisiones son una parte importante de la imagen de “abundancia” que caracteriza el paraíso del turismo tropical. En tales entornos, se pueden desechar cantidades considerables de alimentos, mientras que las islas pequeñas, en particular, pueden importar una gran parte de los alimentos por vía aérea, a menudo a grandes distancias. Esto genera “zonas interiores de agua”, ya que tanto la producción de combustible como la de alimentos requieren grandes cantidades de agua. Por ejemplo, los requisitos de agua para apoyar las dietas turísticas son del orden de hasta 5 000 litros por turista por día, y un día de fiesta de 14 días puede implicar el uso de agua que exceda los 70 m³ de agua sólo para alimentos.

En España, se ha alcanzado un alto nivel de ahorro en el consumo de agua público urbano hasta situarlo en los 127 litros por persona y día, mientras que la media de consumo de un turista va de los 450 hasta los 800 litros diarios.

De acuerdo con un estudio realizado por Servín (2010), el “límite mínimo cultural” del consumo para los vacacionistas en “ciudades vacacionales” es del orden de 600 l/día/hab., y la relación precio consumo se vuelve inelástica. Este consumo es de esperarse debido al comportamiento de los vacacionistas con respecto al consumo de agua y porque las ciudades estudiadas

tienen como atracción principal los balnearios. Por otro lado, se contempla una curva con un comportamiento más racional, pero en el que el consumo mínimo se establece por encima de los 400 litros por habitante por día.

En la Tabla (23) se presenta una estimación teórica del consumo de agua por los turistas en diferentes destinos turísticos del país, a partir del consumo reportado por los organismos operadores de cada destino turístico para la población en general, y en la Tabla (2) el costo del agua producida en diferentes destinos turísticos. Se observa que el costo de producción de agua en Mérida es el más bajo de los destinos turísticos reportados, en gran medida por la alta disponibilidad del recurso. Se considera un consumo de 600 l/turista/noche (Servín, 2010), aunque en algunos sitios un valor de 650 litros por turista es aún conservador.

Tabla 23. Estimación de consumo de agua.

| Estado | Destino | Turista noche, 2016 | Volumen turístico (m ³ /año) | Consumo l/hab/d (municipal) | Diferencia l/d | Dot. Turística/ Dot. Municipal |
|---------------------|--------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------------|
| Quintana Roo | Cancún | 26 985 467 | 16 191 280.2 | 106.4 | 493.6 | 563.9% |
| | Cozumel | 2 090 456 | 1 254 273.6 | 189.5 | 410.5 | 316.6% |
| | Riviera Maya Tulum, Playa del Carmen | 23 720 775 | 14 232 465.0 | 163.7 176.3 | 436.3 ND | 366.5% ND |
| Nayarit | Nuevo Vallarta | 5 879 761 | 3 527 856.6 | 269.5 | 330.5 | 222.6% |
| Baja California Sur | Los Cabos | 7 393 850 | 4 436 310.0 | 168.9 | 431.1 | 355.2% |
| Guerrero | Acapulco | 7 287 561 | 4 372 536.6 | 195.4 | 404.6 | 307.1% |
| | Ixtapa- Zihuatanejo | 2 600 952 | 1 560 571.2 | 139.2 | 460.8 | 431.0% |
| Morelos | Cuernavaca | 1 015 386 | 609 231.6 | 136.7 | 463.3 | 438.9% |
| Sinaloa | Mazatlán | 6 034 373 | 3 620 623.8 | 181.6 | 418.4 | 330.3% |
| Colima | Manzanillo | 1 677 163 | 1 006 297.8 | 330.7 | 269.3 | 181.4% |
| Oaxaca | Huatulco | 1 634 008 | 980 404.8 | 150.0 | 450.0 | 400.0% |
| | Oaxaca | 1 848 109 | 1 108 865.4 | 150.0 | 450.0 | 400.0% |
| Baja California | Tijuana | 1 186 042 | 711 625.2 | 145.9 | 454.1 | 411.2% |
| | Ensenada | 468 566 | 281 139.6 | 140.2 | 459.8 | 428.0% |
| Guanajuato | San Miguel de Allende | 645 917 | 387 550.2 | 110.8 | 489.2 | 541.5% |
| Yucatán | Mérida | 2 365 591 | 1 419 354.6 | 150.0 | 450.0 | 400.0% |

ND: No disponible Dot.:Dotación.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Data Tur y el PIGOO, 2015.

Tabla 24. Costo del agua producida.

| Estado | Destino | \$/m ³ producido | Año |
|---------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|
| Quintana Roo | Cancún | 8.93 | 2016 |
| | Cozumel | 6.13 | 2016 |
| | Riviera Maya: Tulum | ND | ND |
| | Playa del Carmen | 3.99 | 2014 |
| Nayarit | Nuevo Vallarta | 4.05 | 2016 |
| Baja California | Tijuana | 19.93 [♣] | 2013 |
| | | 20.30 [♣] | 2015 |
| | Ensenada | 20.22 [♣] | 2013 |
| | | 20.70 [♣] | 2015 |
| Baja California Sur | Los Cabos | 10.33 | 2015 |
| Guerrero | Acapulco | 5.90 [♣] | 2015 |
| | Ixtapa-Zihuatanejo | 9.36 | 2016 |
| Morelos | Cuernavaca | 5.23 | 2016 |
| Sinaloa | Mazatlán | 6.025 | 2016 |
| Colima | Manzanillo | 5.97 | 2014 |
| Oaxaca | Huatulco | ND | ND |
| | Oaxaca | 11.96 | 2015 |
| Yucatán | Mérida | 3.00* | 2012 |
| | | 4.43[♣] | 2013 |
| | | 3.80[♣] | 2015 |

ND: No disponible.

♣ Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, 2ª parte, Edición 2014.

♣ Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, 2ª parte, Edición 2016.

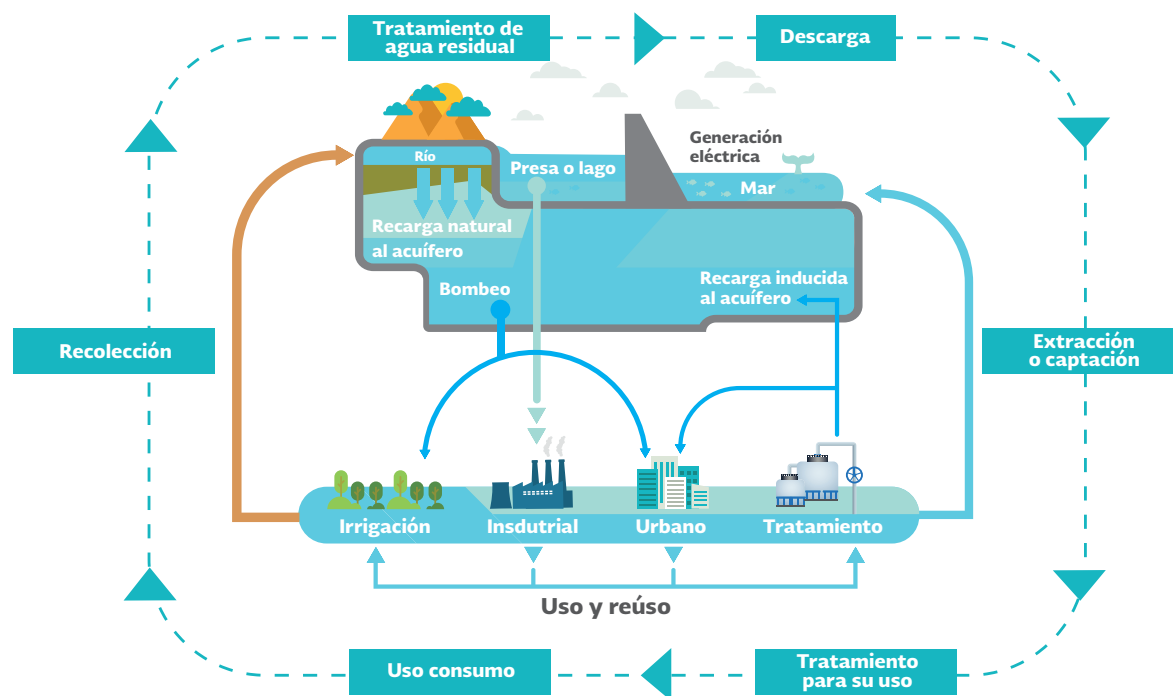
* Precio del agua (Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento) Proyecto DP-1340.1; IMTA, 2013.

Mérida como destino turístico presenta una problemática especial: cuenta con gran disponibilidad de agua de primer uso, pero su fuente de abastecimiento recibe todas las descargas de aguas residuales que no siempre cuentan con un tratamiento adecuado. Además, dada la naturaleza del acuífero, se presentan concentraciones importantes de sales y el acuífero puede presentar problemas por intrusión salina.

Es importante que se haga un mejor manejo de las aguas residuales, impulsando sistemas descentralizados de tratamiento en la ciudad para poder conservar al acuífero como fuente de abastecimiento de buena calidad.

5. Programa Marco

Conservar el agua para su uso actual y futuro es una tarea de todos. El sector turístico debe coadyuvar con su mejor esfuerzo para garantizar que en los destinos donde su actividad es trascendente, las fuentes de agua se conserven tanto para impedir su sobreexplotación como para preservar su calidad y evitar su contaminación. La industria del turismo puede apoyar colaborando de manera activa en acciones como las de uso eficiente, tratamiento de aguas residuales y su reúso, para así conservar el vital líquido y dar viabilidad futura al sector (Figura 20).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. *Uso humano del agua.*

La prestación de los servicios turísticos se ve comprometida cuando no se cuenta con agua en cantidad, calidad y oportunidad suficiente para satisfacer las expectativas de los usuarios, en términos de confort, higiene y estética. Esta premisa hace del sector turístico un consumidor importante de agua; los volúmenes que utiliza están en función del entorno en que se encuentre y del tipo de servicio ofertado.

Para el manejo sustentable del agua en la llamada “Industria limpia” es indispensable fomentar el uso eficiente del agua de primer uso y el reúso tanto de las aguas grises como del agua residual tratada.

El Programa Marco es una propuesta que, considerando el ciclo del agua, plantea cómo fomentar su uso racional y eficiente, para así garantizar la sustentabilidad del recurso.

Este Programa Marco es el resultado de un estudio realizado para los 44 destinos turísticos prioritarios de México. Comprendió una revisión extensa de la información de la situación del recurso hídrico, el abastecimiento, recolección y disposición de las aguas residuales en cada municipio, tomando en cuenta la población fija y actividad asociada con el turismo; esto es, se revisó la llegada de turistas y sus pernoctas.

El Programa Marco permite ofrecer una propuesta de recomendaciones para los diferentes actores del sector turístico, en un primer intento de brindar cómo atender el manejo del agua en los destinos turísticos, y considerando que los segmentos que cada uno de ellos abarca es especial, dada su ubicación geográfica, clima y vocación turística.

El Programa Marco incluye, además, la situación de los acuíferos asociados con los 44 destinos turísticos; proyecciones de población a 2030; vulnerabilidad al cambio climático en los municipios de México; principios básicos de una política de agua sustentable, que coadyuve a proteger y mejorar el estado de todo tipo de agua, esto es, superficial, subterránea, de transición y costeras; participar en la protección y mejoramiento de los ecosistemas acuáticos, ecosistemas terrestres y humedales que dependan de éstos; promover la gestión sostenible del agua a partir de la protección de los recursos hídricos; participar en la gestión del medio ambiente hídrico a escala de cuenca hidrográfica; apoyar en la recuperación de costos de los servicios del agua; promover la colaboración intersectorial y social para la conservación del recurso y el cuidado de su calidad, al igual que participar en la elaboración e implantación de los planes hidrológicos.

El planteamiento completo del Programa Marco se puede consultar en el documento denominado “Programa Marco: una propuesta que, considerando el ciclo del agua, fomente su uso racional, eficiente y sustentable”, el cual sirve de base para generar el programa específico de este destino turístico.

El programa marco se puede consultar en el folleto y en el documento del informe del estudio denominado: "Programa Marco para Fomentar Acciones para Restablecer el Balance del Ciclo del Agua en Destinos Turísticos Prioritarios" elaborado en 2017, el cual que está disponible en el portal de SECTUR (<https://www.gob.mx/sectur/acciones-y-programas/ordenamiento-turistico-sustentable>).





6. Programa específico para el destino turístico Mérida

En lo que corresponde al estado de Yucatán, los tipos de turismo son muy variados:

- Turismo gastronómico.
- Turismo urbano.
- Turismo rural.
- Turismo cultural.
- Turismo de negocios y convenciones.
- Turismo de salud.

Las acciones por emprender para que la industria del turismo en Mérida coadyuve en la sustentabilidad del recurso son:

Acciones para fomentar nuevas fuentes de abastecimiento

- Promover la captación pluvial para su potabilización para consumo humano.

Acciones para fomentar la distribución eficiente

- Implementar acciones tendientes a reducir el consumo de agua de primer uso.
- Revisar periódicamente la infraestructura interna y dar mantenimiento constante.
- Reportar fugas de agua y reparar las propias.
- Implementar dispositivos ahorradores de agua y los que favorezcan menores consumos de agua como los grifos temporizados, electrónicos y limitadores de caudal.
- Implementar acciones de concientización del no desperdicio del agua a los clientes en los servicios proporcionados al turismo.

Acciones para mejorar el aprovechamiento del agua pluvial

- Hacer diagnósticos del potencial del aprovechamiento de aguas pluviales para construir sistemas de recolección y almacenamiento en la infraestructura turística.
- Restablecer la captación pluvial en el sector turismo, para implementar su aprovechamiento directo.
- Proponer adecuaciones legales (reformas) en materia de captación de agua de lluvia y obligatoriedad de su uso para los servicios asociados al turismo.

Acciones para mejorar la recolección de las aguas residuales

- Establecimiento de redes internas en la infraestructura hotelera y de servicios al turismo.
- Establecimiento de redes independientes para el drenaje pluvial, y de ser posible, impulsar su almacenamiento y utilización.
- Rehabilitación de drenajes y colectores principales.
- Ampliación de la cobertura de los servicios.
- Segregación intramuros del agua gris (lavanderías, regaderas) del agua residual proveniente de cocinas e inodoros para un mejor manejo de las aguas residuales.
- El control de las descargas; evitar las descargas directas de aguas negras a las cavernas naturales que existen en zonas kársticas.

Acciones para fomentar el tratamiento de las aguas residuales generadas

- Promover el tratamiento secundario⁹ a las aguas residuales, de ser posible en los grandes hoteles, y fomentar el reúso del efluente tratado.
- Aplicar un tratamiento terciario o avanzado para su reutilización en calderas y sistemas de enfriamiento.
- Promover el tratamiento “intramuros” de las aguas residuales para evitar su descarga directa al acuífero.

⁹ **Tratamiento primario:** se eliminan los sólidos en suspensión presentes en el agua residual. **Tratamiento secundario:** comprende la eliminación de la materia orgánica disuelta, generalmente mediante procesos biológicos de tratamiento. **Tratamiento terciario:** se elimina la carga orgánica residual y aquellas otras sustancias contaminantes no eliminadas en los tratamientos secundarios como, por ejemplo, los nutrientes, fósforo y nitrógeno.

- Garantizar el mantenimiento adecuado de las instalaciones de tratamiento.
- Controlar la eliminación y reutilización de los **lodos residuales**.
- Definir los métodos de control y evaluación de resultados para los sistemas de recolección las aguas residuales tratadas.

Acciones para fomentar el reúso del agua residual tratada en servicios municipales y turísticos

- Implementar medidas normativas y programas para la disposición y el tratamiento de las aguas residuales municipales.
- Garantizar el mantenimiento adecuado de las instalaciones de tratamiento.
- Instalar una red alterna de distribución de agua tratada para ser utilizada en inodoros, servicios de lavado de pisos, patios, riego de áreas verdes, campos de golf, canchas, control de polvo en zonas de terracería, jardineras, paisajismo y áreas de lavado de vehículo.
- Impulsar la creación de una red morada, para garantizar el reúso del agua residual tratada en el sector turismo.
- Construir nuevas plantas de tratamiento municipales.
- Construir nuevas plantas de tratamiento industriales.

Acciones para fomentar el uso eficiente del agua, tratamiento y reúso en establecimientos turísticos

- Instalar regaderas y grifos de bajo flujo.
- Usar sanitarios de bajo consumo.
- Instalar el sistema de monitoreo de consumo de agua para registro y rastreo.
- En áreas donde el uso de agua es más alto, instalar equipos de medición del flujo, para tener un mejor manejo del recurso y poder rastrear posibles pérdidas.
- Instalar sistemas de detección de fugas y proporcionar una rápida reparación de las mismas.
- Instalar el sistema de reciclaje de agua.
- Ofrecer a los clientes la opción de no cambiar las toallas todos los días.
- Ofrecer a los clientes la opción de no cambiar la ropa de cama diario.
- Equipo de lavandería con uso eficiente del agua (lavadoras).
- Separación de drenajes: aguas negras y aguas grises.

- Recolección y tratamiento de aguas grises de tinajas, regaderas, sumideros y cocina para uso en riego de jardines y sanitarios.
- Recolección, filtración y almacenamiento de agua de lluvia y utilizarla para lavado de carros, pisos, limpieza, riego de jardines y sanitarios, llenado de lagos artificiales, etcétera.
- Usar agua residual tratada para riego de jardines, áreas verdes, campos de golf, etcétera.
- Recolección y almacenamiento de descargas de aguas procedentes de máquinas de hielo, sistemas de aire acondicionado, refrigeración y utilizarlas en riego de áreas verdes.
- Tener jardines con plantas nativas.
- Riego de jardines y áreas verdes muy temprano o en la noche, para evitar pérdidas por evaporación.

Acciones para un entorno ambiental sustentable, con alta calidad del agua

- Protección, manejo y conservación de las áreas de reserva ecológica.
- Recuperación de la cuenca mediante la instalación de infraestructura de recolección y tratamiento de aguas residuales adecuadas.
- Transformación de la estructura actual de manejo del agua, hacia un esquema integral y sustentable

En la Tabla (25) se presenta la alineación de las estrategias y acciones mencionadas con las políticas públicas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), Plan Nacional Hídrico¹⁰ (PNH) 2014-2018, programas sectoriales y especiales correspondientes, así como los resultados esperados de su aplicación en materia de agua, que inciden en el sector turístico.

¹⁰ El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 es el documento rector de la política hídrica en México. Es un Programa Especial que se deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y del Programa Sectorial de Medio Ambiente 2013-2018.

Tabla 25. Matriz de resultados de la política pública que incide en el sector turístico: Mérida.

| 1 Nivel jerárquico de acciones | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Fin u objetivo estratégico | |
| Acciones para fomentar la distribución eficiente: <ul style="list-style-type: none"> • Implementar acciones tendientes a reducir el consumo de agua potable, instalando líneas alternas para utilizar agua que no necesite cumplir la norma para abastecimiento humano. | |
| Alineación entre programas | |
| <p>PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: <i>“Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios”.</i></p> <p>PND (2013-2018) 4.1.1.2. <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i></p> <p>PNH (2014-2018) 3.1.1. <i>Incrementar las coberturas de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas y rurales privilegiando a la población vulnerable.</i> 3.2.4. <i>Mejorar el desempeño técnico, comercial y financiero de los organismos prestadores de servicio de agua y saneamiento.</i></p> | |
| Plazos / responsables | |
| Corto y mediano plazo. Municipio / CONAGUA / SECTUR / Salud | |
| Resultados esperados | |
| <p>Se ha implementado con éxito un programa permanente de revisión y mantenimiento de servicios y de la infraestructura, lo que ha permitido disminuir las fugas de la red de manera considerable.</p> <p>Se cuenta con un monitoreo adecuado sobre el sentir de la población respecto a los servicios que recibe, integrado por variables e indicadores sociales no técnicos de la distribución de agua como la continuidad del servicio, los cortes de agua y las restricciones en el servicio de agua que garantizar el acceso al agua.</p> | |

2 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Acciones para mejorar el aprovechamiento del agua pluvial.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.*

PND (2013-2018) 4.11.2. *Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.*

PNH (2014-2018) 3.1.5. *Ampliar y mejorar el uso de fuentes de agua alternativas como la desalinización y cosecha de lluvia.*

Plazos / responsables

Corto plazo. Estado / municipio / SECTUR

Resultados esperados

Se mantiene actualizado en Mérida un intenso programa de recolección, almacenamiento y utilización de las aguas pluviales.

En la infraestructura turística se obliga por ley a esa práctica, obteniendo la actividad no sólo un ahorro financiero (a costos menores), sino una opción más para completar el abastecimiento de agua en temporadas de alta demanda turística.

3 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Acciones para mejorar la recolección de las aguas residuales.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.*

PND (2013-2018) estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Línea de acción 1.2.1. *Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.* 3.3.1. *Mejorar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales existente.* 1.4.5 *Generar y aplicar la normativa hídrica asociada a la disposición de residuos sólidos.*

Plazos / responsables

Largo plazo. Estado / municipio / CONAGUA / consejo de cuenca / participación privada

Resultados esperados

Se ha logrado un incremento importante de la cobertura de drenaje y colectores en Mérida.

Se ha establecido por ley la prohibición de descargas a la red de sólidos, materiales y sustancias peligrosas, como hidrocarburos y otros tóxicos peligrosos, además de que se ha implantado un programa permanente de vigilancia y mantenimiento.

4 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Acciones para fomentar el tratamiento de las aguas residuales generadas.
- Acciones para fomentar el reúso del agua residual tratada en servicios municipales y turísticos.
- Impulsar la creación de una red morada, para garantizar el reúso del agua residual tratada en el sector turismo.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.*

PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Estrategia 2.2. *Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática.*

Objetivo 1. *Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua.* Línea de acción 1.2.1. *Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.*

Plazos / responsables

Mediano plazo. CONAGUA / consejos de cuenca / municipio / desarrolladores

Resultados esperados

Se ha extendido la cobertura de tratamiento de aguas residuales en Mérida. No sólo de las aguas municipales, sino las de los centros turístico, comerciales e industrias.

Se realizan tratamientos tipo secundario y terciario, y se ha logrado mantener en operación las plantas de tratamiento debido a que resulta más económico tratar y reusar las aguas tratada que el agua de primer uso.

Los grandes hoteles suelen aplicar un tratamiento terciario o avanzado para su reutilización en calderas y sistemas de enfriamiento, y efectúan con éxito actividades de reutilización en sus instalaciones internas: descarga al suelo y (su infiltración al acuífero), utilizarla en inodoros, servicios de lavado de pisos, patios, riego de áreas verdes, campos de golf, canchas, control de polvo en zonas de terracería, jardineras, paisajismo y áreas de lavado de vehículo.

5 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Acciones para fomentar el uso eficiente del agua, y tratamiento y reúso en establecimientos turísticos.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.*

PND (2013-2018) estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) estrategia 2.2. *Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática. 3.2.4. Mejorar el desempeño técnico, comercial y financiero de los organismos prestadores de servicio de agua y saneamiento.*

Plazos / responsables

Corto y mediano plazo. SEMARNAT / CONAGUA / consejos de cuenca / desarrolladores

Resultados esperados

Igualmente, a partir de la implementación de incentivos y estímulos fiscales y financieros federales, estatales y municipales, de una política de precios del agua de primer uso adecuada y de una mayor conciencia de la ciudadanía, sobre la sustentabilidad del recurso, se ha extendido la utilización de equipos y ahorradores y de uso eficiente del agua en grandes aprovechamientos de Mérida.

En los hoteles y restaurantes se han disminuido considerablemente las fugas del agua internas, se han establecido otras medidas sencillas que significan al final ahorros importantes: ofrecer a los clientes la opción de no cambiar las toallas todos los días, no cambiar la ropa de cama diario; además de la instalación de equipo de lavandería con uso eficiente del agua (lavadoras) y realizar obras de separación de drenajes: aguas negras y aguas grises; recolección y tratamiento de aguas grises de tinas, regaderas, sumideros y cocina para uso en riego de jardines y sanitarios; recolección, filtración y almacenamiento de agua de lluvia y utilizarla para lavado de carros, pisos, limpieza, riego de jardines y sanitarios, llenado de lagos artificiales, etc.

Uso de agua residual tratada para riego de jardines, áreas verdes, campos de golf, etc., y recolección y almacenamiento de descargas de aguas procedentes de máquinas de hielo, sistemas de aire acondicionado, refrigeración para utilizarlas en riego de áreas verdes.

Tener jardines con plantas nativas y prácticas de riego de jardines y áreas verdes muy temprano o en la noche, para evitar pérdidas por evaporación.

6 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Intensificar las medidas y campañas para propiciar la instalación de equipos de uso eficiente y ahorradores de agua.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *“Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios”.*

PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Objetivo 3. *Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.* 3.2.4 *“Mejorar el desempeño técnico, comercial y financiero de los organismos prestadores de servicio de agua y saneamiento”.*

Plazos / responsables

Mediano y largo plazo. Estado / Municipio / CONAGUA

Resultados esperados

Se han intensificado con éxito campañas para uso eficiente del agua y ahorro del agua en escuelas, universidades, comercios, servicios, y actividades públicas y privadas del municipio, incluyendo hoteles y restaurantes.

7 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Establecer tarifas incentivas por servicios que inhiban el desperdicio de agua de primer uso, la descarga de agua residual a las redes de drenaje y alcantarillado y promuevan el reúso de agua residual tratada.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *"Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios"*.

PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Líneas de acción 3.1.3 *Fomentar que la definición de tarifas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, siga criterios técnicos, financieros y sociales.* 3.2.4 *Mejorar el desempeño técnico, comercial y financiero de los organismos prestadores de servicio de agua y saneamiento.*

Plazos / responsables

Mediano y largo plazo. Municipio / organismo operador / Congreso del Estado

Resultados esperados

Se revisa y actualiza constantemente el régimen tarifario, manteniendo niveles altos de tarifa a consumos mayores y sobreconsumos, y persiste el empleo de subsidios cruzados.

Se cuenta con un padrón de usuarios clasificado por actividad y se mejora el servicio comercial del organismo (cobertura completa de micromedición); se fomenta el reúso con incentivos tarifarios y se generaliza el cobro de tarifas, de acuerdo con la calidad del agua que se descarga a los alcantarillados.

Se castiga fuertemente con multas las descargas peligrosas y tóxicas.

8 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Abastecer de agua potable en cantidad y calidad a pequeñas y alejadas comunidades dispersas del municipio.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.*

PND (2013-2018) 4.1.1.2. *Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.*

Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Objetivo 3. *Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.* 3.1.1.1. *Incrementar las coberturas de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas y rurales privilegiando a la población vulnerable.*

Plazos / responsables

Mediano y largo plazo. Municipio / organismo operador

Resultados esperados

Al implementar tecnologías no convencionales de abastecimiento de bajo costo a poblaciones urbanas, periurbanas y marginadas de la ciudad, se ha permitido cumplir con el mandato constitucional del derecho humano al agua.

9 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Conservar la calidad del agua de los cenotes.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Objetivo 2. *Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático.*

PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Objetivo 3. *Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.*

Plazos / responsables

Mediano plazo. Municipio / organismo operador / Congreso del Estado / CONAGUA / consejos de cuenca

Resultados esperados

Siendo un gran atractivo turístico para la ciudad, e incluso fuente de abastecimiento importante, se expidió una Norma Oficial para manejo sustentable de los cenotes.

10 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Proteger la biodiversidad.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Objetivo 2. *Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático.*

PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Estrategia 2.2 *Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática.*

Plazos / responsables

Mediano y largo plazos. Municipio / organismo operador / universidades e institutos/Congreso del Estado / SEMARNAT

Resultados esperados

Se han implementado acciones exitosas para proteger los humedales, la erosión de suelo y la forestación.

11 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico

- Establecer la posibilidad de intercambio de agua residual tratada por agua limpia con los usuarios de riego de la región.

Alineación entre programas

PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 indica la necesidad de: *Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.*

PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2. *Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.*

PNH (2014-2018) Línea de acción 1.2.1 *Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.* 1.6.6. *Condicionar la posibilidad del incremento de asignaciones y concesiones a los niveles de eficiencia de los usuarios (municipios, industria y agricultura).*

Plazos / responsables

Mediano y largo plazos. Municipio / organismo operador / CONAGUA

Resultados esperados

A través de programas de tecnificación de riego, adquisición de derechos y de intercambio de agua residual tratada de la ciudad, por agua de primer uso, se ha logrado un incremento importante de la oferta de agua para su crecimiento futuro y la disminución importante del grado de sobreexplotación del agua subterránea.



Otras Miradas



Agosto - Diciembre 2018

Exposición de fotografía en México 1872-1940

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

Museo de Arte Moderno de México

Museo de Historia Natural de México

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

El turismo es un motor económico y uno de los principales elementos de distribución de la riqueza en el mundo. Pero al mismo tiempo, es un gran consumidor de agua y tiene especial incidencia sobre el medio ambiente. Por estar relacionado directamente con el agua y el medio ambiente, el sector turístico se encuentra amenazado directamente por el cambio climático, por lo que su crecimiento debe contemplar un ordenamiento adecuado. Para esto se requiere generar un modelo sostenible que sirva de referencia.

En la actualidad, el turismo absorbe el 1% del consumo mundial de agua. Es una cantidad pequeña si se contrasta con los volúmenes utilizados por el sector de la agricultura, que utiliza casi el 70% del agua suministrada en el mundo, o el de la industria que alcanza el 20%. Sin embargo, en algunos países el turismo es uno de los pilares de su desarrollo, y el consumo sobrepasa el 7%, y en la Riviera Maya en particular, el sector turístico es el principal consumidor de agua.

El gasto medio de agua del turista mundial es muy alto. Los datos que provienen de España, indican que mientras que un ciudadano medio consume 127 litros al día, el gasto por turista oscila entre los 450 y los 800 litros, en función de la estación y de la zona. Estas cifras se calculan considerando el gasto hotelero y restaurantero (cocina, lavandería, aseos, piscinas, refrigeración y riego), así como de actividades como el golf, las saunas, los parques temáticos y el gasto municipal en servicios de higiene. En zonas situadas en el cinturón tropical, este consumo tiende a incrementarse y puede llegar a 2 000 litros al día, y en términos hoteleros hasta 3 423 litros diarios por habitación, según datos de la Organización Mundial de Turismo.

Según el *Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático*, informe sobre el cambio climático elaborado por el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), las previsiones apuntan a que muchas zonas, en las que el turismo es un factor económico clave, registrarán un descenso de la pluviosidad durante las próximas décadas. Lloverá menos en todo el Mediterráneo, norte de África, Oriente Medio, Centroamérica y los extremos norte y sur de

Sudamérica, sur de África, sur de Indonesia, Australia y buena parte de la Polinesia. En muchos de los países las zonas tropical y subtropical, el riesgo de fenómenos extremos como inundaciones y ciclones también será un factor al alza, como ya está ocurriendo.

El cambio climático también amenaza con hacer desaparecer literalmente muchos destinos por el aumento del nivel del mar a causa del deshielo polar. De acuerdo con el Quinto Informe, el aumento del nivel medio del mar continuará durante el siglo XXI, muy probablemente a un ritmo más rápido que el observado entre 1971 y 2010, y estará entre los 0.26 a 0.55 metros. El aumento del nivel del mar incide también directamente en la inundación de humedales y la contaminación de acuíferos cercanos a las zonas costeras, afectando al suministro de agua potable, uno de los recursos clave para la supervivencia del sector turismo.

En aras de la conservación de los destinos turísticos que ofrecen servicios ambientales, ecoturismo y para la preservación del turismo en general, una nueva conciencia socioambiental desarrollada y adoptada por parte de los turistas será un factor clave para tener un manejo eficiente y racional del agua.

El uso controlado del agua potable, tecnologías ahorradoras de agua de primer uso, el tratamiento y el reúso del agua utilizada por el sector, la utilización de energías renovables generadas mediante el tratamiento de residuos, la recuperación de la flora con especies autóctonas para disminuir el riego indiscriminado y excesivo de áreas verdes y jardines de ornato, el reciclaje de residuos son los pilares del diseño de los destinos turísticos modernos que pueden constituirse como un modelo de sostenibilidad aplicable a cualquier tipo de urbanización.

A pesar de no tener problemas de disponibilidad de agua, Mérida enfrenta grandes retos en lo que respecta a la calidad del agua y a la disposición de las aguas residuales. El principal problema del recurso hídrico es el incremento de la contaminación del acuífero, la cual presenta dos orígenes:

- I. Antrópico, debido a la falta de alcantarillado; fosas sépticas mal construidas, mal diseñadas y mal operadas, y al fecalismo al aire libre.
- II. Natural, debido a la intrusión salina en la franja costera del estado y presencia de yesos en el subsuelo en algunas áreas del sur.

La vulnerabilidad del acuífero a la contaminación se debe a las características del subsuelo kárstico. En la mayor parte del estado, las aguas residuales domésticas se descargan al subsuelo por medio de tanques sépticos y pozos someros abandonados debido a la falta de un sistema de drenaje sanitario. De acuerdo con el estudio realizado por E. Graniel (Durán García & Méndez González, 2010), existen alrededor de 130,000 fosas sépticas con baja eficiencia y con descargas al acuífero. Las características edafológicas de la península no han permitido que se construyan redes de recolección de aguas negras convencionales, y a la fecha su disposición se hace mediante fosas sépticas intradomiciliarias que descargan directamente al acuífero de la península de Yucatán.

En una entrevista a *Milenio Novedades* (2014), Eduardo Batlori Sampedro, titular de la Secretaría de Desarrollo Humano y Medio Ambiente de Yucatán, comentó que:

...en el centro de Mérida se tiene mucho tiempo sin agua limpia en el subsuelo, así como en las áreas densamente pobladas donde no hay sistemas de tratamiento y la mayoría tiene sumideros, no hay siquiera fosas sépticas, como en colonias antiguas. Los mantos se contaminan por todos los depósitos de las aguas residuales cuando le jalamos al escusado, cuando se tira la comida al fregadero y va de forma directa a lo que antes era el pozo donde se captaba el agua, es decir, al manto freático, lo que contamina poco a poco; el problema se agrava cuando todas las casas vecinas hacen lo mismo.

Por su parte, José Marrufo Gómez, profesor investigador de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, al referirse al agua de los mantos freáticos en una entrevista para el periódico *Unión de Yucatán*, afirmó que, aunque no ha llegado a un punto de ser peligrosa, su uso sí requiere más cuidado, ya que existen factores que acaban poco a poco con la condición que tenía. El líquido debajo de la tierra aprovechado por gran parte de los yucatecos se ha ido contaminando con el tiempo sin que exista una solución, o siquiera una preocupación. A pesar de que siempre se habla de conocer el estado de esta agua y de tomar acciones para sanearla, muy poco se habla de prevenir su afectación y detener el daño (*Unión Yucatán*, 2012).

El peligro más grave para los mantos acuíferos radica en la falta de drenaje en la mayor parte de la ciudad, lo cual ha propiciado que la gente

tenga en sus hogares y otras edificaciones fosas sépticas, anticuados sistemas que frecuentemente son permeables y permiten el intercambio de aguas limpias y negras, informó el profesor. Aunque el agua que de las calles va a parar a los mantos y sí afecta la calidad del agua, esa es "pecata minuta", ya que el verdadero problema está debajo de los hogares. "La fosa séptica no es remedio para tratar el agua; la fosa séptica lo que hace es retener los sólidos y cuando pasa de cierto nivel, pasa el agua", explicó el académico. "¿De qué volumen son?, normalmente son de un metro cúbico o un poco más. ¿En cuánto tiempo lo va a llenar usted?, en cuanto se llena empieza a caer directa toda la cochinidad hacia el manto freático."

Aunque existen algunas compañías que se dedican a fabricar las fosas sépticas con mejores condiciones para aguantar la carga y el tiempo, el profesor se mostró escéptico y señaló que la verdadera solución para mantener unos mantos limpios es la implementación de un drenaje en forma, aunque sea una solución cara.

El mismo municipio de Mérida conoce el problema. En el *Atlas de Riesgos de Peligros Naturales del Municipio de Mérida* se contempla la mala construcción, falla y término de vida útil de las fosas sépticas como un riesgo mayor para la ciudad. En este texto oficial, además de los desechos domésticos también se contemplan como contaminantes de los mantos "el uso de fertilizantes, plaguicidas, y otras actividades antropogénicas". Los basureros a cielo abierto que permiten el paso de los lixiviados a al subsuelo también son un factor considerado en el *Atlas*.

En el estudio *Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de contaminación del agua subterránea en Yucatán* (Torres et al., 2014), se confirma que la disponibilidad de este recurso es mayor que la demanda prevista a largo plazo ya que solo se explota el 6% del agua disponible, sin embargo, su calidad es cuestionable ya que también es receptora del agua de desecho que se genera en el Estado (SAGARPA, 2010).

El principal problema sobre este recurso es el incremento en la contaminación debido a la falta de alcantarillado, a fosas sépticas mal construidas, al fecalismo a cielo abierto y a la intrusión salina en la franja costera del Estado (Torres et al., 2014). Las características kársticas de Yucatán, catalogan al acuífero como muy vulnerable, ya que las fracturas, canales de disolución y la presencia de cavernas, permiten una rápida infiltración

de los elementos contaminantes que se encuentran en la superficie del terreno (Torres *et al.*, 2014).

Mérida y Progreso presentaron un riesgo de contaminación muy alto derivado de una vulnerabilidad muy alta y extrema, respectivamente; y de la mayor cantidad de sitios potencialmente generadores de residuos peligrosos.

Es indispensable ampliar y mantener en condiciones óptimas las redes de recolección de aguas residuales y garantizar su tratamiento, para evitar descargas que no cumplan con una calidad que garantice la viabilidad ambiental del destino turístico. En estos mismos términos, se debe impulsar el reúso de las aguas tratadas en todas aquellas actividades en donde no se requiera agua de primer uso: riego de áreas verdes, jardines, campos de golf; servicios, lavado de carros, entre otros.

Es innegable que la mirada mundial ve al sector turístico como un referente de desarrollo armónico con el medio ambiente. La Asamblea General de la ONU designó 2017 como “Año Internacional del Turismo Sostenible para el Desarrollo”. Este esfuerzo de la Secretaría de Turismo para desarrollar un Programa Marco para manejo racional y eficiente del agua se presenta en un momento clave para generar cambios importantes en las políticas municipales, estatales y federales, así como en las prácticas empresariales y los comportamientos de los consumidores en aras de un turismo que contribuya a lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Los diagnósticos en torno al estado y situación de las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas, las marítimas y donde ambas convergen, no son optimistas, ni en México ni en ninguna otra parte del mundo. Ello exige un estudio de la problemática hídrica de manera más integral y sistémica, es decir, debe verse necesariamente como un asunto transversal. La industria del turismo puede ser un referente en este esfuerzo que involucra a todos los sectores productivos.

Aunque la tecnología se vislumbra como la solución a muchos de los problemas relativos al agua, la confianza en la misma no debe ser excesiva. Las medidas estructurales para hacer frente a los problemas del agua son insuficientes si no se apuesta paralelamente a medidas no estructurales como acciones encaminadas a modificar actitudes, conocimientos y comportamientos en nuestra relación con el agua, es decir, propias de la cultura del agua.

Ante los escenarios del cambio climático a escala mundial, ningún lugar está exento de padecer fenómenos meteorológicos extremos, poniendo en jaque a su población y a sus actividades productivas, incluyendo a la turística.

7.2 Recomendaciones

Es esencial articular la gestión de la Secretaría de Turismo con los programas federalizados de la Comisión Nacional del Agua para fortalecer la infraestructura, tanto de potabilización del agua como la del tratamiento de aguas residuales y del reúso del agua tratada, de tal forma que se garantice la sustentabilidad del destino turístico para sus habitantes permanentes y la población flotante.

El problema más severo que enfrenta Mérida es la disposición y el tratamiento de las aguas residuales, por lo que es importante que se apoye el tratamiento y el reúso del agua tratada, para evitar la contaminación del acuífero, única fuente de abastecimiento de la ciudad.

La Secretaría de Turismo debe precisar cuál es el sector de servicios turísticos en donde tiene mayor influencia, y utilizar esta coyuntura como palanca social que permita generar acciones que tengan como resultado un mejor manejo del recurso hídrico en cada destino. Los problemas generales asociados al manejo del agua presentan particularidades y matices específicos, producto del entorno y de las condiciones medioambientales de cada localidad y su vocación turística.

Así, se recomienda establecer relaciones más cercanas con los operadores turísticos más importantes del destino turístico, esto es, las cadenas y franquicias hoteleras y de servicios que en ocasiones obedecen a una normatividad mucho más estricta que la nacional debido a que deben cumplir con estándares corporativos, que muchas veces atienden a parámetros de manejo ambiental europeos o estadounidenses.

Finalmente, se recomienda incrementar los encuentros enfocados a la difusión de los trabajos que realiza la **SECTUR** en pro de un mejor manejo del recurso hídrico con la población en general y con todos los actores involucrados en la actividad turística. Específicamente, invitar a los hoteleros a participar en grupos como el denominado “Alianza por la Sustentabilidad Hídrica”, que impulsa el uso de dispositivos ahorradores de agua con miras

a obtener el distintivo Hotel Hidro Sustentable¹¹. En Mérida, cinco hoteles ya cuentan con este distintivo.

La presentación y difusión del Programa Marco puede ser un primer detonador de estos encuentros para que la cultura del agua pueda ser una medida no estructural que pueda dar buenos resultados, ya que al entender la cultura del agua (o cultura hídrica) como el conjunto de creencias, conductas y estrategias que determinan las formas de acceder, usar, manejar y gestionar el agua por la sociedad. **La cultura del agua incluye las normas, formas organizativas, conocimientos, prácticas, tipo de relación entre las organizaciones sociales y los procesos políticos que se concretan en relación con el aprovechamiento, uso y protección del agua.**

Desde este referente, se reconoce que todas las personas ya tienen una cultura del agua que podría reorientarse hacia la sustentabilidad, a través de una estrategia que permita:

1. Diagnosticar cuáles son las manifestaciones de su cultura del agua propia.
2. Reflexionar si estas manifestaciones de cultura del agua son sostenibles y promueven una gestión racional del agua o no.
3. Plantear propuestas concretas para reorientar las estrategias de articulación con los recursos hídricos (una nueva cultura del agua). La gestión del agua se debe abordar considerando el ordenamiento a escala de cuenca hidrográfica. Es imprescindible que el sector turismo se involucre en la generación de un modelo de gestión que permita establecer un balance hídrico, donde se identifique claramente la cantidad real de agua disponible y quienes la demandan. Esto permite construir “presupuestos hídricos”, que nos informan la cantidad de agua que debe ser resguardada para los usos prioritarios y el agua disponible para las demandas del sector productivo, entre ellos el sector turismo. Las estrategias deben considerar la gestión local del agua, con el propósito de establecer nuevas relaciones que tomen en cuenta los procesos sociales y ambientales

¹¹ En México existe, desde 2011, el distintivo Hotel Hidro Sustentable, otorgado por los miembros de la Alianza por la Sustentabilidad Hídrica en el Turismo. El distintivo, incentiva y reconoce en los hoteles las mejores prácticas ambientales en uso y cuidado del agua.

de escala local y regional. Es importante tener en cuenta que estas propuestas requieren de una relación equilibrada con los ecosistemas de los cuales se obtienen bienes de consumo, de manera de no sobrepasar su capacidad de carga, sobre todo considerando que el sector turismo es un usuario preponderante de los mismos.

4. Establecer canales de comunicación con el sector turístico en el manejo y conservación de recurso y el medio ambiente para potenciar las propuestas de sustentabilidad, ante los escenarios de cambio climático.
5. Informar y sensibilizar a los turistas, específicamente, y en general a la población, sobre la necesidad de participar en los programas diseñados para afrontar las amenazas derivadas de los fenómenos extremos.

Bibliografía

- Ayuntamiento de Mérida. (2015). *Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018*. Mérida.
- Chan, W. W, Wong, K., y Lo, S. (2009). Hong Kong hotels environmental cost and saving technique. *Journal of Hospitality and tourism Research*. 33(3):329-346
- CNA. (2000). *Catálogo de acuíferos*.
- CNA. (abril de 2002). Registro Público de Derechos del Agua. (REPDA).
- CONAGUA-SIGMAS. (s.f.). *Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea*.
- CONAGUA. (2013-2016). *Estadísticas del Agua en México*.
- CONAGUA. (2014). *Registro público de derechos del Agua (RPDA) al 30 de junio de 2014*.
- CONAGUA. (2014). *Programa Hídrico Regional 2014-2018 de la región Hidrológico-Administrativa XII, Península de Yucatán*.
- CONAGUA. (2015). *Atlas del Agua en México*. México: CONAGUA, SEMARNAT.
- CONAGUA. (2016). *Atlas del Agua en México*.
- CONAGUA. (2016). *Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento*.
- CONAGUA (2017) Ley Federal de Derechos. Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales. (23 de diciembre de 2016). *D.O.F.*
- CONAGUA, SEMARNAT. (2017) *Acuíferos*. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/sina/index_jquery-mobile2.html?tema=acuiferos
- Deyà-Tortella, T., y Tirado, D. (2011). Hotel water consumption at a seasonal mass tourist destination. The case of the island of Mallorca. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2568–2579.
- Diario Oficial de la Federación (24 de marzo de 2016) Ley de Aguas Nacionales.
- Durán García, R., & Méndez González, M. E. (2010). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán 1ra ed.* (Primera ed.). Yucatán, México: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

- Ecologic, 2007. Final Report. EU Water Saving Potential (Part 1eReport) ENV.D.2/ETU/2007/0001r. Institute for International and European Environmental Policy. Essex, S., Kent, M., & Newnham, R. (2004). Tourism development in Mallorca. Is water supply a constraint? *Journal of Sustainable Tourism*, 12(1), 4e28.
- García, C y Servera, J. (2003). Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the Island of Mallorca (Spain). *Geografiska Annales Series a Physical*
- Gobierno Federal. (14 de abril de 2002). NOM-011-CNA-2000: Especificaciones el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. *Diario Oficial de la Federación*.
- Gobierno Federal. (13 de diciembre de 2013). Programa Sectorial de Turismo 2013-2018. *Diario Oficial de la Federación*.
- Gobierno Federal. (28 de abril de 2014). Programa Especial de Cambio Climático 2014 – 2018 (PECC). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 2017, de <http://www.SECTOR.gob.mx/wp-content/uploads/2014/09/PECC-2014-2018.pdf>
- Gössling, S. (2001). The consequences of tourism for sustainable water use on a tropical island: Zanzibar, Tanzania. *J. Environmental Manage.* 61(2)179-191.
- Gössling, S., Peeters, P., Hall, C.M., Ceron, J.-P., Dubois, G., Lehmann, L.V., & Scott, D. (2012). Tourism and water use: Supply, demand, and security. An international review. *Tourism Management*, 33(1), 1–15.
- Hamele, H., & Eckardt, S. (2006). Environmental initiatives by European tourism businesses: Instruments, indicators and practical examples - A contribution to the development of sustainable tourism in Europe. Saarbrücken: SUTOUT, TourBench, DBU, ECOTRANS.
- IMTA. (2012-2016). *Programa de Indicadores de Gestión (PIGOO)*. (IMTA, Productor) recuperado el 2017, de http://www.pigoo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=674&Itemid=1677
- INEGI. (1997). *Información fisiográfica*
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal*.
- INEGI. (2015). *Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM, INEGI), en el marco del Cambio de Año Base 2013*.

- Intercontinental Hotel Group Innovation Hotel. (2012). Efficient landscaping reduces water use at the Holiday Inn Airport San Antonio. Intercontinental Group. Retrieved July 18, 2012, from <http://innovation.ihgplc.com/>
- JAPAY. (2015). *Informe de gestión del director general de la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán, 2do. trim. del ejercicio 2015 julio - septiembre 2015*. Mérida, Yucatán: Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán. Recuperado el 2017, de http://www.japay.yucatan.gob.mx/pdf/transparencia/SesionesConsejo/2016/IIISesion/TERCERA_SESION_CONSEJO2016.pdf
- JAPAY. (2017). *Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY) 2012-2018*. Recuperado el 2017, de <http://www.japay.yucatan.gob.mx/infra/index.php>
- Kent, M., Newnham, R., & Essex, S. (2002). Tourism and sustainable water supply in Mallorca: a geographical analysis. *Applied Geography*, 22, 351e374
- Méndez, R. (1991). *Modelo de comportamiento del acuífero en la ciudad de Mérida*. Mérida Yuc., Méx.: Comisión Nacional del Agua
- Milenio Novedades. (19 de noviembre de 2014). Baja la calidad del agua en Yucatán. Obtenido de <https://sipse.com/milenio/calidad-agua-baja-yucatan-mantos-freaticos-contaminacion-123604.html>
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. (2007). *Cambio climático 2007 Base de las Ciencias Físicas. Primera Publicación 2007* ISBN 92-9169-121-6
- Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente. (2009). Informe de la decimosexta reunión ordinaria de las partes contratantes en el convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo y sus protocolos. UNEP(DEPI)/MED IG.19/8 24 de noviembre de 2009
- OMT. (27 de septiembre de 2013). PR13062. Obtenido de Organización Mundial del Turismo OMT: <http://media.unwto.org/es/press-release/2013-09-30/dia-mundial-del-turismo-sobre-turismo-y-agua-hace-falta-un-mayor-esfuerzo-p>
- Rico-Amoros, A.M; Olcina-Cantos, J y Saurí, D. (2009). Tourist land use patterns and water demand: Evidence from the Western Mediterranean. *Land Use Policy*, 26(2):493-501
- SECTUR. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018*.

- SECTUR. (2016). Estimación con base en datos de las Oficinas Estatales de Turismo. *DATATUR*.
- SECTUR. (2016). Compendio Estadístico del Turismo en México. *DATATUR*.
- SEGOB. (5 de diciembre de 2001). *Diario Oficial de la Federación*.
- SEGOB. (19 de 09 de 2007). ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual. *Diario Oficial de la Federación*.
- SEGOB. (24 de marzo de 2017). ACUERDO por el que se dan a conocer las zonas de disponibilidad que corresponden a las cuencas y acuíferos del país. *Diario Oficial de la Federación*.
- Servín Jungdorf, C. (2010, octubre). *Las tarifas, clave de una gestión sustentable del recurso hídrico. Trabajo presentado en el XXI Congreso Nacional de Hidráulica de la Asociación Mexicana de Hidráulica*. Guadalajara, Jal., México.
- Torres et al. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de contaminación del agua subterránea en Yucatán*. Ecosistemas y recursos agropecuarios. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/270006044_Evaluacion_de_la_vulnerabilidad_y_el_riesgo_de_contaminacion_del_agua_subterranea_en_Yucatan
- Universidad Autónoma de Yucatán (2014). Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía (PMPMS). Yucatán, México.
- Unión Yucatán. (29 de octubre de 2012). Las "peligrosas" fosas sépticas de Yucatán. Obtenido de <http://archivo.unionyucatan.mx/articulo/2012/10/28/medio-ambiente/merida/las-peligrosas-fosas-septicas-de-yucatan>
- Universidad Autónoma de Yucatán. (2014). *Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), Etapa 2 de 6: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS)*. Mérida. Recuperado el 2017, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99850/PMPMS_M_rida_Yuc.pdf
- World Tourism Organization (WTO, 2004). Indicators of Sustainable Development for Tourism Destinations: A Guidebook. ISBN 92-844-0726-5. Published and printed by the World Tourism Organization, Madrid, Spain. First printing in 2004



SECTUR
SECRETARÍA DE TURISMO

