

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

COZUMEL



Programa Marco

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

Cozumel

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 Yoval, 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: Adolfo Remigio Armillas

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

2018

Hecho en México

CONTENIDOS

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 Cozumel	17
1.1 Disponibilidad y demanda de agua en la Cozumel.....	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 isla de Cozumel (2305).....	31
2.1 Topografía	33
2.2 Geofísica	33
2.3 Distribución por usos.....	34
2.4 Balance de aguas subterráneas	35
2.5 Indicadores de gestión prioritarios	36
3. Panorama general de Cozumel	41
3.1 Población	42
3.2 Vivienda	43
3.3 Actividades económicas.....	44
3.4 Infraestructura básica de agua potable y saneamiento.....	45
4. Participación del sector turismo en la economía	51
4.1 Demanda de agua en el sector turismo.....	54
5. Programa Marco	61
6. Programa específico para el destino turístico Cozumel.....	65
7. Conclusiones y recomendaciones	75
7.1 Conclusiones	75
7.2 Recomendaciones.....	78
Bibliografía.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ciclo hidrológico simplificado.	12
Figura 2.	Ciclo hidrológico del agua urbano.	13
Figura 3.	Contraste regional entre agua renovable y desarrollo.	18
Figura 4.	Regiones hidrológicas.	20
Figura 5.	Grado de presión sobre los recursos hídricos en el mundo, 2016.	22
Figura 6.	Grado de presión sobre el recurso hídrico, 2016.	22
Figura 7.	Delimitación de acuíferos.	24
Figura 8.	Condición de los acuíferos, 2016.	28
Figura 9.	Municipios más vulnerables al cambio climático.	30
Figura 10.	Localización del acuífero Isla de Cozumel.	31
Figura 11.	Unidad hidrogeológica Isla de Cozumel.	32
Figura 12.	Localización Cozumel.	41
Figura 13.	Integración de los índices IAAP, IAS e IGASA y estatus de evaluación.	50
Figura 14.	Participación porcentual del número de unidades económicas turísticas por entidad federativa, con respecto al total de cada entidad (INEGI, 2016).	52
Figura 15.	Participación porcentual del personal ocupado en unidades económicas turísticas en cada entidad federativa (INEGI, 2016).	53
Figura 16.	Participación porcentual del VACB turístico en cada entidad federativa, con respecto al total de la entidad (INEGI, 2016).	53
Figura 17.	Uso humano del agua.	61

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	26
Tabla 6.	Destino turístico Cozumel y acuífero asociado	29
Tabla 7.	Municipios por clase de vulnerabilidad “Muy alta” y “Alta”.....	29
Tabla 8.	Condición del acuífero Península de Yucatán.....	36
Tabla 9.	Indicadores de gestión en función del objetivo.....	36
Tabla 10.	Indicadores de gestión	37
Tabla 11.	Sitios Ramsar en la isla de Cozumel.....	42
Tabla 12.	Incremento porcentual de la población en el municipio de Cozumel.....	42
Tabla 13.	Proyecciones de población municipal de Cozumel, QR, 2011-2030.....	42
Tabla 14.	Distribución de la población por tipo de localidad municipio Cozumel	43
Tabla 15.	Indicadores PIGOO 2014-2015, Cozumel.....	46
Tabla 16.	Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Cozumel, Quintana Roo	47
Tabla 17.	Indicadores del organismo operador de Cozumel, 2016.....	48
Tabla 18.	Información básica municipal para la determinación de los índices	49
Tabla 19.	Obtención de IAAP, IAS e IGASA, por municipio y su estatus de evaluación.....	50
Tabla 20.	Porcentaje y variación anual del PIB turístico	51
Tabla 21.	Estimación de consumo de agua.....	57
Tabla 22.	Costo del agua producida.....	58
Tabla 23.	Matriz de resultados de la política pública que incide en el sector turístico: Cozumel.....	70



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 Organización Mundial de Turismo 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 Cozumel 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.



Fuentes: 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.



Fuentes: 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 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 sobre-explotados, 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 instituidos 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 Cozumel

1.1 Disponibilidad y demanda de agua en la Cozumel

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.

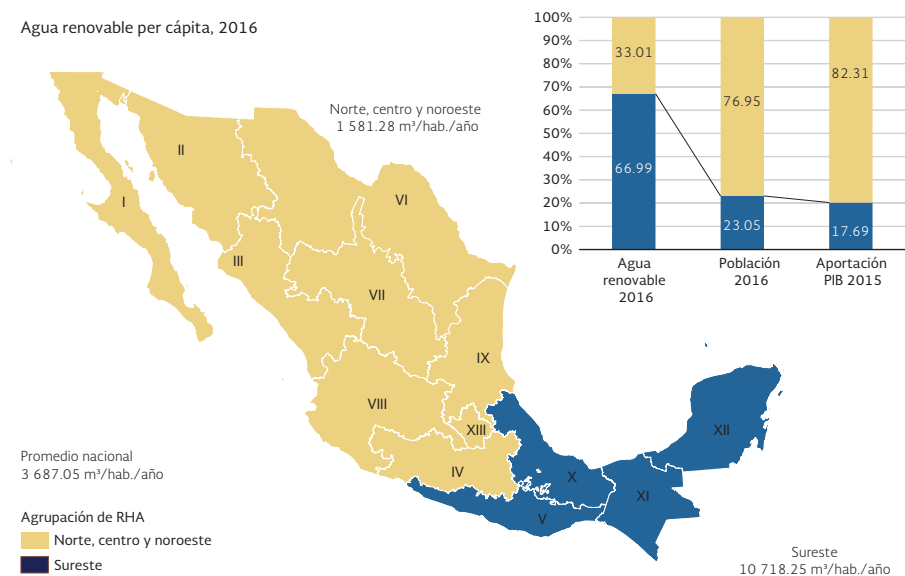
Considerando el agua renovable per cápita, la disponible en las regiones del sureste es siete veces mayor que la disponible en el resto de las regiones hidrológico-administrativas.

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 (km²)	Agua renovable 2015 (hm³/año) ⁴	Población 2015 (millones)	Agua renovable per cápita (m³/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) ^a	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	4285	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 (DOF)* (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:

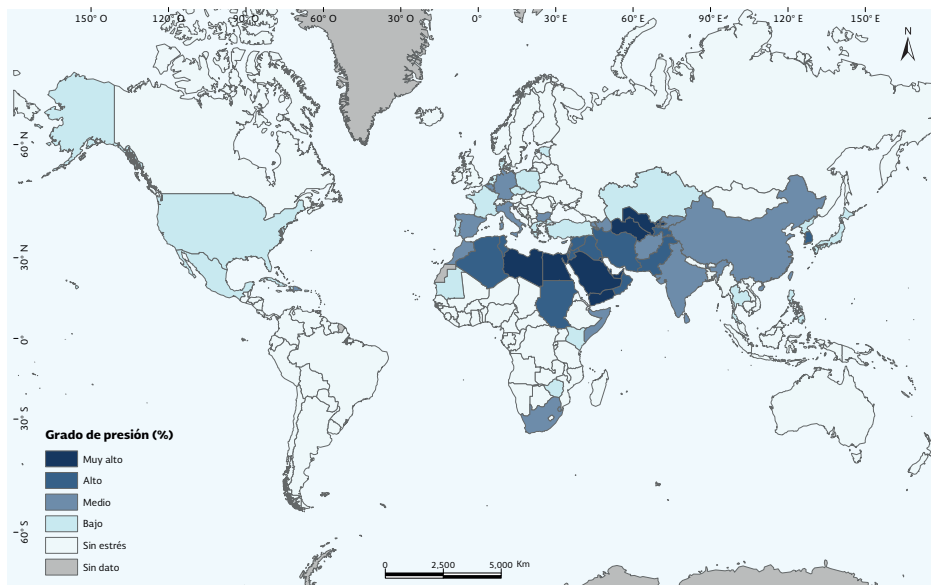
1.2.1 Usos consuntivos

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. En virtud de que la isla de Cozumel está ubicada en la RHA XII se señala que 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. Sin embargo, es necesario mantener en mente que a pesar de localizarse en la RHA XII, Cozumel es una isla que se abastece de un acuífero independiente y que sus condiciones de explotación son especiales, ya que un manejo inadecuado puede conducir al deterioro de su calidad (salinización).

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 *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
II. Noroeste	La Misión
	Caborca ¹
	Costa de Hermosillo ¹
	San José de Guaymas ¹
	Sonoyta-Puerto Peñasco ¹
XII. Península de Yucatán	Valle de Guaymas ¹
	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.

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}	
	Los Planes ^{1 2}	

DIAGNÓSTICO GENERAL DEL DESTINO TURÍSTICO COZUMEL

Región Hidrológico Administrativa	2011	2012
	Acuífero	Acuífero
VI. Río Bravo	Cañón del Derramadero	Cañón del Derramadero
	Cuatrociénegas-Ocampo	Cuatrociénegas-Ocampo
	El Hundido	El Hundido
	Paredón	Paredón
	Valle de Juárez ¹	
	Laguna de Palomas	
	Bajo Río Bravo	Bajo Río Bravo
VII. Cuencas Centrales del Norte	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	
	Salinas de Hidalgo ¹	
	Cedros	Cedros
	El Salvador	El Salvador
	Guadalupe Garzaron	Guadalupe Garzaron
	Camacho	Camacho
	El Cardito	El Cardito
	Guadalupe de las Corrientes ¹	
	Chupaderos ¹	
XII. Península de Yucatán	Xpujil	Xpujil

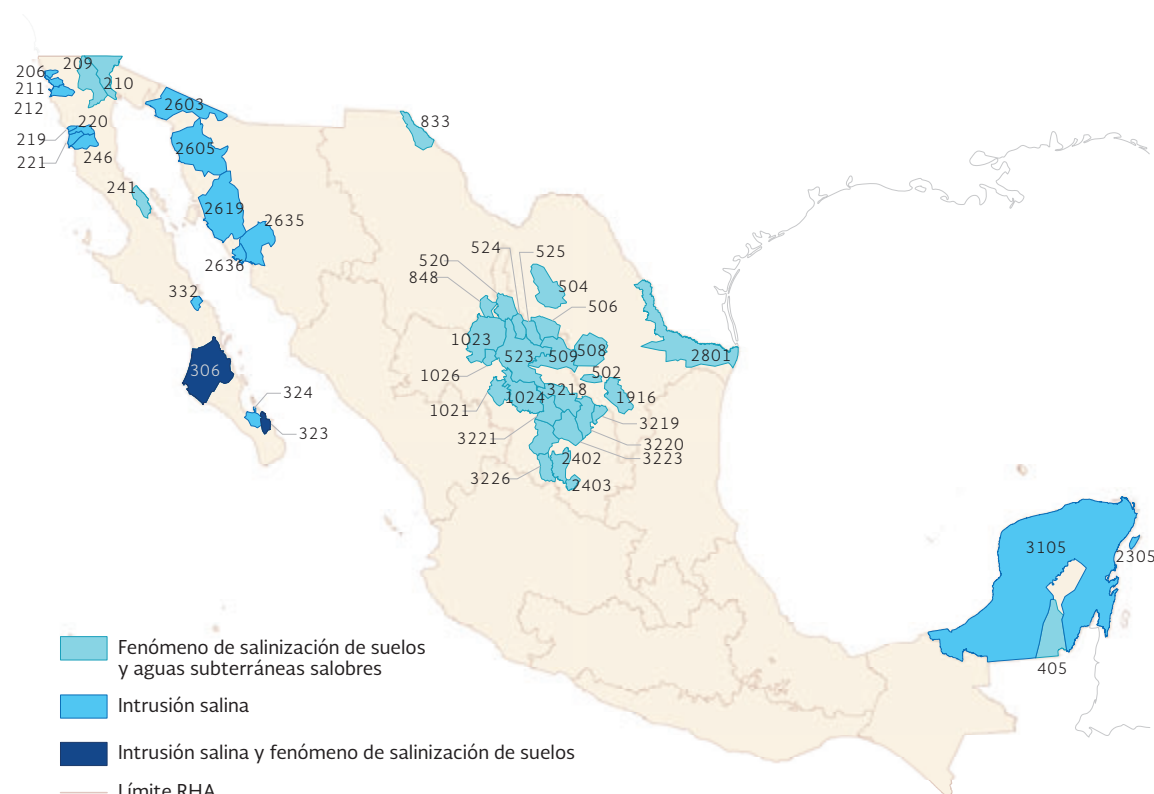
Notas: 1) Los acuíferos marcados con superíndice 1 se encuentran, además, sobreexplotados.

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).

COZUMEL

De manera especial resalta la condición del acuífero isla de Cozumel, que es la única fuente de abastecimiento convencional de Cozumel y presenta problemas de intrusión salina, lo que pone en riesgo la calidad del agua de primer uso Figura (8).



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 Cozumel y el acuífero asociado. Este acuífero no está sobreexplotado, pero presenta problemas de intrusión marina, lo que puede comprometer la calidad del agua de primer uso.

Tabla 6. Destino turístico Cozumel y acuífero asociado.

Destino Turístico	Entidad federativa	Municipio	Clave Acuífero	Acuífero asociado
Cozumel	QR	Cozumel	2305	Isla de Cozumel

Fuente: Elaboración propia a partir del Registro Público de Derechos de Agua (REPD), (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). Solamente un municipio de Quintana Roo se encuentra en estado de 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 uno de los municipios del estado de Quintana Roo (11%) 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%

COZUMEL

Entidad federativa	Vulnerabilidad			Porcentaje de municipios respecto al total estatal
	Muy alta	Alta	Total	
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	

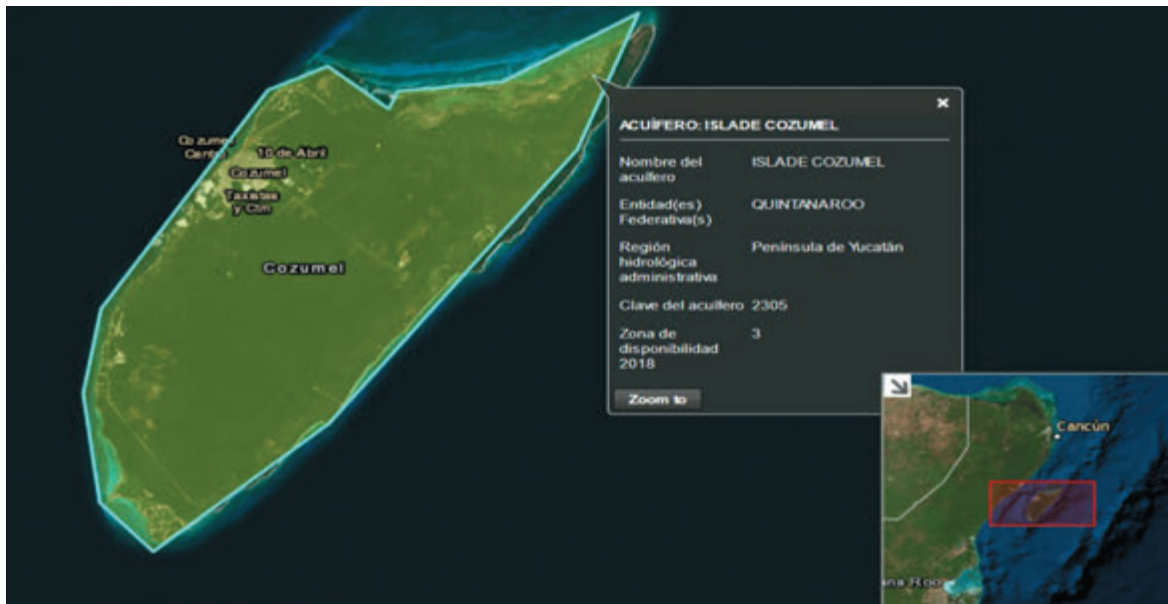


Fuente: INECC, https://www.gob.mx/cms/uploads/image/file/225299/4Municipios_mas_vulnerables_al_cambio_climatico_por_entidad_federativa.png

Figura 9. Municipios más vulnerables al cambio climático.

2. Acuífero isla de Cozumel (2305)

Cozumel se ubica al este de México, en el mar Caribe, a 62 km de Cancún. Constituye uno de los 11 municipios del estado de Quintana Roo y está comprendida entre las coordenadas geográficas 20°25'00" de latitud norte y 86°55'00" de longitud oeste. La isla mide alrededor de 48 km de norte a sur y 14.8 km de este a oeste, con un área de 647.33 km², Figura (10).



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

Figura 10. Localización del acuífero Isla de Cozumel.

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

COZUMEL

Por su ubicación geográfica, la región recibe 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. El acuífero Isla de Cozumel es una de las ocho unidades hidrogeológicas del acuífero Península de Yucatán, Figura (11).



Figura 11. Unidad hidrogeológica Isla de Cozumel.

En la zona que ocupa el acuífero Isla de Cozumel domina el clima cálido húmedo, con abundantes lluvias en verano y otoño principalmente, con un promedio anual de 1 643.7 mm. Los ciclones afectan favorablemente la recarga del acuífero. La temperatura media anual en la Isla de Cozumel es de 24.7 °C, la temperatura mínima promedio es de 19.7 °C y la máxima anual es de 31.7 °C. La evaporación media anual es de 1 202.4 mm. En forma general, los valores más bajos se registran durante los meses de febrero y marzo y, los más altos, en los de noviembre y diciembre.

Con relación a la condición administrativa legal del acuífero Isla de Cozumel, a lo largo del tiempo se ha decretado solamente una veda para la extracción de agua del subsuelo con la finalidad de preservar, controlar o proteger su cantidad y calidad: 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 *DOF* el 23 de marzo del mismo año.

2.1 Topografía

El acuífero queda comprendido en la subprovincia fisiográfica de Costas Bajas, dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, que conforma la Plataforma Calcárea de Yucatán.

La isla presenta un relieve ligeramente ondulado en su mayor parte, alternándose con áreas planas con lomeríos someros, relativamente plano en su porción occidental y escarpado en sus costas norte y oriental.

Debido a las características topográficas y a la alta permeabilidad de los materiales geológicos que predominan en la isla de Cozumel, no se ha desarrollado algún tipo de drenaje que se pudiera considerar como corriente; el agua que se precipita en la superficie del terreno se infiltra rápidamente o se acumula en las zonas de inundación al norte y sur de la isla.

El volumen de extracción, según el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa), concesionado al 30 de abril de 2002 en esta zona, es de 8.2 hectómetros cúbicos al año.

2.2 Geofísica

El acuífero Isla de Cozumel, clave 2305, está formado por las rocas carbonatadas como calizas fosilíferas, calcarenitas y areniscas calcáreas de las Formaciones Chancanab y Abrigo. La primera de ellas, con un espesor medio de 20 m constituye la porción inferior del acuífero y prácticamente no está expuesta; la Formación Abrigo, con espesor promedio de 9 m aloja la parte superior del acuífero y aflora en la mayor parte de la isla. En las fajas costeras norte, oriental y sur de la misma, el acuífero está cubierto por las calizas de la Formación Mirador y localmente por sedimentos del Reciente.

Se trata de un acuífero libre, insular, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas, debido a la abundancia e irregular distribución espacial de las oquedades y conductos de disolución formados por el ataque químico del agua sobre las rocas carbonatadas. Se recarga por la infiltración directa del agua de llu-

via. **Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de 14 a 28 m, encontrándose el máximo valor hacia el centro de la isla.**

La profundidad del nivel de saturación de agua subterránea, medida desde la superficie del terreno, en la parte central de la isla, fluctúa entre 4.5 hasta 7 m, mientras que en la zona costera es menor a 1 m. La elevación del nivel de saturación del agua subterránea con respecto al nivel del mar varía de 0.35 a 0.7 msnm, en época de estiaje y lluvias, respectivamente.

La calidad del agua subterránea es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente por el reducido espesor de agua dulce y por el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente, lo que impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y, por tanto, a sus caudales de extracción.

Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea, da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

2.3 Distribución por usos

El agua subterránea es la única fuente de abastecimiento para todos los usos en la isla de Cozumel, y está destinada principalmente al abastecimiento público urbano. Los pozos que se destinan para uso público urbano se localizan en la parte central de la isla, donde el espesor de agua dulce es mayor. El crecimiento demográfico de la isla y **la cada vez mayor afluencia del turismo han incrementado considerablemente la demanda de agua potable.**

En el acuífero existen 486 captaciones de agua subterránea; de ellas, 264 se destinan al uso público urbano, 59 se utilizan en servicios, 21 se destinan al uso industrial, 130 captaciones a uso agrícola, dos al uso doméstico y nueve al abrevadero.

El volumen de extracción total asciende a 8.2 hm³ anuales, de los cuales el 62.5% se destina al uso público urbano, 24.1% a servicios, 13.3% al uso industrial y, a pesar del número de captaciones destinadas a los usos agrícola, doméstico y abrevadero, sólo el 0.1% del agua subterránea extraída se destina a estos tres usos.

2.4 Balance de aguas subterráneas

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

	hm ³ /año		hm ³ /año
ENTRADAS	208.7	SALIDAS	8.2 hm³/año
Flujo horizontal (Eh)	0.00	Salida horizontal (Sh)	0.00
Recarga natural (Rn)	208.7	Descarga natural (Dn)	0.00
		Bombeo (B)	8.2

La recarga total del acuífero es de **208.7 hm³ anuales**, proveniente del agua de lluvia. La salida subterránea hacia el mar se estimó en 200.5 hm³ anuales y la extracción de agua subterránea es de 8.2 hm³ anuales. El cambio de almacenamiento del acuífero es nulo.

La disponibilidad media anual en el acuífero Isla de Cozumel se calculó considerando una recarga media anual de 208.7 hm³ anuales, una descarga natural comprometida de 160.4 hm³ anuales y el volumen concesionado e inscrito en el REPDA era de 16.89 hm³ anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea de 31.41 hm³ anuales, Tabla (8). Esto significa que **desde un punto de vista de cantidad, existe un volumen disponible para nuevas concesiones y el acuífero está subexplotado. Sin embargo, las extracciones se limitan por un problema de calidad y posibilidad de salinización por el espesor limitado del acuífero.**

Tabla 8. Condición del acuífero Península de Yucatán.

Clave	Acuífero	Hectómetros cúbicos anuales						Condición
		R	DNCOM	VCAS	VEXTET	Disponibilidad	Déficit	
2305	Isla de Cozumel	208.7	160.4	16.89	8.2	31.41	0.00	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 (REPD), (CONAGUA, 2014).

De acuerdo con la información publicada por la CONAGUA, con respecto a la disponibilidad de agua en los acuíferos, **el destino turístico Cozumel 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. Además, cuando se presenta un mal manejo de los pozos en este acuífero, aparecen problemas por un aumento muy importante de la concentración de sales, fluoruros, intrusión salina y/o ensalitramiento.

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.
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.

Descripción	Variables	Fórmula	Objetivo
Dotación (l/h/d)	<i>Hab</i> : No. de habitantes de la ciudad, según el censo del INEGI <i>V_{APP}</i> : 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)	<i>V_{con}</i> : Volumen de agua consumido (m ³ /año) <i>Hab</i> : 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 (%)	<i>H_{tandeo}</i> : Horas con servicio tandeado (horas/día)	$Tandeo = H_{tandeo}$	Horas que los usuarios con servicio tandeado reciben el agua.
Usuarios abastecidos con pipas (%)	<i>U_{pipas}</i> : Número de usuarios que se abastecen con pipas <i>T_{REG}</i> : 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 (%)	<i>T_{REG}</i> : No. total de tomas registradas <i>Hab</i> : Habitantes <i>D_{en}</i> : Habitantes por casa	$Agua = \frac{T_{REG} * D_{en}}{Hab} * 100$	Porcentaje de la población que cuenta con servicio de agua potable.
Cobertura de alcantarillado (%)	<i>T_{alc}</i> : No. total de conexiones a alcantarillado <i>D_{en}</i> : Habitantes por casa (conexión) <i>Hab</i> : Habitantes	$E_{Alc} = \frac{T_{alc} * D_{en}}{Hab} * 100$	Porcentaje de la población que cuenta con alcantarillado.
Costos entre volumen producido (\$/ m ³)	<i>COMA</i> : Costos (Operación, mantenimiento y administración) <i>V_{APP}</i> : Vol. anual de agua potable producido (m ³)	$C_{VPP} = \frac{C_{OMA}}{V_{APP}}$	Evaluar los costos generales.
Relación Costo- Tarifa	<i>C_{VP}</i> : Costo por Volumen Producido <i>T_{MD}</i> : 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.

Descripción	Variables	Fórmula	Objetivo
Eficiencia física 1 (%)	V_{CON} : Volumen de agua consumido (m^3) V_{APP} : 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 (%)	V_{AF} : Volumen de agua facturado (m^3) V_{APP} : 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 (%)	V_{AP} : Volumen de agua pagado (m^3) V_{AF} : 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 (%)	P_{VEN} : Ingreso por venta de agua (\$) P_{FAC} : Dinero facturados por venta de agua (\$)	$E_{COB} = \frac{P_{VEN}}{P_{FAC}} * 100$	Evalúa la eficiencia de cobro del agua.
Eficiencia global (%)	E_{FIS} : Eficiencia física 2 E_{COM} : 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 “Cozumel”, se consultaron los indicadores de gestión de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA) - Organismo Operador Cozumel. 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 Cozumel

Cozumel es un puerto popular para cruceros, famoso por sus sitios de buceo. En el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel hay puntos de buceo en torno a una sección del arrecife mesoamericano y las esculturas sumergidas del Museo Subacuático de Arte. Chankanaab es un parque ecológico que rodea una laguna con cavernas submarinas y que alberga delfines, manatíes y tortugas marinas. San Miguel de Cozumel es la mayor y principal ciudad de la isla de Cozumel, Figura (13), siendo cabecera del municipio del mismo nombre y la segunda ciudad más antigua del estado de Quintana Roo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Localización Cozumel.

Están reconocidos dos sitios Ramsar en la isla de Cozumel: el Parque Nacional Arrecife de Cozumel y Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel. Estos ecosistemas dependen del caudal y calidad del agua subterránea que descarga al mar tabla (11), los cuales además de ser importantes atractivos turísticos brindan beneficios o «servicios ecosistémicos», desde suministro de agua dulce, alimentos, materiales de construcción y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático.

Tabla 11. Sitios Ramsar en la isla de Cozumel.

No. Ramsar	Sitio	Fecha (declarado)	Superficie (ha)
1449	Parque Nacional Arrecife de Cozumel	02/02/2005	11 988
1921	Manglares y humedal del Norte de la Isla de Cozumel	02/02/2009	362
Total			12 350

Fuente: Programa Sectorial SEMA, 2011.

3.1 Población

Cozumel posee un porcentaje mínimo de industrias, por lo que depende del turismo para desarrollarse. Los alimentos y bienes manufacturados son embarcados desde tierra firme hacia la isla. La isla se destaca como destino turístico, principalmente por sus sitios dedicados al buceo y la llegada de cruceristas.

En 2010, la población del municipio fue de 79 535 habitantes (INEGI, 2010). En la Tabla (12) se presenta el crecimiento y, en la Tabla (13), las proyecciones de población para el periodo 2011-2030.

Tabla 12. Incremento porcentual de la población en el municipio de Cozumel.

Periodo	Incremento porcentual de la población por año
1970-1990	+9.13 %
1990-1995	+7.14 %
1995-2000	+4.36 %
2000-2005	+3.81 %
2005-2010	+1.58 %
2010-2014	+2.72 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.

Tabla 13. Proyecciones de población municipal de Cozumel, QR, 2011-2030.

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
82 779	84 706	86 752	88 890	91 099	93 363	95 668	98 004	100 363	102 734
2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
105 116	107 509	109 904	112 295	114 676	117 043	119 397	121 734	124 051	126 344

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

San Miguel, cabecera municipal de Cozumel, es uno de los principales destinos turísticos de México, principalmente de cruceros y sus aguas son famosas para la práctica del buceo, cuenta con el Aeropuerto Internacional de Cozumel, con destinos nacionales e internacionales, y un *ferry* que sirve para la comunicación con Playa del Carmen y el resto de la superficie continental. En el territorio del municipio hay un total de 122 localidades. La población de las principales se presenta en la Tabla (14).

Tabla 14. Distribución de la población por tipo de localidad municipio Cozumel.

Localidad	Población INEGI, 2010	Tipo de localidad
Total, Cozumel	79 535	
San Miguel de Cozumel	77 236	Urbana
Las Fincas	746	Rural
Kilómetro Cuatro y Medio	211	Rural
La Estrella	154	Rural
El Cedral	15	Rural

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Censo INEGI, 2010.

Según criterios utilizados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la localidad de Cozumel cuenta con la denominación “ciudad urbana”, por superar los 2 500 habitantes; el resto de las localidades del municipio Cozumel se contemplan como localidades rurales.

3.2 Vivienda

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, el municipio de Cozumel contaba en ese año con un total de 21 904 viviendas. En cuanto a las condiciones de servicios que tienen las viviendas en Cozumel, según el último Censo del INEGI, las condiciones con respecto a las viviendas son:

- Porcentaje de viviendas con electricidad: 98.43%.
- Porcentaje de viviendas con agua entubada: 94.01%.
- Porcentaje de viviendas con excusado o sanitario: 98.29%.

3.3 Actividades económicas

El turismo es la actividad económica más importante de la isla de Cozumel. La isla es visitada principalmente por cruceristas. En 2016 se contabilizaron 1 116 arribos de cruceros y 3 645 576 de pasajeros totales, los cuales representan el 54% de los 6 694 646 pasajeros de crucero a nivel nacional. Por vía aérea llegaron 259 736 pasajeros, siendo el 74% pasajeros internacionales, en su mayoría canadienses y estadounidenses.

La actividad agrícola en la isla es de muy poca importancia. Se cultiva maíz en una extensión de aproximadamente 50 hectáreas, además de algunos árboles frutales en huertos familiares. La explotación ganadera de bovinos se realiza en pequeños ranchos particulares y también se explota en poca escala la apicultura. Existen algunas pequeñas industrias de materiales de construcción, talleres mecánicos, etcétera.

La actividad comercial es importante considerando la disponibilidad de artículos de importación y artesanías disponibles para los turistas. Las ventajas fiscales en algunos artículos de importación los hacen atractivos, con respecto a los precios en el interior del país.

Existen tiendas departamentales, mercados públicos, tiendas privadas y del sector oficial para la distribución de los productos básicos y de consumo, establecimientos de alimentos y bebidas, agencias de viajes, sucursales bancarias, servicios de transportación turística y arrendadoras de automóviles.

Quintana Roo es el estado del país que percibe mayores ingresos por el sector turismo (http://imco.org.mx/indice_de_competitividad_estatal_2012/estado/quintana_roo). Entre las principales actividades se encuentran: servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (23.7 %), servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (13.4%), comercio al por menor (11.6%), construcción (9.7%) y transportes, correos y almacenamiento (7.0%), las cuales en su totalidad representan el 65.4% del PIB estatal. Las actividades terciarias tuvieron una mayor contribución a la economía del estado. Esta alta aportación de ingresos del estado basada en el sector turismo presenta una alta vulnerabilidad frente a crisis macroeconómicas o riesgos sanitarios; sin embargo, es la entidad con mejor desempeño en el sector.

De acuerdo con la información del *Compendio Estadístico del Turismo en México 2016*, en Quintana Roo existen 963 establecimientos de hotelería, con 97 606 cuartos. Esta infraestructura representa 32 936 525 cuartos disponibles; 25 674 240 son cuartos ocupados y tienen un porcentaje de ocupación del 77.95%. En ese mismo año se contabilizaron 63 061 359 de turistas noche, con una estadía promedio de 4.15 días. El 88% del turismo es extranjero. Se contabilizaron 2 392 establecimientos turísticos de alimentos y bebidas, 431 agencias de viajes, 259 arrendadoras de autos y 51 centros de convenciones (estimación con base en datos de las Oficinas Estatales de Turismo, 2016). La Llegada de Turistas Totales a la Entidad en 2016 fue de 15 205 803 visitantes.

El turismo es la actividad económica más importante en Cozumel y tiene una larga tradición no sólo en la región, sino en el país mismo. En Cozumel existen 4 362 cuartos en promedio, disponibles 1 592 127 cuartos disponibles, 934 868 cuartos ocupados, con un porcentaje de ocupación del 0.59%, con un total de 2 090 456 turistas por noche, de los cuales el 67.10% son extranjeros.

En este contexto, en la isla de Cozumel el turismo representa la principal actividad económica y está catalogada como destino de sol y playa, y clasificada como uno de los lugares más populares en el mundo del buceo y actividades acuáticas. Forma parte del sistema de arrecifes de coral más grande de América. Actualmente, ocupa el primer lugar en destinos de cruceros a escala internacional, con un promedio de 2.6 millones de pasajeros de cruceros por año, haciendo del turismo de cruceros la principal fuente de ingresos del municipio.

3.4 Infraestructura básica de agua potable y saneamiento

En la actualidad, los servicios de agua y saneamiento están a cargo de la CAPA - Organismo Operador de Cozumel. De acuerdo con el Programa de Indicadores de Gestión (IMTA, 2012-2016), Tabla (15), la dotación de agua es de 135.6 l/hab/d, la cual es relativamente baja dada las condiciones climáticas del municipio. El operador tiene un alto porcentaje de micromedición (90%), un buen padrón de usuarios y presta servicio continuo, y la mayor parte de los usuarios tienen servicio medido. Los datos del PIGOO son proporcionados por la CAPA Cozumel.

Tabla 15. Indicadores PIGOO 2014-2015, Cozumel.

Indicador	2014	2015
Tomas con servicio continuo (%)	100.31	ND
Padrón de usuarios (%)	100	97.13
Macromedición (%)	1.97	1.33
Micromedición (%)	99.72	99.81
Volumen tratado (%)	99.94	ND
Costos entre volumen producido (\$/m³)	9.61	10.01
Dotación (l/h/d)	126.56	135.61
Eficiencia física 1 (%)	72.96	ND
Eficiencia de cobro (%)	54.65	ND
Consumo (l/h/d)	92.35	189.52
Horas con servicio en zonas de tandeo	24	24
Cobertura de agua potable reportada (%)	98	99
Cobertura de alcantarillado reportada (%)	98	98.5
Eficiencia física 2 (%)	72.96	ND

ND: No disponible.

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

En mayo de 2015, la CAPA informó que de acuerdo al artículo 7 de la Ley de Cuotas y Tarifas para los Servicios Públicos de Agua Potable, Alcantarillado, Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales vigente en el estado, el monto de las cuotas y tarifas que se establecen en este rubro se actualizarían cada vez que se realice un incremento al salario mínimo vigente y el costo de la energía eléctrica, acorde con las tarifas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y que las tarifas de cobro del organismo estarían sujetas a modificaciones cuando se tengan modificaciones del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), publicado por el INEGI en el *Diario Oficial de la Federación*.

La ley contempla diferentes tipos de tarifas: doméstica, comercial, industrial, hotelera y de servicios generales y, de acuerdo con los indicadores establecidos en el artículo 7 de la misma ley (modificado el 22 de marzo de 2011), la tarifa doméstica se actualiza a la par con el salario mínimo, así como las tarifas de la CFE; mientras que para las tarifas comercial, industrial, hotelera y de servicios generales se aplica en base al INPC, que se consulta en el *DOF* y el incremento en el costo de la energía eléctrica.

En este sentido, en el caso de las tarifas domésticas, en el mes de febrero de 2015 se aplicó un incremento del porcentaje de energía eléctrica en un .014%, mismo que puede variar cada mes, de acuerdo con el último aumento del salario mínimo que se registró en el mes de abril, por un 2.75%. En total se sumó un incremento del 2.89% en el concepto de agua potable, lo que representa aproximadamente 87.11 pesos en el consumo mínimo de agua de 10 metros cúbicos.

La ley establecía que al concepto de agua potable se le suma el 35% por concepto de drenaje, más el 5% por concepto de saneamiento y, a estos dos últimos conceptos, se aplica el 16% del Importe al Valor Agregado (IVA); suma que se ve reflejada en el importe total de los recibos que los usuarios de las tarifas domésticas reciben en sus domicilios. Sin embargo, el 15 de junio de 2017 se publicó la reforma más reciente a la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (*Estado de Quintana Roo, 2017*), en donde se presentan las tarifas vigentes.

En Cozumel se cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales municipales con una capacidad de 125 l/s, tratando 98 l/s, y otra planta de tratamiento localizada en el Hotel Reef, con un gasto de operación de 5 l/s (Tabla 816), de acuerdo con el *Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales 2016* (agua.org.mx, 2017, CONAGUA, 2016). No se cuenta con plantas potabilizadoras municipales en el estado de Quintana Roo, pero algunos hoteles tienen desalinizadoras propias. A diciembre de 2011, se contabilizaban cuatro plantas desalinizadoras, las cuales proporcionaban un caudal de 50 l/s. La infraestructura de tratamiento cuenta con un caudal de diseño de 130 l/s y se tratan 102 l/s. Todas las descargas que no se reúsan se vierten en el Acuífero de Cozumel.

Tabla 16. Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en Cozumel, Quintana Roo.

PTAR	Q _{dis} l/s	Q _{op} l/s	Proceso	Observaciones
San Miguelito	125	97.67	Lodos activados	Llenado de lagos artificiales y riego de campos de golf.
Hotel Reef	5	5	Lodos activados	Reúso en riego de jardines.

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)

Los indicadores para el organismo operador de Cozumel, durante 2016, son:

Tabla 17. Indicadores del organismo operador de Cozumel, 2016.

Variable	2016
No. total de tomas registradas domiciliarias	16 464
No. total de tomas registradas comerciales	1 805
No. total de tomas registradas industriales	5
No. total de tomas registradas otras	237
No. total de tomas registradas total	18 511
No. de tomas del padrón activas domésticas	16 414
No. de tomas del padrón activas comerciales	1 798
No. de tomas del padrón activas industriales	5
No. de tomas del padrón activas otras	235
No. de tomas del padrón activas total	18 452
No. de tomas con servicio continuo	18 452
Horas con servicio tandeado (horas/día)	0
No. de micromedidores instalados	18 698
No. de micromedidores funcionando	18 649
No. de captaciones	112
No. de macromedidores instalados	4
No. de macromedidores funcionando	2
Porcentaje de aportación al volumen total captado	82
Cobertura de agua potable (%)	100
Cobertura de alcantarillado (%)	100
Volumen anual de agua potable producido (m³)	4 953 947
Volumen anual de agua consumido(m³)	3 665 921
Volumen anual de agua facturada (m³)	3 665 921
Volumen anual de agua cobrado (m³)	2 125 723
Volumen anual de agua residual tratado (m³)	3 225 832
Población atendida (personas)	91 500

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

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 Cozumel. 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 (18) 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 (19).

Tabla 18. 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)
001	Cozumel	86 415	79 195	82 469	101.27	130	102.7

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>

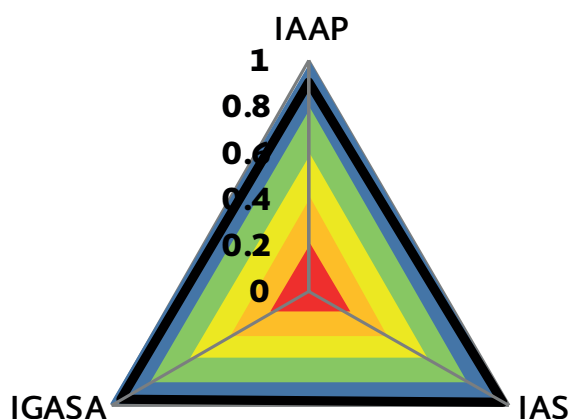
Tabla 19. Obtención de IAAP, IAS e IGASA, por municipio y su estatus de evaluación.

No.	Municipio	% Hab. con servicio público de agua	% Hab. con red pública drenaje	Q _{inst} /AR _{gen} %	Q _{tratado} /AR _{gen} %	IAAP	IAS	IGASA
001	Cozumel	91.64	95.43	100	100	0.92	0.98	0.95

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 (13) 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.

Cozumel, Quintana Roo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Integración de los índices IAAP, IAS e IGASA y estatus de evaluación.

En Cozumel se cuenta con más del 90% de la infraestructura de abastecimiento de agua potable necesaria y, de alguna manera, garantiza la demanda de la población y sus actividades; entre ellas, las asociadas al sector turismo.

En relación con el saneamiento de las aguas residuales generadas por los servicios y actividades turísticas, se observa que la mayor parte de las mismas son recolectadas y tratadas. Es importante señalar que existe un buen reúso en el riego del campo de golf y áreas verdes de este destino turístico.

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

Tabla 20. 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 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. 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 Quintana Roo la importancia del turismo es muy alta, ya que la participación porcentual del número de unidades económicas turísticas, con respecto al total, es de 23.1%, Figura (14).
- Tiene una participación del 44.7% referente a la participación de personal ocupado en la actividad turística Figura (15), con respecto a la actividad económica de la entidad, y presenta un 44.2% de participación porcentual del VACB con relación al total de la entidad Figura (16).

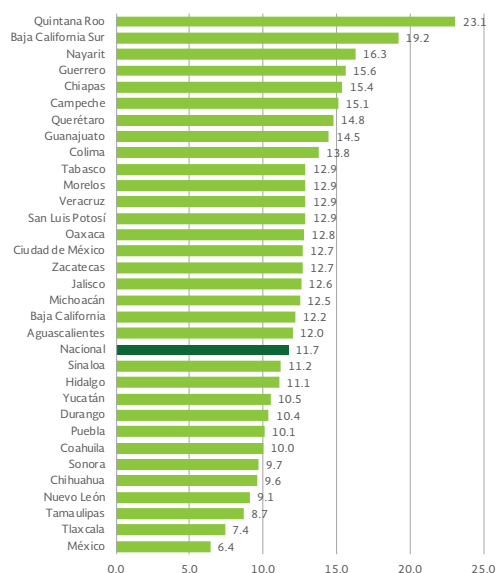


Figura 14. Participación porcentual del número de unidades económicas turísticas por entidad federativa, con respecto al total de cada entidad (INEGI, 2016).

PARTICIPACIÓN DEL SECTOR TURISMO EN LA ECONOMÍA

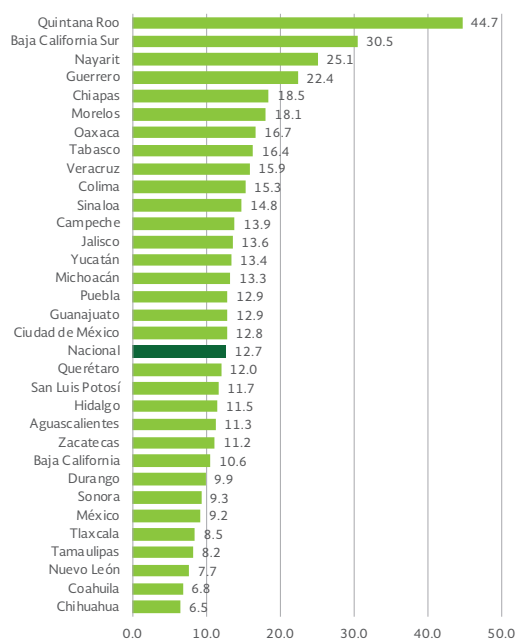


Figura 15. Participación porcentual del personal ocupado en unidades económicas turísticas en cada entidad federativa (INEGI, 2016).

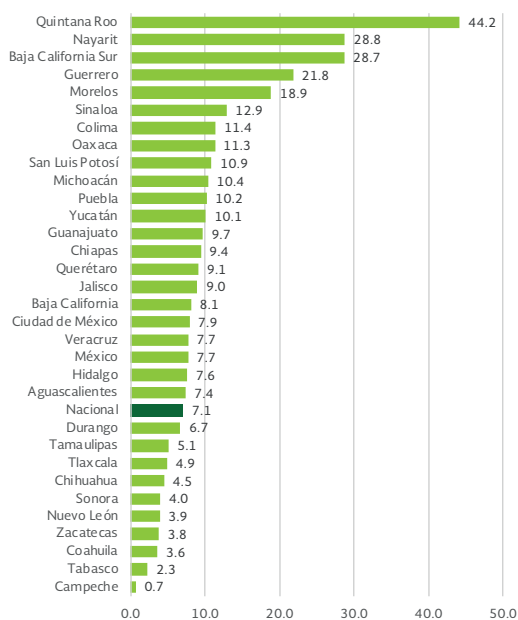


Figura 16. Participación porcentual del VACB turístico en cada entidad federativa, con respecto al total de la entidad (INEGI, 2016).

De esta manera, Quintana Roo es el estado con los destinos turísticos que más impactan el PIB de las entidades federativas, reflejado como Valor Agregado Censual Bruto turístico.

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.

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. En el caso de Cozumel, no hay mucha competencia con otros sectores, pero el recurso se ve comprometido por la fragilidad del acuífero debido a la intrusión salina, lo que limita su explotación para poder evitar su salinización y que esto permita conservar su calidad.

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 (21) se presenta una estimación teórica del consumo de agua por los turistas en los destinos turísticos del estado de Quintana Roo, a partir del consumo reportado por los organismos operadores de cada destino turístico para la población en general, y en la Tabla (22) el costo del agua producida en diferentes destinos turísticos. 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 21. 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%

COZUMEL

Estado	Destino	Turista noche, 2016	Volumen turístico (m ³ /año)	Consumo l/hab/d (municipal)	Diferencia l/d	Dot. turística/ Dot. municipal
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%
Sinaloa	Mazatlán	6 034 373	3 620 623.8	184.6	415.4	325.0%
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 DataTur 2016 y el PIGOO, 2015.

Tabla 22. Costo del agua producida.

Estado	Destino	\$/m ³ producido	Año
Quintana Roo	Cancún	8.93	2016
	Cozumel	6.13	2016
	Riviera Maya: Tulum Playa del Carmen	ND 3.99	ND 2014
Nayarit	Nuevo Vallarta	4.05	2016
Baja California	Tijuana	19.93*	2013
		20.30*	2015
	Ensenada	20.22*	2013
		20.70*	2015

Estado	Destino	\$/m ³ producido	Año
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		3.00*	2012
	Mérida	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.

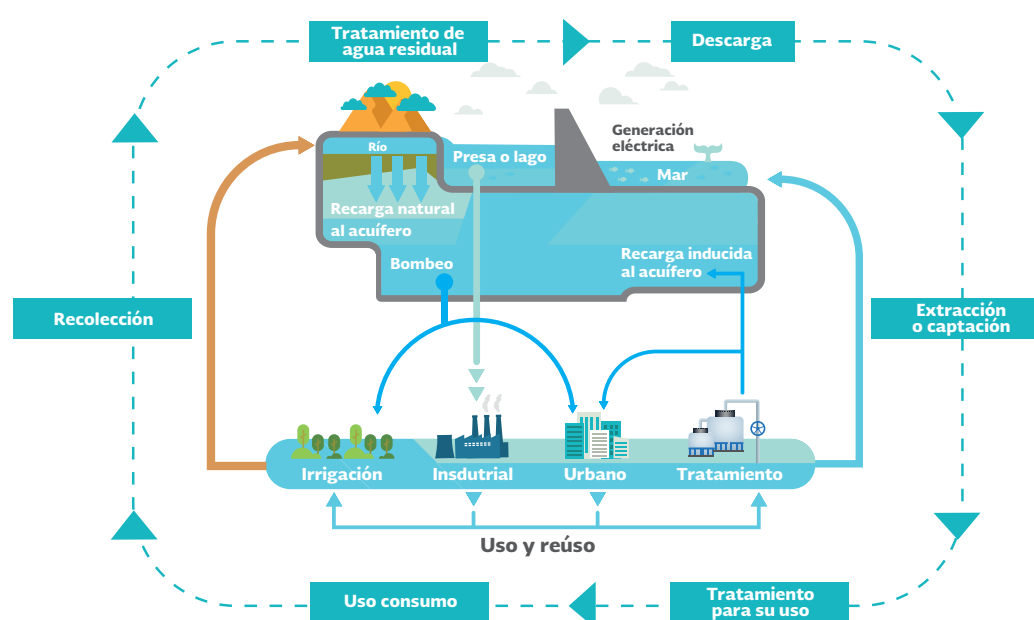
Los destinos turísticos ubicados en Quintana Roo, y sobre todo la **isla de Cozumel**, presentan una problemática especial, ya que a pesar de que los acuíferos no están considerados como muy explotados, estos se encuentran flotando sobre un acuífero salobre que, a su vez, reposa sobre el agua de mar.

Un mal manejo de las extracciones de agua de este acuífero puede provocar que se pierda la calidad del agua dulce, ya que es muy importante salvaguardar el espesor del acuífero dado que actualmente es la única fuente de abastecimiento de la isla.



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 17).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. *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, fomenta 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 Cozumel

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

Acciones para fomentar nuevas fuentes de abastecimiento

- Evaluar la desalinización de agua de mar para su potabilización para consumo humano.
- Promover la captación pluvial para su potabilización para consumo humano.

Acciones para fomentar la distribución eficiente

- Automatizar la extracción de agua de primer uso mediante sensores de salinidad, para evitar la salinización de los pozos existentes.
- Garantizar que se respetan las relaciones entre los acuíferos dulce y salino, para evitar que disminuya el espesor del acuífero dulce.
- 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.
- Determinar beneficio costos de su implementación.
- 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

- Rehabilitación y mantenimiento continuo 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.
- Evitar la descarga de salmueras, producto de la potabilización del agua de mar a las redes de alcantarillado generales.

Acciones para fomentar el tratamiento de las aguas residuales generadas

- Promover el tratamiento secundario⁸ a las aguas residuales, de ser posible en los grandes hoteles y plazas comerciales, 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.
- 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

- 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

⁸ **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.

áreas verdes, campos de golf, canchas, control de polvo en zonas de terracería, jardineras, paisajismo y áreas de lavado de vehículo.

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 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, etcétera.
- Usar de 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.

Para coadyuvar en el uso más eficiente del agua en Cozumel, es muy importante promover las mejores prácticas para incrementar la eficiencia del uso del agua, para lo cual es indispensable la participación conjunta del organismo operador de agua municipal de la CAPA, la Dirección General de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano, y la Asociación de Hoteles y restaurantes. En la implementación de un programa de tratamiento de aguas residuales cabe la acción coordinada de CAPA, Medio Ambiente, la Asociación de Hoteles y Restaurantes y la PROFEPA. Las posibles fuentes de financiamiento, cuyos beneficios son para la sociedad en general, podrían ser partidas municipales y fondos federales (CONAGUA), para ambos casos. Los plazos que requieren estas medidas son: corto para promoción de la eficiencia del uso del agua, y mediano, para programa de tratamiento de aguas residuales.

En situaciones de inundación por marea de tormenta y elevación del nivel del mar, los impactos en los recursos hídricos pueden ser:

- Salinización e intrusión marina, erosión.
- Erosión, modificación de la línea de costa (pérdida de playa, dunas costeras, zonas arrecifales, manglares, humedales, hábitats de anidación); daños a la población, infraestructura, economía e impacto al paisaje.
- Eutrofización de cuerpos de agua y estrés en algunas especies marinas, disminución de los mantos acuíferos y de las superficies de manglar, al igual que una mayor concentración de los contaminantes de zonas urbanas.

Las medidas a tomar son la identificación de ecosistemas de humedales que deban declararse como áreas naturales protegidas (federales, estatales y/o locales) o como Sitios Ramsar. Los posibles actores involucrados son: gobierno municipal, Desarrollo Rural, Medio Ambiente, instituciones académicas, organizaciones de ejidatarios, SAGARPA, CONAFOR, CONANP, las ONG, sociedad civil, empresarios, CONAFOR y SEDATU. Las fuentes de financiamiento podrían ser fundaciones internacionales y nacionales.

En el segundo caso, las medidas a considerar son la construcción de obras de protección para disminuir la energía del oleaje y corrientes con previos estudios hidrodinámicos. Los actores que se podría involucrar son: el gobierno municipal, Obras Públicas, Planeación, Protección Civil, Medio Am-

biente, instituciones académicas y la ZOFEMAT. Las fuentes de financiamiento podrían venir de partidas municipales, empresarios del sector turístico o una partida federal (Fondo Nacional de Infraestructura).

En el tercer caso, entre las medidas a implementar están la reducción de la contaminación orgánica (especialmente nitratos) en ecosistemas acuáticos, evitar la eutroficación (que se potencia con el ascenso de la temperatura) y conservar hábitats, biodiversidad y calidad del agua. Los posibles actores interesados serían: gobierno municipal, Obras Públicas, Planeación, Medio Ambiente, CAPA, instituciones académicas, CONAGUA y PROFEPA. El financiamiento podría venir de partidas municipales y fondos federales (CONAGUA, SAGARPA, CONACYT).

Por otro lado, para atender la problemática de inundación por marea de tormenta y elevación del nivel del mar, los efectos posibles son, tanto el incremento en la población de las especies invasoras como el deterioro de cenotes. Acciones para atender el impacto en los cenotes tiene un beneficio directo a la población en general y a los turistas. Las medidas a tomar son normar a través de reglamento o Norma Oficial Mexicana el cuidado y manejo de los cenotes. Los actores involucrados en la implementación de tales medidas son el gobierno municipal, Obras Públicas, Planeación, Jurídico, Medio Ambiente, instituciones académicas y la CONAGUA. El financiamiento podría venir de partida municipal, estatal y federal (Secretaría de Salud e Instituto Nacional de Salud Pública) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Ante amenazas derivadas de la variabilidad climática, cuyos efectos posibles serían insolación y golpes de calor, las medidas a implementar serían técnicas de producción y campañas para el cuidado de agua potable. Los actores involucrados serían Salud, Medio ambiente y la CAPA, y las posibles fuentes de financiamiento provendrían de partidas municipales y empresarios del sector turístico.

En la Tabla 23 se presenta la alineación de las estrategias y acciones mencionadas con las políticas públicas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), Plan Nacional Hídrico⁹ (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.

⁹ 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 23. Matriz de resultados de la política pública que incide en el sector turístico: Cozumel.

1 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico
- Automatizar la extracción de agua mediante sensores de salinidad. - Garantizar que se respetan las relaciones entre los acuíferos dulce y salino. - Controlar los aprovechamientos subterráneos. - Evaluar en Cozumel la posibilidad de la práctica de desalinización de agua de mar y su potabilización. - Crear campaña de señalizaciones sobre el cierre de playas para las áreas en que transita un gran número de visitantes.
Alineación entre programas
PECC (2014-2018) Objetivo 2. <i>Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático.</i> PNH (2014-2018) Líneas de acción: 4.1.7 <i>Impulsar una política en mares y costas que fomente la competitividad y enfrente los efectos del cambio climático</i>. 3.1.5. <i>“Ampliar y mejorar el uso de fuentes de agua alternativas como la desalinización y cosecha de lluvia.</i> 1.6.4. <i>Fortalecer las acciones de vigilancia, inspección y aplicación de sanciones en materia de extracciones y vertidos.</i>
Plazos/responsables
Corto y mediano plazos. Municipio/CONAGUA/SECTUR.
Resultados esperados
Se tiene identificado el nivel de salinidad de los pozos de abastecimiento. En los casos en los que se observa intrusión salina en el agua, más allá de la norma, se procede a su cancelación o, en su caso, la potabilización del agua salinizada (sólo cuando es para uso doméstico). Se cuenta con un censo de todos los pozos y se vigila constantemente su comportamiento, monitoreándose permanentemente los términos de la concesión o asignación otorgada. Ya no se permiten nuevos aprovechamientos en la isla que no sean para uso doméstico y público-urbano.

2 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico
- Implementar acciones tendientes a reducir el consumo de agua de primer uso. - Establecimiento de estímulos e incentivos fiscales y financieros.
Alineación entre programas
PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 <i>indica la necesidad de: Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.</i> PND (2013-2018) 4.11.2 <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i> PNH (2014-2018) Líneas de acción: 3.1.3 <i>Fomentar que la definición de tarifas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, siga criterios técnicos, financieros y sociales.</i> 3.2.1 <i>Mejorar la eficiencia física en el suministro de agua en las poblaciones.</i> 3.2.4 <i>Mejorar el desempeño técnico, comercial y financiero de los organismos prestadores de servicio de agua y saneamiento.</i>
Plazos/responsables
Corto plazo. Estado/Municipio/SECTUR.
Resultados esperados
A través de incentivos y una política de precios del agua que castiga el desperdicio y el sobreconsumo del agua, se ha logrado la generalización de instalaciones ahorradoras de agua y la disminución de fugas en la red pública y en la red interna de las instalaciones turísticas y comerciales, así como una mayor conciencia de la importancia del cuidado del agua y de la sustentabilidad ambiental.

3 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) Estrategia 4.4.2 Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso. 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
Largo plazo. Estado/Municipio/CONAGUA/Desarrolladores.
Resultados esperados
Se mantiene actualizado en la isla 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, principalmente en temporadas de alta demanda turística.

4 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) Objetivo 1. Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua. Líneas de acción: 1.4.5 Generar y aplicar la normativa hídrica asociada a la disposición de residuos sólidos. 1.2.1 Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.
Plazos/responsables
CONAGUA/Consejos de cuenca/Municipio.
Resultados esperados
Se ha logrado un incremento de la cobertura de drenaje y colectores en la isla cercana al 100%. 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.

5 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.
Alineación entre programas
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> PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2 <i>Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</i> PNH 2014-2018 Estrategia 2.2 <i>Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática.</i> Líneas de acción: 1.2.1 <i>Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.</i> 3.1.3 <i>Fomentar que la definición de tarifas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, siga criterios técnicos, financieros y sociales.</i>
Plazos/responsables
CONAGUA/Municipios/Desarrolladores.
Resultados esperados
Se ha extendido la cobertura de tratamiento de aguas residuales en la isla. No solo de las aguas municipales sino también las de los centros turísticos. Se realizan tratamientos tipo secundario y terciario, y se han logrado mantener en operación las plantas de tratamiento debido a que resulta más económico tratar y reusar las aguas tratadas 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 realizan con éxito actividades de reutilización en sus instalaciones internas, descargas 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 residuales.

6 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico
Acciones para fomentar el uso eficiente del agua, tratamiento y reúso en establecimientos turísticos.
Alineación entre programas
PECC (2014-2018) Línea de acción 2.6.4 <i>indica la necesidad de: Fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en los destinos turísticos prioritarios.</i> PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2 <i>Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</i> 4.11.2 <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i> PNH (2014-2018) Objetivo 3. <i>Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</i> Línea de acción: 3.1.3 <i>Fomentar que la definición de tarifas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, siga criterios técnicos, financieros y sociales.</i> Estrategia 2.2. <i>Reducir la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático o variabilidad climática.</i> 3.2.1. <i>Mejorar la eficiencia física en el suministro de agua en las poblaciones.</i>
Plazos/responsables
Mediano y largo plazos. Estado/Municipio/CONAGUA.
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 ahorradores y de uso eficiente del agua en la isla. En los hoteles y restaurantes se han disminuido considerablemente las fugas de agua internas y se han establecido otras medidas sencillas que significan al final ahorros importantes como: 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); realizar obras de 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, etc. Uso de agua residual tratada para riego de jardines, áreas verdes, campos de golf, etc.; 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 y prácticas de riego de jardines y áreas verdes muy temprano o en la noche, para evitar pérdidas por evaporación.

7 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico
Realizar monitoreo de la calidad del agua en la costa.
Alineación entre programas
PECC (2014-2018) Línea de acción 1.4.1 <i>Elaborar y difundir diagnósticos de vulnerabilidad, programas de adaptación y sistemas de alerta temprana al cambio climático para destinos turísticos prioritarios.</i> PND (2013-2018) 4.11.2 <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i> PNH (2014-2018) Líneas de acción: 4.1.7 <i>Impulsar una política en mares y costas que fomente la competitividad y enfrente los efectos del cambio climático.</i> 1.4.5 <i>Generar y aplicar la normativa hídrica asociada a la disposición de residuos sólidos.</i> 3.3.1. <i>Mejorar el funcionamiento de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales existente.</i>
Plazos/responsables
Mediano y largo plazos. Municipio/Organismo operador/CONAGUA.
Resultados esperados
Se cuenta con un programa permanente de monitoreo de la calidad del agua en la costa, lo que permite realizar acciones preventivas y correctivas para mantenerla adecuadamente limpia y libre de descargas de aguas u otras sustancias contaminadas y de desechos sólidos. Esto se ha logrado con la participación ciudadana; se otorga un pago a los lugareños por el cuidado y limpieza de las playas, arrecifes y zonas de cruceros circundantes.

8 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico
Lograr y mantener la cobertura total de los servicios de agua potable en la zona hotelera y turística y evitar se recurra al autoabastecimiento.
Alineación entre programas
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> PND (2013-2018) 4.11.2 <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i> Estrategia 4.4.2 <i>Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</i> PNH (2014-2018) Objetivo 3. <i>Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</i> 3.1.1 <i>Incrementar las coberturas de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas y rurales privilegiando a la población vulnerable.</i>
Plazos/responsables
Mediano y largo plazos. Municipio/Organismo operador/Congreso del Estado.
Resultados esperados
Se ha establecido por ley que antes de que la CONAGUA otorgue una concesión de aprovechamiento de agua subterránea, se le solicite al organismo operador si está en posibilidad de servir la demanda de agua solicitada por medio de la red pública.

9 Nivel jerárquico de acciones

Fin u objetivo estratégico
Realizar inversiones importantes para expandir y mejorar los servicios de agua potable alcantarillado y saneamiento.
Alineación entre programas
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> 4.2.6 <i>Impulsar el desarrollo del sector turístico, particularmente en regiones donde la productividad es baja.</i> PND (2013-2018) Estrategia 4.4.2 <i>Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</i> 4.11.2 <i>Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.</i> PNH (2014-2018) Objetivo 3. <i>Fortalecer el abastecimiento de agua y el acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</i> 3.2.4 <i>Mejorar el desempeño técnico, comercial y financiero de los organismos prestadores de servicio de agua y saneamiento.</i>
Plazos/responsables
Mediano plazo. Municipio/Organismo operador/Congreso del Estado/CONAGUA/Desarrolladores.
Resultados esperados
Dada la importancia turística de la isla, se han conseguido financiamientos del sector público, privado nacional e internacional para expandir y mejorar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, que se han podido reponer con una política de precios del agua adecuada y con aportaciones importantes de todos los sectores económicos de la isla, que han comprendido que es una inversión redituable dada la derrama económica que aporta la actividad turística.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

El turismo es 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 de manera estrecha 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 Cozumel 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, lo cual afecta directamente a Cozumel. 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.

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 otras.

En aquellas zonas en donde no se cuente con un acceso a las redes de alcantarillado municipales, se deben promover sistemas de tratamiento descentralizados que produzcan un agua tratada que pueda ser reusada, y que la descarga de los excedentes cumpla con la normatividad vigente.

En el municipio de Cozumel se cuenta con dos sitios Ramsar: Parque Nacional Arrecife de Cozumel, y Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel. En situaciones de inundación por marea de tormenta y elevación del nivel del mar, los impactos en los recursos hídricos pueden ser salinización e intrusión marina, erosión, modificación de la línea de costa con la consecuente pérdida de playa, dunas costeras, zonas arrecifales, manglares, humedales y hábitats de anidación, lo cual afecta directamente a estos sitios. Las medidas a considerar son la construcción de obras de protección para disminuir la energía del oleaje y corrientes con previos estudios hidrodinámicos.

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 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 población flotante. Dada la fragilidad del acuífero de la isla de Cozumel, es importante que SECTUR se involucre en su conservación y apoye para un mejor manejo del mismo, impulsando las políticas públicas necesarias para contar con macromedición y medidores de conductividad a fin de impedir la sobreexplotación y salinización del acuífero en todos los pozos de extracción de este destino turístico.

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 Sustentable¹⁰.

¹⁰ 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.

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 brinde buenos resultados, ya que por cultura del agua (o cultura hídrica) se entiende 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 normas, formas organizativas, conocimientos, prácticas, tipo de asociación 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 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 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

- 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 (REPDA) al 30 de junio de 2014*.
- 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=acuíferos
- 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.
- 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.
- D.F. Campos Aranda. (1987). *Procesos del Ciclo Hidrológico*, Vol.I, tomo 2/2. S.L.P.: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Primera reimpresión.
- Diario Oficial de la Federación. (20 de diciembre de 2013). por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican.
- Diario Oficial de la Federación (24 de marzo de 2016) Ley de Aguas Nacionales.
- 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.

- Estado de Quintana Roo. (15 de junio de 2017). Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. *Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo*. Obtenido de <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/administrativo/ley014/L1520170615079.pdf>
- FAO-Aquastat. (2012). *Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural de la FAO 2012*. Obtenido de www.fao.org/nr/water/aquastat/data/
- García, C y Servera, J. (2003). Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the Island of Mallorca (Spain). *Geografiska Annaler Series A Physical*
- Gobierno Federal. (15 de mayo de 1965). *Diario Oficial de la Federación*.
- Gobierno Federal, "Diario Oficial de la Federación" (1981); Publicación del 23 de marzo de 1981
- 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.sectur.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. (2010). *Censo de Población y Vivienda*.
- INEGI. (2015). *Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM, INEGI), en el marco del Cambio de Año Base 2013*.
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercensal*.
- INEGI. (2015) *Índice Nacional de Precios al Consumidor*.
- 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/>

- Kent, M., Newnham, R., & Essex, S. (2002). Tourism and sustainable water supply in Mallorca: a geographical analysis. *Applied Geography*, 22, 351e374
- 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; J Olcina-Cantos, D Saurí. (2009). Tourist land use patterns and water demand: Evidence from the Western Mediterranean. *Land Use Policy*, 26(2):493-501
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) - Ingenieros Civiles y Geólogos Consultores, S. A. de C.V. (1979). *Estudio Geohidrológico del Río Ixtapa*.
- SECTUR. (16 de marzo de 2015). *Secretaría de Turismo*. Obtenido de Acciones y Programas: (<https://www.gob.mx/sectur/acciones-y-programas/44-destinos-turisticos-prioritarios>)
- 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*.
- SEMARNAT. (1997). *NOM-001-SEMARNAT-1997*. D.O.F. 6 de enero de 1997
- SEMARNAT. (1996). *NOM-002-SEMARNAT-1996*. D.O.F. 3 de junio de 1998
- SEMARNAT. (1997). *NOM-003-SEMARNAT-1997*. DOF, 21 de septiembre de 1998.
- SEMARNAT. (30 de abril de 2013). ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero isla de Cozumel, clave 2305, Estado de Quintana Roo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 2017, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299571
- 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.
- 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

