

PLAN DE ACCIÓN PARA LA INTEGRACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL DESARROLLO URBANO COSTERO

III. Bacalar y Othón P. Blanco



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DESARROLLO TERRITORIAL

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, RUSTICO Y URBANO



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz Deutsche Gesellschaft
für internationale
Zusammenarbeit | GIZ | GmbH

CRÉDITOS

GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

Guadalupe Wallace
Ana Sofía González Rojas
Ixchel López Olvera
Rubén Flores Castillo

Este documento fue elaborado por: Oficina de Resiliencia Urbana - Deltares

Equipo ORU

Adriana Chávez
Víctor Rico
Elena Tudela
Cristina Dávila
Carlos Topete
Bernal Pérez
Iván Guzmán
Jannes Kruse
Juan Villalón
Laureline Lhuillier
Néstor Rangel
Viviana Urra
Vladimir Cachon

Equipo Deltares

Ana Núñez Sánchez
Amrit Cado van der Lelij
Luisa Torres

Consultores locales

Los Cabos - Baja California Sur
Jesús Horacio González
Aurora Breceda

Boca del Río - Veracruz
Alejandra Vásquez Terán
Magaly Cruz Marzoa

Bacalar/ Othón P. Blanco - Quintana Roo
Carolina Hernández Wences
Ricardo Ochoa Sosa

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Acuífero

Estrato poroso de roca permeable, arena o gravilla que absorbe agua [SEMARNAT, 2015].

Arrecife

"Comunidad marina de aguas poco profundas cercanas a la costa, dominada por comunidades coralinas y estructuras rocosas, con una gran diversidad de especies de algas, invertebrados y peces. Pueden ser coralinos, rocosos, mixtos y artificiales" [CONABIO, 2020].

Arroyo

Caudal corto de agua de flujo generalmente discontinuo. Curso de agua pequeño y esporádico -que ocurre por casualidad [no confundir con intermitente -con paradas pasajeras-, ni con estacional -que corre periódicamente]. [II UNAM, 2012].

Aguas residuales

También llamadas "aguas negras". Son las contaminadas por la dispersión de desechos humanos, procedentes de los usos domésticos, comerciales o industriales. Llevan disueltas materias coloidales y sólidas en suspensión. Su tratamiento y depuración constituyen el gran reto ecológico de los últimos años por la contaminación de los ecosistemas [IT Mérida, 2012].

Área Natural Protegida

"Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas, restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley" [Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2011].

Asentamiento humano

El establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran [Ley General de Asentamientos Humanos, 2010].

B

Biodiversidad

Diversidad biológica en la cual se incluyen todas las especies vegetales, animales y microorganismos de la Tierra, así como los ecosistemas de que forman parte. El término biodiversidad es una contracción de la expresión "diversidad biológica" y fue sugerido por Walter G. Rosen en 1985 durante la primera conferencia del Foro Nacional sobre Biodiversidad celebrada en Washington, Estados Unidos. En su sentido más amplio, biodiversidad es casi sinónimo de "vida sobre la tierra" [SEMARNAT, 2015].

Biomasa

Suma total de la materia de los seres que habitan en un lugar concreto, expresada normalmente en peso estimado por unidad de área o volumen [SEMARNAT, 2015].

C

Cambio climático

Cambio significativo en las características de los climas sobre grandes áreas o sobre todo el planeta por causas naturales exógenas o endógenas. Estos cambios pueden presentarse tanto en la intensidad y distribución de las lluvias a lo largo del año como en la temperatura tanto en tierra firme como en el mar, entre otros [SEMARNAT, 2015].

Centro de población

"Las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas dentro de los límites de dichos centros; así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para la fundación de los mismos" [Ley General de Asentamientos Humanos, 2010].

Cenote

Cavidad u horadación calcárea [depresión cárstica] llena de agua y del cual puede emanar el manto freático, intercomunicado o no, de diferentes profundidades [0-100 m], en ocasiones parcialmente cubierto por una bóveda semiesférica. Son de aguas transparentes y sedimentos finos con algunas áreas de roca carbonatada. Pueden ser subterráneos con entrada de cuello de botella, subterráneos con acceso por grutas, abiertos con paredes verticales entre el espejo del agua y el suelo o abiertos a nivel del suelo [II UNAM, 2012].

Ciclón

Perturbación atmosférica. Zona de baja presión del aire, en donde el viento sopla en dirección contraria a las manecillas del reloj en el hemisferio norte [De La Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

D

Delta

Forma acumulativa que se origina en la desembocadura de un río en un mar o lago, principalmente por la acción fluvial y en menor grado por el oleaje y las mareas. Depósito de tierra o limo de una zona baja que se forma en el lugar en que un río o una corriente fluvial se dividen al desaguar en un lago, océano u otro río aguas abajo. Su denominación se debe a su forma triangular que recuerda a la letra griega [delta][Lugo, 2011, como se citó en II UNAM, 2012].

Duna

Montículos de arena que se originan por acumulación que realiza el viento en los desiertos, litorales marinos arenosos y en las planicies contiguas o desecadas de ríos y lagos [Lugo, 2011, como se citó en II UNAM, 2012].

E

Ecosistema

Sistema natural dinámico integrado por una comunidad constituida por seres vivos cuyos procesos vitales se interrelacionan y se desarrollan sobre la base de los factores físicos de un ambiente común[SEMARNAT, 2015].

Ejido

Núcleo de población o persona moral con personalidad jurídica y patrimonio propios [RAN, s.f.]. Se refiere a las tierras sujetas a un régimen especial de propiedad social en la tenencia de la tierra; constitucionalmente se reconoce dicha personalidad y se protege de manera especial su patrimonio [RAN, s.f.].

Erosión [suelo]

Destrucción de los materiales de la superficie terrestre [rocas y suelo] por separación física de partículas de cualquier tamaño debido a la acción de los agentes externos [viento, agua, hielo]. La intensidad de la erosión depende de la energía del agente erosivo, la naturaleza de los materiales [litología], el grado de meteorización, la pendiente del terreno, y en el caso del suelo, del grado de cobertura vegetal y del enraizamiento, por los que las acciones humanas sobre la vegetación y el suelo pueden favorecer la erosión [II UNAM, 2012].

Escorrentía

Proceso del movimiento del agua en la superficie terrestre que se lleva a cabo fundamentalmente en las laderas, después de fuertes precipitaciones pluviales o deshielo [Lugo, 2011, como se citó en II UNAM, 2012].

Estero

Porción de la superficie terrestre en una zona de desembocadura fluvial, con frecuencia deltaica de baja dinámica, que es afectada diariamente por la marea de pleamar, que junto con la bajamar, definen sus límites. Terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de un río, o una laguna cercana o por el mar. Cauce seco de un río antiguo. [De La Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012]. Terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de una corriente, o una laguna cercana al mar [Ley de Aguas Nacionales, 2011].

Equipamiento

Conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los Servicios Urbanos para desarrollar actividades económicas, sociales, culturales, deportivas, educativas, de traslado y de abasto [SEDUYM, 2021].

Espacio público

La calle, la plaza, las áreas verdes, el parque barrial representan lugares de encuentro, identidad, intercambio, fiesta, diversidad y participación, elementos esenciales del patrimonio, desarrollo y viabilidad de cualquier ambiente urbano. El espacio público de vida diaria es el del barrio, el de la colonia, aquel espacio donde tiene lugar la vida colectiva de las mayorías. El espacio del barrio es el lugar más cercano y común de lo público para los habitantes de la ciudad [Hernández Bonilla 2005, como se citó en UV, 2021].

H

Humedal

Ecosistema natural o artificial caracterizado por una cierta abundancia de agua dulce, salada o salobre, de carácter temporal o permanente. Los humedales son los ecosistemas en los que el agua es el elemento más importante del ambiente y el que mayor influencia tiene sobre su flora y fauna. Ejemplos de humedales son los manglares, ciénagas, turberas, marismas y esteros. Se distribuyen prácticamente sobre todo el planeta a excepción de la Antártica, en todos los climas: desde la tundra hasta los trópicos, tanto en las zonas costeras como dentro de los continentes [SEMARNAT, 2015].

Huracán

Tormenta ciclónica intensa con fuertes vientos que se mueven circularmente alrededor de una zona en calma en el centro. La velocidad de viento más de 120 km/ hora se clasifica como huracán [De La Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

L

Laguna

Depresión somera semiaislada de las aguas oceánicas costeras por barreras de arena. Son comunes en planicies costeras de poca pendiente y con depositación activa y están restringidas a zonas donde los intervalos de marea son menores de cuatro metros [De la Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

Laguna [o lago] interdunaria

Acumulación de agua formada por la acción del viento en regiones áridas creando la base del cuerpo de agua por deflexión [mover hacia un lado o desviar de un curso recto], o erosión de las rocas o la redistribución de la arena. Tales depresiones pueden ser el resultado única o parcialmente de la acción del viento: el agua que contienen es frecuentemente temporal y depende de las fluctuaciones del clima o la infiltración de aguas subterráneas o marinas adyacentes [II UNAM, 2012].

Licuación

Fenómeno en el cual los terrenos, a causa de saturación de agua y particularmente en sedimentos recientes como arena o grava, pierden su firmeza y fluyen como resultado de los esfuerzos provocados en ellos debido a los temblores. La licuefacción es una causa mayor de destrucción relacionada con terremotos [más aún que por la acción directa de las ondas sobre los edificios] [RSN, 2019].

Litoral

Zona de aguas poco profundas de los lagos o áreas costeras en las que la luz penetra hasta el fondo; por lo general esta ocupada con plantas acuáticas con raíces. Zona transicional entre el mar y tierra firme, cuyos límites son los niveles máximos y mínimos de las mareas, aunque en ocasiones se considere de mayor altura [De la Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

O

Oasis

Cuerpos de agua permanentes localizados en depresiones poco profundas sobre el lecho de arroyos, alimentados estacionalmente por ríos o permanentemente por el manto freático, generalmente ubicados en zonas áridas. [Arriaga y Rodríguez, 1997 como se citó en II UNAM, 2012]. Sitios con vegetación y a veces con manantiales, que se encuentran aislados en los desiertos [De la Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

Ordenamiento Territorial

Es una perspectiva integral [que considera al medio ambiente como un todo sistémico y no como componentes o partes a ser tratadas por separado], democrática, participativa. Esta permite adecuar la organización político-administrativa y la proyección espacial de la política social, económica, ambiental y cultura. Es un proceso articulado, estratégicamente planificado, dinámico, interactivo cuyo objetivo es promover el aprovechamiento racional del espacio y recursos naturales, previene, mitiga suprime el crecimiento desarticulado, uso y abuso del espacio y sus recursos, siendo lo contrario a los modelos desarrollista [SEDESOL, 2010].

Plan de Manejo

Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica

y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno [IT Mérida, 2012].

P

Playa

Franja de la costa, débilmente inclinada hacia el mar, compuesta por arenas, grava, guijarros y cantos depositados por las corrientes del oleaje [Lugo, 2011, como se citó en II UNAM, 2012]. Zona que se extiende tierra adentro, a partir de la línea de bajamar hasta el sitio donde hay un cambio marcado en el material, o de forma fisiográfica o hasta la línea de vegetación permanente] usualmente el límite efectivo de las olas de tormenta] franja de la costa débilmente inclinada hacia el mar, compuesta de material sin consolidar por arenas, gravas, guijarro, cantos depositados por las corrientes del oleaje [De La Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

Presión urbana

La presión ejercida por el fenómeno urbano en su conjunto está ligada a la presión demográfica, junto con el consumo de agua, la producción de residuos, el consumo y uso del suelo y la disponibilidad de infraestructuras [Medio Ambiente de Castilla y León, s.f.].

R

Relleno sanitario

Instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial [IT Mérida, 2012].

Residuos sólidos urbanos

Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole [IT Mérida, 2012].

Río

Corriente de agua continua que escurre por un valle en el cual labra su cauce, se caracteriza por las grandes distancias que recorre [Lugo, 2011, como se citó en II UNAM, 2012].

Riesgo

Probabilidad de que ocurran daños y víctimas a causa de fenómenos naturales [Lugo, 2011, como se citó en II UNAM, 2012].

S

Servicio Ecosistémico

Son todos aquellos beneficios que obtenemos de la naturaleza, tanto materiales -como los alimentos, fibras y la madera-, como aquellos menos perceptibles: la purificación del agua y del aire, la captura de carbono y la belleza escénica de los bosques [SEMARNAT, 2015].

T

Tsunami o maremoto

Movimiento intenso producido en el mar por un terremoto [De La Lanza et al. 1999, como se citó en II UNAM, 2012].

INDICE

INTRODUCCIÓN

00 Contexto

- . El desarrollo urbano y las regiones costeras de México en el contexto del cambio climático
- . La iniciativa de BIOCITIS
- . Un Plan de Acción orientado a la implementación
- . El Plan de Acción en el contexto de la política global y nacional

p.12
p.14
p.16
p.17
p.18

01 Ecosistemas, servicios ecosistémicos y dinámicas urbanas

- 1.1 Ecosistemas y dinámicas urbanas
- 1.2. Sercivios Ecosistémicos

p.20
p.23
p.24

02 Metodología

- 2.1 Introducción a la metodología

p. 29
p.31

BACALAR Y OTHÓN P. BLANCO

00 Introducción al territorio	p.52
0.1 Ficha Técnica	p.54
01 Caracterización territorial	p.56
1.1 Principales ecosistemas y sus servicios ecosistémicos	p.58
1.2 Aspectos ambientales	p.66
1.3 Aspectos urbanos y socioeconómicos	p.74
1.4 Aspectos de riesgo y vulnerabilidad	p.84
02 Análisis de las dinámicas urbano-ambientales a escala local	p.90
2.1 Bacalar	p.92
2.2 Chetumal	p.112
2.3 Mahahual	p.130
03 Selección de áreas relevantes para las dinámicas urbanas	p.150
3.1 Evaluación de áreas y ecosistemas en conflicto urbano-ambiental	p.152
3.2 Bacalar	p.154
3.3 Chetumal	p.162
3.4 Mahahual	p.174
04 Un proceso colaborativo y con perspectiva de género para una visión colectiva	p.181
4.1 Aproximación al proceso participativo de planeación	p.182
4.2 Mapeo de actores relevantes	p.186
05 Visión colectiva de integración urbano-ambiental	p.190
5.1 Visión y objetivo	p.192
5.2 Diagrama de líneas de acción y cartera de acciones preliminares	p.196
06 Priorización de acciones y medidas	p.211
6.1 Priorización de acciones	p.213
6.2 Metodología de Análisis Multicriterio	p.214
6.3 Matriz multicriterio	p.216
07 Cuatro acciones para la integración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	p.221
7.1 Introducción a las cuatro acciones prioritarias	p.222
. Acción 1	p.224
. Acción 2	p.230
. Acción 3	p.236
. Acción 4	p.242
7.3 Recomendaciones generales para la implementación	p.248
Bibliografía y Referencias	p.250

INTRODUCCIÓN

CONTEXTO

-
- . El desarrollo urbano y las regiones costeras de México en el contexto del cambio climático
 - . La iniciativa de BIOCITIS
 - . Un Plan de Acción orientado a la implementación
 - . El Plan de Acción en el contexto de la política global y nacional
-

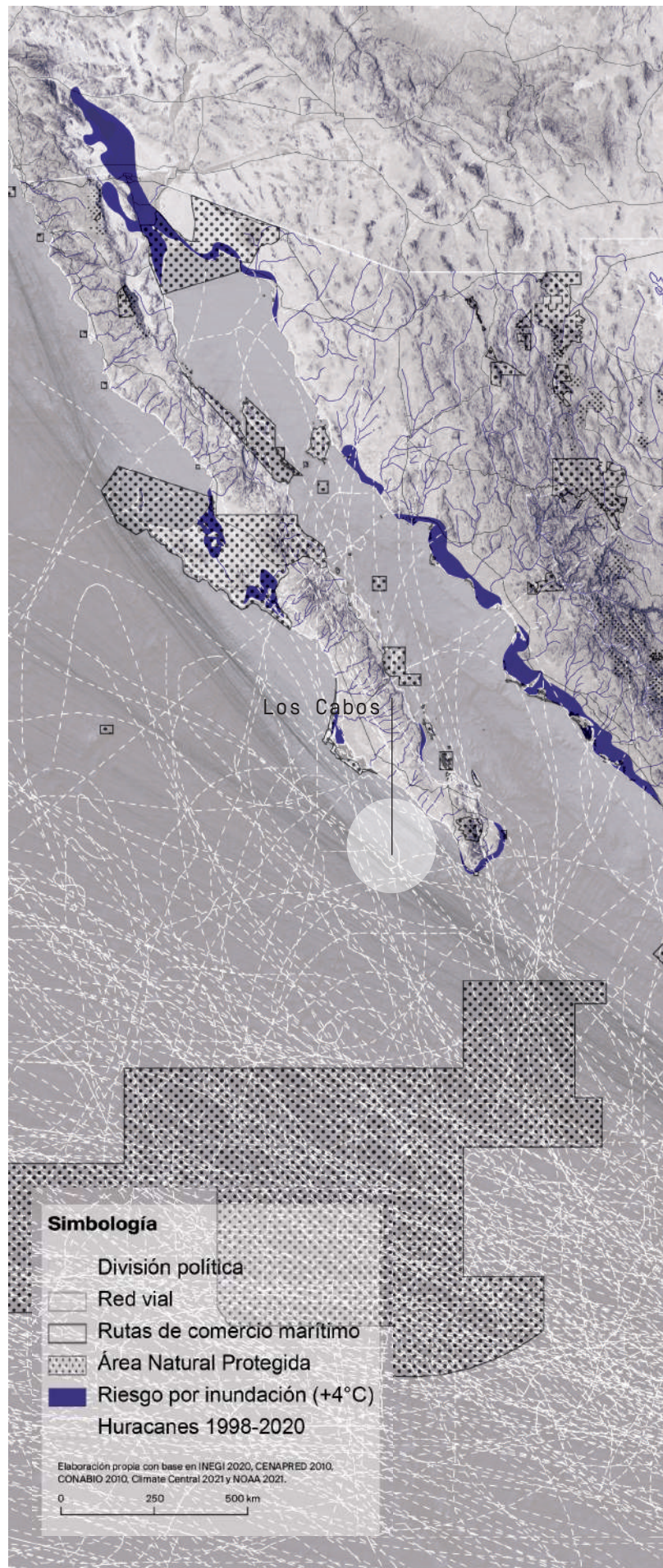


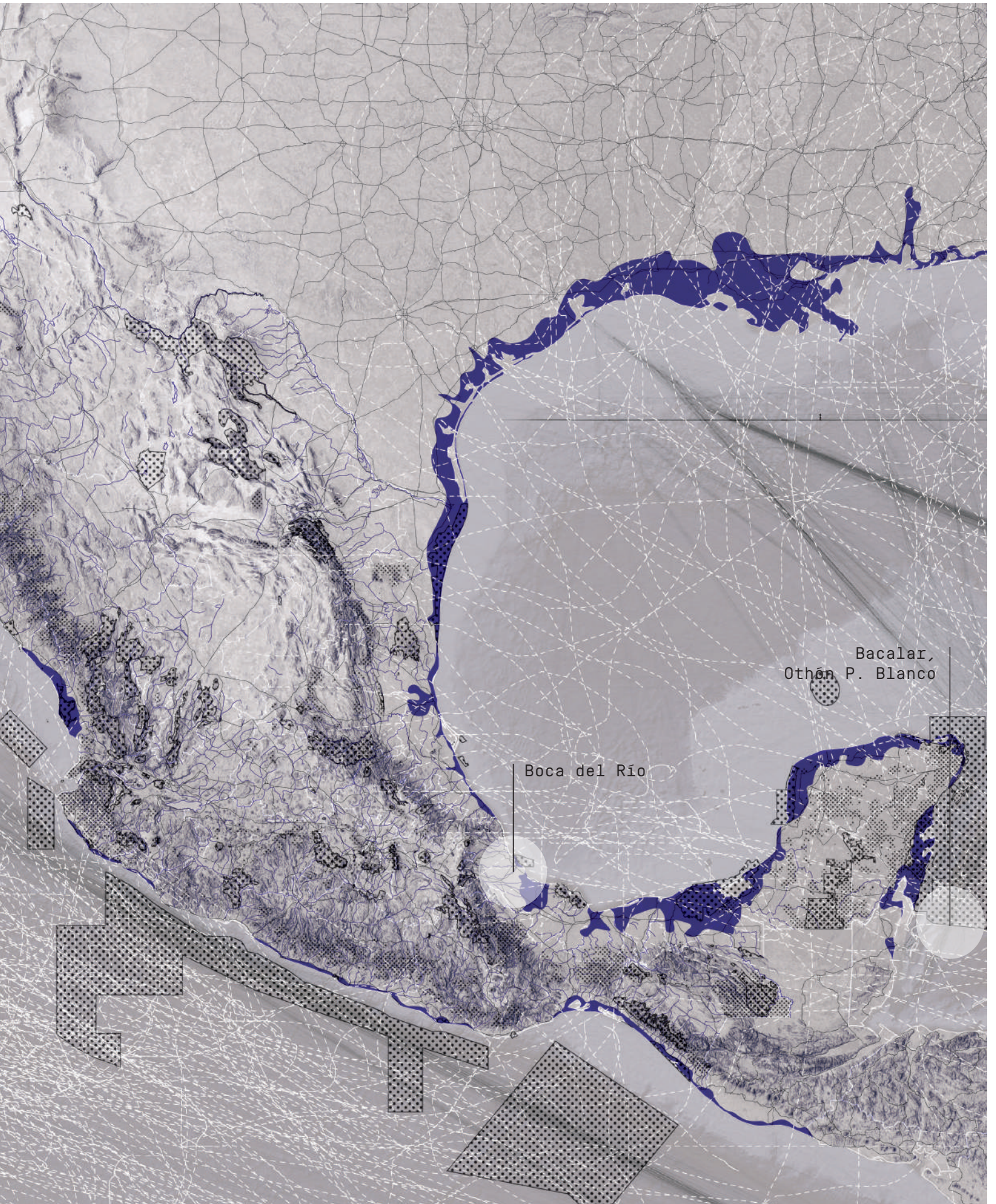
El desarrollo urbano y las regiones costeras de México en el contexto del cambio climático

Las zonas litorales son algunos de los ambientes más dinámicos y complejos donde confluyen factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos [SECTUR, 2014]. Al respecto, México tiene 15,069 km de litoral [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 21 de noviembre de 2019], a lo largo de 17 estados, y 265 municipios costeros [GIZ México, 15 de octubre de 2020], y conforma un sistema de hábitats, ecosistemas, y estructuras ecológicas, de las que dependen cientos de miles de especies marinas y terrestres.

En la actualidad, este litoral aloja a aproximadamente 47 millones de personas, que contribuye al 36% del PIB [GIZ México, 15 de octubre de 2020]. Sin embargo, el rápido crecimiento poblacional de los últimos 40 años y las formas de ocupación urbana a lo largo de estos frágiles ecosistemas se ha dado de manera conflictiva entre los ámbitos urbano y ambiental. Existen evidencias de que este crecimiento urbano se ha dado sin contar con suficiente información sobre la capacidad de carga de las diferentes regiones en materia de seguridad hídrica, sin considerar que las estructuras ecológicas son clave en la provisión de servicios ecosistémicos y, más recientemente, sin suficientes datos e información para hacer frente a los desafíos del cambio climático.

Finalmente, tanto el último reporte del IPCC, como Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático del INEC, advierten cuatro factores de riesgo críticos para México en estas zonas costeras en el contexto del cambio climático: 1) aumento del nivel del mar, 2) erosión costera e inundaciones por marea de tormenta, 3) calentamiento y acidificación de los océanos; lo que conlleva a la pérdida de biodiversidad marina y 4) incertidumbre en la frecuencia e intensidad de los eventos hidrometeorológicos. En este sentido, los municipios costeros serán los primeros en sufrir los impactos del cambio climático cuyos efectos se magnificarán dada la segregación que prevalece entre los dominios urbano y ambiental y, en especial, dadas las desigualdades socioeconómicas. Por lo tanto, la escala municipal es clave para detonar estrategias de integración urbano-ambiental y de adaptación y mitigación de cara a los desafíos del cambio climático.





Bacalar,
Othón P. Blanco

Boca del Río

La iniciativa de BIOCITIS

En julio de 2020 inició el proyecto de cooperación entre México y Alemania “Desarrollo Sustentable de Regiones Urbanas Costeras mediante la integración de servicios ecosistémicos y biodiversidad” (BIOCITIS), para un período de tres años. El mismo, tiene como objetivo mejorar la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en los siguientes municipios y localidades costeras de México a través del trabajo in situ en tres regiones costeras: Cabo San Lucas y San José del Cabo [Los Cabos] en el estado de Baja California Sur, Boca del Río en el estado de Veracruz y, finalmente, Chetumal, Bacalar y Mahahual [Othón P. Blanco y Bacalar], en el estado de Quintana Roo.

La ejecución del proyecto, ó asistencia técnica, corre a cargo GIZ [Agencia de Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México] en colaboración con sus contrapartes del gobierno federal [SEMARNAT y SEDATU] y las autoridades municipales de Los Cabos, Boca del Río, Othón P. Blanco y Bacalar. Finalmente, el desarrollo de la asistencia técnica corre a cargo de un equipo consultor compuesto por una organización internacional [Deltares], y una organización nacional [ORU - Oficina de Resiliencia Urbana], con el apoyo de un consultor ambiental y un consultor urbano, en cada uno de los municipios.

Al respecto, el proyecto tiene como objetivo aumentar las capacidades técnicas de la región para caracterizar los servicios ecosistémicos de las tres regiones costeras e identificar las acciones y medidas viables dentro de un Plan de Acción que promueva la integración de los ecosistemas en las tres regiones costeras urbanas por medio de la protección, conservación y restauración de los ecosistemas, y sus servicios ambientales.

Objetivo de la consultoría

El objetivo de esta consultoría es la definición e integración de un Plan de Acción -replicable y escalable para otros municipios costeros- que identifique las cuatro acciones más viables, en el corto plazo, que puedan integrar a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos en la planeación de la infraestructura urbano-costera, y que, además, estén informadas por un proceso participativo que priorice una perspectiva de género.

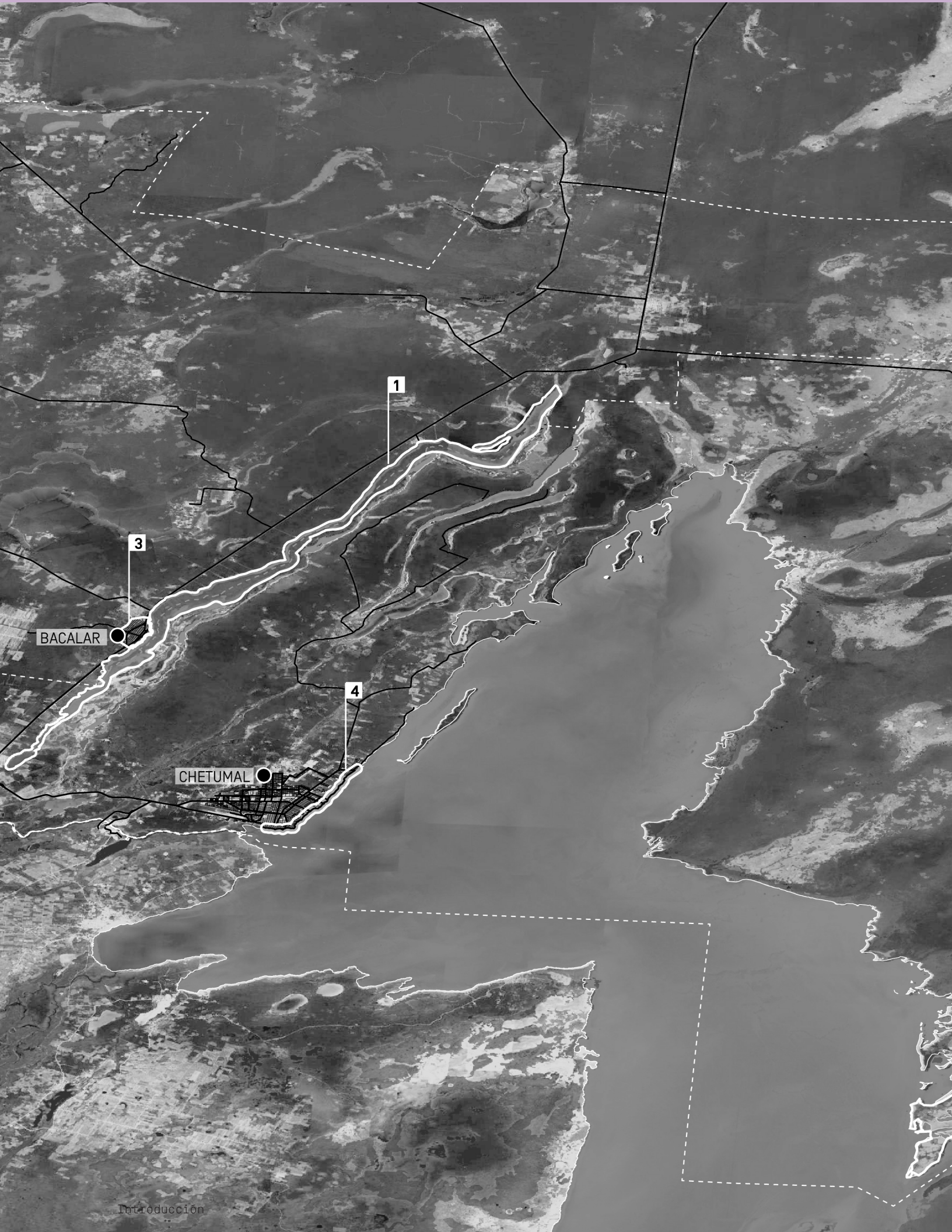
Un Plan de Acción orientado a la implementación

Los objetivos específicos del Plan de Acción son:

- Planear oportunamente el territorio mediante un enfoque intermunicipal, de cuenca y costero, para preparar a la región frente a los desafíos del cambio climático
- Conservar activamente la estructura ecológica de los ecosistemas fundamentales para las dinámicas urbanas e introducir un fuerte componente de educación ambiental
- Integrar a los ecosistemas como elemento clave en la red de infraestructura, proporcionando servicios ecosistémicos con enfoque de resiliencia e impulso económico

El Plan de Acción es una metodología para tomar las mejores decisiones, en las regiones costeras, y consiste en lo siguiente:

1. Recopilación de documentación, esfuerzos y proyectos preexistentes [Por ej. Plan Municipal de Desarrollo Urbano, Atlas de Riesgos]
2. Identificación de evidencias de conflicto urbano ambiental, entre otras presiones y conflictos de intereses en la región, mediante un ejercicio cartográfico
3. Identificación de áreas prioritarias de actuación
4. Mapeo multisectorial de actores relevantes para las áreas prioritarias de actuación
5. Construcción una visión compartida mediante talleres participativos multisectoriales y con enfoque de género [Por ejemplo, los sectores que pueden participar son: SEDATU, SEMARNAT, CONANP, Autoridades de los gobiernos estatales y municipales a través de sus áreas de planeación -IMPLAN- medio ambiente, obras públicas Municipio, especialistas ambientales y urbanos, académicos, ONG y comunidades y organizaciones de la sociedad civil]
6. Identificación una lista de acciones o medidas a partir de tres enfoques:
 - . Mitigación de Riesgos [Por ejemplo: creación o actualización de atlas de riesgos con enfoque y escenarios de cambio climático y estudios técnicos de identificación de zonas o planicies inundables vinculados a los planes municipales de desarrollo urbano]
 - . Medio Ambiente [Por ejemplo, actualización de programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas, con alcance de proyectos de conservación activa y vinculados a las unidades de gestión ambiental]
 - . Urbano [Por ejemplo creación o actualización de planes parciales de desarrollo con alcance de cartera de proyectos urbanos integrando Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible - SUDS]
7. Identificación de las 4 acciones, o medidas, en el corto y mediano plazo, a través de una herramienta de priorización multicriterio.
8. Detalle técnico de las [4] acciones: impactos y beneficios, montos paramédicos de inversión - donde aplique-, hoja de ruta de posibles fuentes de financiamiento, construcción, operación y mantenimiento.
Finalmente, esta metodología es adaptable y replicable en otras zonas costeras de México [Anexo].



BACALAR

CHETUMAL

El Plan de Acción en el contexto de la política global y nacional

El Plan de Acción se enmarca dentro de los compromisos de política global y nacional en materia de planeación. Por un lado, en términos de Política Global, el Plan de Acción se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, los Acuerdos de París y el Marco de Sendai para la reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030:

Objetivos de Desarrollo Sostenible

El Plan de Acción está alineado con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible principalmente con los objetivos:

- 3. Salud y Bienestar,
- 6. Agua Limpia y Saneamiento,
- 9. Industria, Innovación e Infraestructura,
- 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles,
- 13. Acción Por el Clima,
- 14. Vida Submarina,
- 15. Vida de Ecosistemas Terrestres

Acuerdos de París

Vinculado al derecho a un medio ambiente sano, el Acuerdo de París adoptado en 2015 durante la COP21 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático tiene como objetivo reforzar la respuesta mundial a la amenaza del Cambio Climático, en el contexto del desarrollo, con acciones específicas y medibles de mitigación y adaptación en el ordenamiento territorial, la planeación y el mejoramiento de la movilidad que reconoce, es clave para cumplir con el compromiso.

Marco de Sendai para la reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030

La implementación del Plan de Acción puede funcionar para alcanzar los resultados que son objeto de este marco internacional mediante la planeación oportuna y la integración de las estructuras ecológicas como parte de las infraestructuras necesarias para hacer frente a los desafíos del cambio climático.

Por otro lado, en términos de política nacional, dado su enfoque participativo, y de equidad de género, el Plan de Acción se enmarca en el Sistema Nacional de Planeación Democrática [SNPD] que establece el Art. 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y en la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano [LGAHOTDU], como parte de los instrumentos de planeación para las entidades federativas.

También, el Plan de Acción queda enmarcado en la Ley Ambiental de Protección a la Tierra que busca establecer y regular el suelo de conservación para la preservación de los ecosistemas y recursos naturales de la Tierra, así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se suma por convenio con la Federación, estados o municipios.

ECOSISTEMA, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y DINÁMICAS URBANAS

1.1. Ecosistemas y dinámicas urbanas

- . Biodiversidad como base de los servicios ecosistémicos
- . Marco conceptual: Ecosistemas y prestación de servicios.
- . Selección de ecosistemas y los servicios relacionados

1.2 Servicios Ecosistémicos

- . Servicios de abastecimiento
- . Servicios de regulación
- . Servicios culturales



ECOSISTEMAS Y DINÁMICAS URBANAS

1.1

Aproximadamente el 55% de la población mundial, o 4.200 millones de personas, vive en zonas urbanas a día de hoy. Se espera que el número de habitantes siga creciendo -- 7 de cada 10 personas estarán viviendo en zonas urbanas en 2050 [Banco Mundial, 2020]. Esta urbanización conlleva el crecimiento y concentración de la población, de la actividades económica y el consumo, provocando impactos ambientales notables como: i) el consumo de recursos naturales; ii) la transformación del medio ambiente para la construcción de residencias, negocios e infraestructuras, y iii) la generación de desperdicios y emisiones [World Bank, 2017]. Cada vez más, las ciudades concentran los principales retos y las principales oportunidades para el desarrollo -- la falta de inclusión social, la vulnerabilidad a los desastres naturales y la falta de oportunidades económicas.

Tradicionalmente, las dimensiones ecosistémicas y los servicios que estas prestan no han sido suficientemente incorporados en el desarrollo y la planificación urbana [Cook and Spray, 2012; Sitas et al., 2014]. La urbanización depende de y afecta a ecosistemas tanto dentro como fuera de las zonas urbanas formando un sistema complejo de interdependencias, sinergias e impactos. Recientemente se han propuesto nuevos y prometedores conceptos que exploran más a fondo las interdependencias de las dinámicas urbanas y los ecosistemas. Dichos conceptos prometen volver visibles muchas de las retroalimentaciones entre las zonas urbanas y los ecosistemas de las que dependen y ayudan a desarrollar enfoques que proporcionen beneficios a ambos. Por ejemplo, una nueva corriente de manejo está considerando las soluciones basadas en la naturaleza, o el concepto de infraestructura verde, para resaltar los servicios ecosistémicos.

La gestión y la protección de los ecosistemas no se basa únicamente en un deber moral o legal, sino que considera los ecosistemas como una pieza de infraestructura más proporcionando una función necesaria para mantener la vida urbana [e.j. drenaje de aguas de lluvia, tratamiento de aguas residuales, o protección contra las inundaciones o sequías]. Esta incorporación del concepto de soluciones basadas en la naturaleza permite comparar inversiones grises o verdes, o la combinación de ambas, en términos similares: qué servicios proporcionan, el valor económico de servicio, la inversión que se requiere para obtener el servicio requerido [e.j. calidad de agua, nivel de riesgo, etc.], y la sostenibilidad de la inversión a futuro.

Este último punto, la sostenibilidad de la inversión a futuro tiene una especial importancia considerando los impactos del cambio climático. Las infraestructuras grises están basadas en una serie de supuestos y tienen la capacidad de generar una trayectoria económica y social que permanece durante décadas. Por ejemplo, la construcción de diques de contención asumen un determinado nivel de inundación y protegen un sector urbano particular. Los diques dejan de producir los servicios esperados si el nivel de inundación es sobrepasado o si el área urbana crece más allá de la zona protegida. Las infraestructuras verdes (o la combinación de infraestructura verde y gris) proporcionan una protección considerada más sostenible -- requiere una inversión y mantenimiento relativamente menor que la infraestructura gris y los servicios proporcionados generalmente tienen un desempeño adecuado en distintos escenarios climáticos [Browder, 2018]. Además, los beneficios de las infraestructuras verdes pueden “crecer” si el ecosistema se expande.

Figura: Desarrollo turístico sobre la costa de Mahahual.
Fuente: Elaboración propia.

Biodiversidad como base de los servicios ecosistémicos

El concepto técnico de servicios ecosistémicos genera un vínculo claro entre el buen estado de los ecosistemas y el bienestar humano. Los beneficios y valores reales de los servicios ecosistémicos dependen del contexto local en el que se presten. Un referente fundamental para designar el buen estado de los ecosistemas es la biodiversidad. Existen ejemplos claros en la literatura especializada destacando el papel central de la biodiversidad en la prestación de servicios ecosistémicos [Arenas et al., 2009; Balvanera et al., 2006; Wilberg and Miller, 2007].

La biodiversidad proporciona una medida clara del nivel de organización y complejidad en los sistemas ecológicos a distintos niveles, es decir: diversidad genética, individuos, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y biomasa. Los ecosistemas están formados por una variedad de comunidades de organismos vivos que interactúan entre sí y con el entorno abiótico que los rodea. Es esta interacción la que constituye un ecosistema saludable, que funciona correctamente y que proporciona servicios ecosistémicos. En los ecosistemas marinos en concreto, el aumento de la biodiversidad se asocia a una mayor productividad y a la capacidad del océano para proporcionar alimentos, mantener la calidad del agua, y proporcionar resiliencia a las modificaciones del entorno.

Marco conceptual: Ecosistemas y prestación de servicios.

Esta sección presenta un marco conceptual para el mapeo de servicios ecosistémicos en el contexto del Plan de Acción. El marco conceptual incluye los siguientes términos clave: estructura, proceso, funciones y servicios ecosistémicos. Estos términos están definidos en la Tabla.1 Los ecosistemas marinos, por ejemplo, incluyen algas [estructura ecosistémica], la producción primaria de algas [proceso] es necesaria para mantener una población de peces sostenible [función] que puede recolectarse para proporcionar alimentos [servicio].

Selección de ecosistemas y los servicios relacionados

Desde una perspectiva biológica, se puede argumentar que todos los ecosistemas están vinculados, directa o indirectamente, y que, por tanto, todos los ecosistemas existentes tienen un papel en la prestación de servicios ambientales. Sin embargo, este concepto biológico no es factible a la hora de intentar diseñar esfuerzos de restauración localizados en ecosistemas concretos y los servicios ecosistémicos asociados a las áreas urbanas.

Existe una gran cantidad de marcos conceptuales y metodologías para la caracterización y valoración de servicios ecosistémicos. Los estándares internacionales más utilizados son TEEB [The Economics of Ecosystems and Biodiversity], CICES [The Common International Classification of Ecosystem Services] y MA [Millennium Ecosystem Assessment] [Haines-Young and Potschin, 2018;

Kumar, 2010; MA, 2005a]. Aunque los marcos conceptuales más utilizados coinciden en aspectos generales, tienen algunas diferencias entre sí.

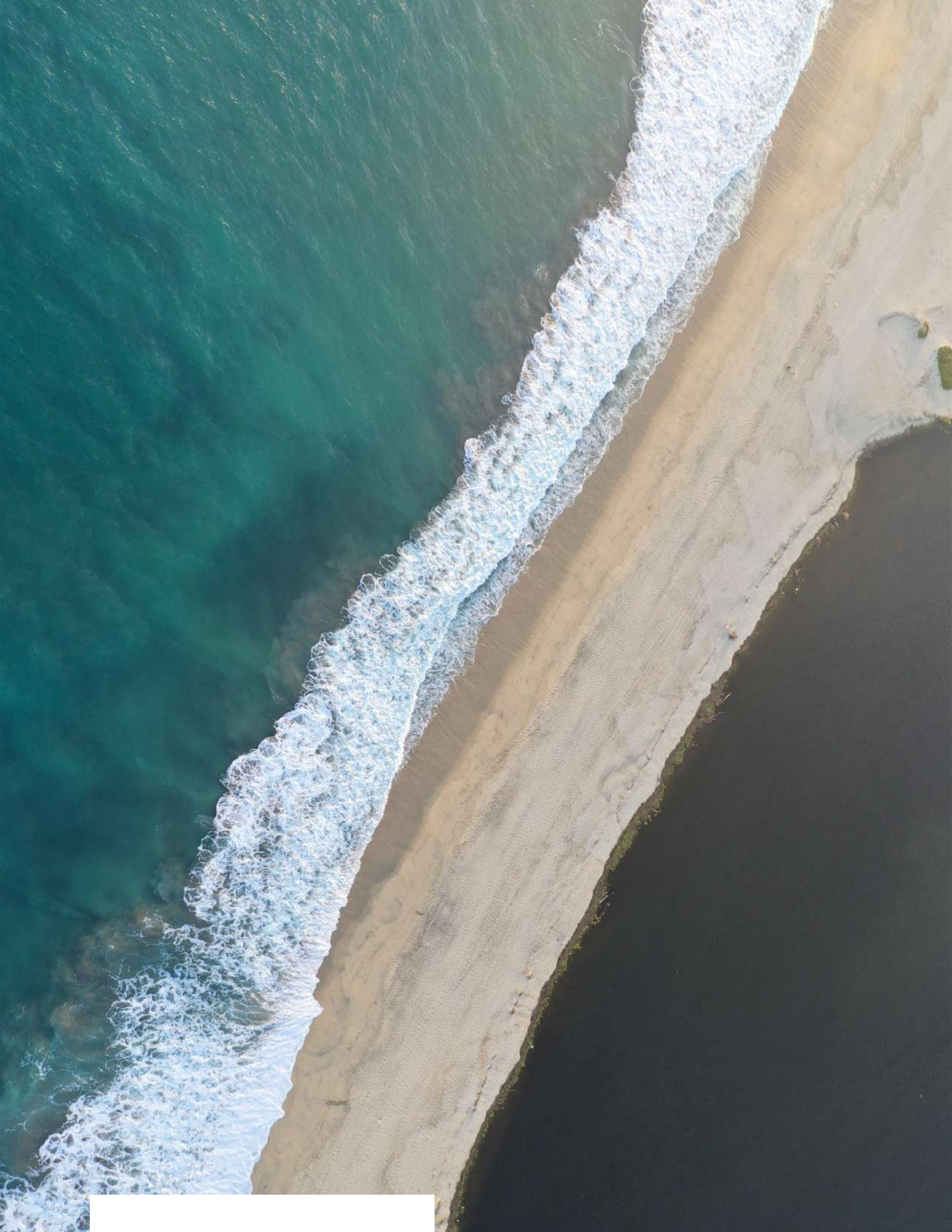
En el contexto de este Plan de Acción hemos revisado la literatura y una combinación de metodologías [Balasubramanian, 2019; Bordt & Saner, 2019; Comín et al., 2018; R. S. de Groot et al., 2020; Lara-Pulido et al., 2018; Martín-López et al., 2014; Pan et al., 2021] para seleccionar los servicios ecosistémicos más relevantes para la sociedad. Bordt y Saner (2019) resumen los servicios más comunes proporcionados por cada ecosistema. Además, los estudios de valoración monetaria global [R. de Groot et al., 2012; R. S. de Groot et al., 2020] y local [Lara-Pulido et al., 2018; Surkhan, 2017] de los ecosistemas y sus servicios nos ayudaron a seleccionar los servicios que tienen la mayor valoración. Considerando la importancia de los ecosistemas para la adaptación al cambio climático [Munang et al., 2013; M. D. Spalding et al., 2014], se seleccionaron los servicios que contribuyen directamente a la resiliencia de una región urbana al cambio climático. De hecho, los servicios de regulación, los que contribuyen a la reducción del riesgo ambiental, son también los más valiosos [R. de Groot et al., 2012; R. S. de Groot et al., 2020; Lara-Pulido et al., 2018]. En conjunto, estos estudios sirven de guía a la hora de seleccionar los servicios ecosistémicos más relevantes para el entorno urbano.

El enfoque de servicios ambientales para las dinámicas urbanas intenta evitar la pérdida de servicios ecosistémicos y a la vez, intenta maximizar las sinergias entre las acciones de desarrollo urbano y los beneficios de los servicios ecosistémicos. Para integrar los servicios ecosistémicos en las dinámicas urbanas es necesario discernir primero que servicios son proporcionados por cada ecosistema. Los ecosistemas principales han sido seleccionados en base a una revisión de la literatura exhaustiva, con un especial hincapié en los planes de desarrollo urbano, regionales, planes de ordenamiento ecológico y otros documentos claves, que ya destacan los ecosistemas más importantes para las dinámicas urbanas en cada región.



Figura: Ecosistema de la laguna de Bacalar.

Fuente: Elaboración propia.



SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

2.2

Servicios de abastecimiento

Provisión de Alimentos: Los ecosistemas proporcionan las condiciones necesarias para la obtención y/o cultivo de alimentos tanto en hábitats naturales como en ecosistemas agrícolas

Abastecimiento de agua: Los ecosistemas filtran recursos hídricos proporcionando una mejora de la calidad de agua a la vez que la recarga de aguas subterráneas.

Materiales: Los ecosistemas proporcionan materiales asociados a su estructura y procesos ecosistémicos como biomasa, fibra, productos forestales, materias primas. Estos materiales sirven como medicamentos tradicionales o ingredientes en la industria farmacéutica o cosmética, materiales para la construcción o combustibles.

Servicios de regulación

Moderación de escorrentía y eventos extremos: Los ecosistemas crean amortiguadores frente a peligros naturales y antropogénicos como inundaciones, tormentas, oleaje, mareas o deslizamientos de tierras. Estos ecosistemas mitigan eventos extremos y sirven como medida de gestión de inundaciones y sequías, regulan el ciclo hidrológico reteniendo o capturando agua o filtrando esta a los acuíferos.

Mantenimiento del suelo y control biológico: Los ecosistemas como la vegetación presente en el suelo permite filtrar y retener la energía de disipación de la escorrentía durante precipitaciones y eventos intensos o prolongados y es un factor clave para mitigar la degradación del suelo y la desertificación. Estos ecosistemas controlan la erosión, estabilizan la superficie del suelo, mantienen su fertilidad y su capacidad de filtración y retención de agua. Igualmente estos ecosistemas forman parte del ciclo de consumo de residuos y alimentos, fundamentales para procesos de descomposición y retención o producción de elementos químicos en el suelo como nutrientes, nitrógeno o minerales.

Servicios culturales

Apreciación de la interacción física, espiritual, simbólica e intelectual: Los ecosistemas forman parte de la identidad local y crean un sentimiento de pertenencia a un lugar determinado. Individuos y comunidades aprecian el entorno natural como elemento cultural y/o espiritual. Los ecosistemas ofrecen una oportunidad para la recreación, relajación como elementos fundamentales en la salud mental y/o física.

METODOLOGÍA

3.1. Introducción a la metodología

I. Definición de la Agenda, Visión Conjunta y Plan de Trabajo

II. Recopilación, síntesis y organización de datos e información preexistente

III. Identificación y elaboración de inventarios de los ecosistemas y los servicios ambientales

IV. Selección y jerarquización de los ecosistemas más relevantes

V. Análisis y Caracterización territorial de la región costera

VI. Mapeo multisectorial de actores relevantes con perspectiva de género

VII. Proceso de identificación de áreas prioritarias de actuación

VIII. Construcción de Visión Colectiva y Cartera preliminar de acciones y medidas

IX. Proceso de selección de acciones y medidas prioritarias

X. Detalle técnico de las acciones y medidas prioritarias

BIOCITIS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | INSTITUTO MEXICANO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL | GOBIERNO FEDERAL

VISIÓN
Cooperamos para potenciar ciudades costeras resilientes, prósperas y sanas mediante la integración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

OBJETIVO
La protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en las regiones costeras urbanas de México ha mejorado.

PLANEACIÓN

IMPLEMENTACIÓN

DIFUSIÓN

RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO 3
La biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la resiliencia se fortalecen en el ordenamiento territorial y la planificación urbana, así como en la infraestructura urbana en las regiones costeras urbanas seleccionadas.	El gobierno local implementa medidas para proteger la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, y contribuye a la reducción de riesgos de desastres.	Las soluciones y experiencias de aprendizaje de las regiones costeras urbanas seleccionadas son utilizadas por distintos actores públicos, sector privado y la sociedad en México.
OUTCOME 1 Se ha mejorado la gestión de 40,000 hectáreas de ecosistemas urbanos y periurbanos sobre la base de estrategias definidas.	OUTCOME 2 En las regiones piloto, justo así, la sociedad civil (Inclusión grupos vulnerables) y/o el sector privado, se están utilizando 4 nuevos modelos para la protección y restauración de los ecosistemas urbanos y periurbanos.	OUTCOME 3 Las experiencias de aprendizaje y los conocimientos para la protección y restauración de los ecosistemas urbanos y periurbanos de las tres regiones piloto se incorporan a la planificación de la agenda de otras 6 administraciones municipales y/o de áreas protegidas.
OUTPUT 1.1 3 instrumentos de ordenamiento territorial y/o planificación urbana tienen en cuenta la biodiversidad, los servicios de los ecosistemas y la vulnerabilidad al cambio climático.	OUTPUT 2.1 El 80% de las personas que participan en los procesos de educación ambiental conocen 3 medidas que ellos mismos o su entorno pueden implementar para proteger la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.	OUTPUT 3.1 Se han desarrollado 4 formatos digitales en los que se han desarrollado 4 formatos digitales para el intercambio entre actores del sector público, el sector privado y el sector privado.
OUTPUT 1.2 8 nuevos proyectos locales resiliencia con el medio ambiente e iniciativas para la protección de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas son implementados por actores de diferentes sectores económicos (por ejemplo turismo, agricultura y ganadería).	OUTPUT 2.2 Se han desarrollado 4 formatos digitales en los que se han desarrollado 4 formatos digitales para el intercambio entre actores del sector público, el sector privado y el sector privado.	OUTPUT 3.2 Se han desarrollado 4 formatos digitales en los que se han desarrollado 4 formatos digitales para el intercambio entre actores del sector público, el sector privado y el sector privado.
OUTCOME 4 Las personas indígenas, mayas, jóvenes se fortalecen en cuanto a la protección y restauración de los ecosistemas en 3 procesos participativos de toma de decisiones.		

LOS CABOS

SECRETARÍA DE ECONOMÍA | INSTITUTO MEXICANO DE SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL | GOBIERNO FEDERAL

PRINCIPALES SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

FACTORES DE PRESIÓN
3.3%

PERCEPCIÓN CIUDADANA
Elementos de la referencia más relevantes:
- Regeneración urbana
- Turismo
- Resiliencia ante desastres y sus impactos
- Salud y bienestar
- Agua y saneamiento

RETO
Estrategia política:
- Incrementar la oferta de servicios ecosistémicos.
- Fortalecer la resiliencia de la sociedad.
- Mejorar la calidad de vida de la ciudadanía.

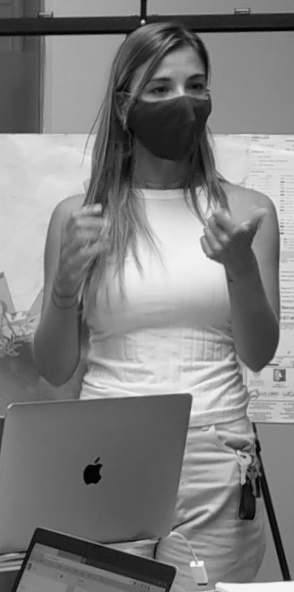
ACTORES
- Gobierno municipal
- Sector privado
- Academia
- Sociedad civil
- Organizaciones no gubernamentales

PROYECTOS PILOTO DEMOSTRATIVOS

UBICACIÓN	ACTIVIDADES	IMPACTOS
San José del Cabo	Proyecto de restauración de ecosistemas urbanos y periurbanos.	Incremento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
San José del Cabo	Proyecto de restauración de ecosistemas urbanos y periurbanos.	Incremento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
San José del Cabo	Proyecto de restauración de ecosistemas urbanos y periurbanos.	Incremento de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

ACCIONES POSIBLES A FUTURO

- Plan de gestión para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial y la planificación urbana.
- Programa de proyectos piloto de restauración de ecosistemas urbanos y periurbanos en San José del Cabo y San José del Cabo.
- Fortalecimiento de la resiliencia de la sociedad y la resiliencia de la ciudadanía.
- Proyecto de restauración de ecosistemas urbanos y periurbanos en San José del Cabo y San José del Cabo.



Carla Siles

INTRODUCCIÓN

A LA METODOLOGÍA

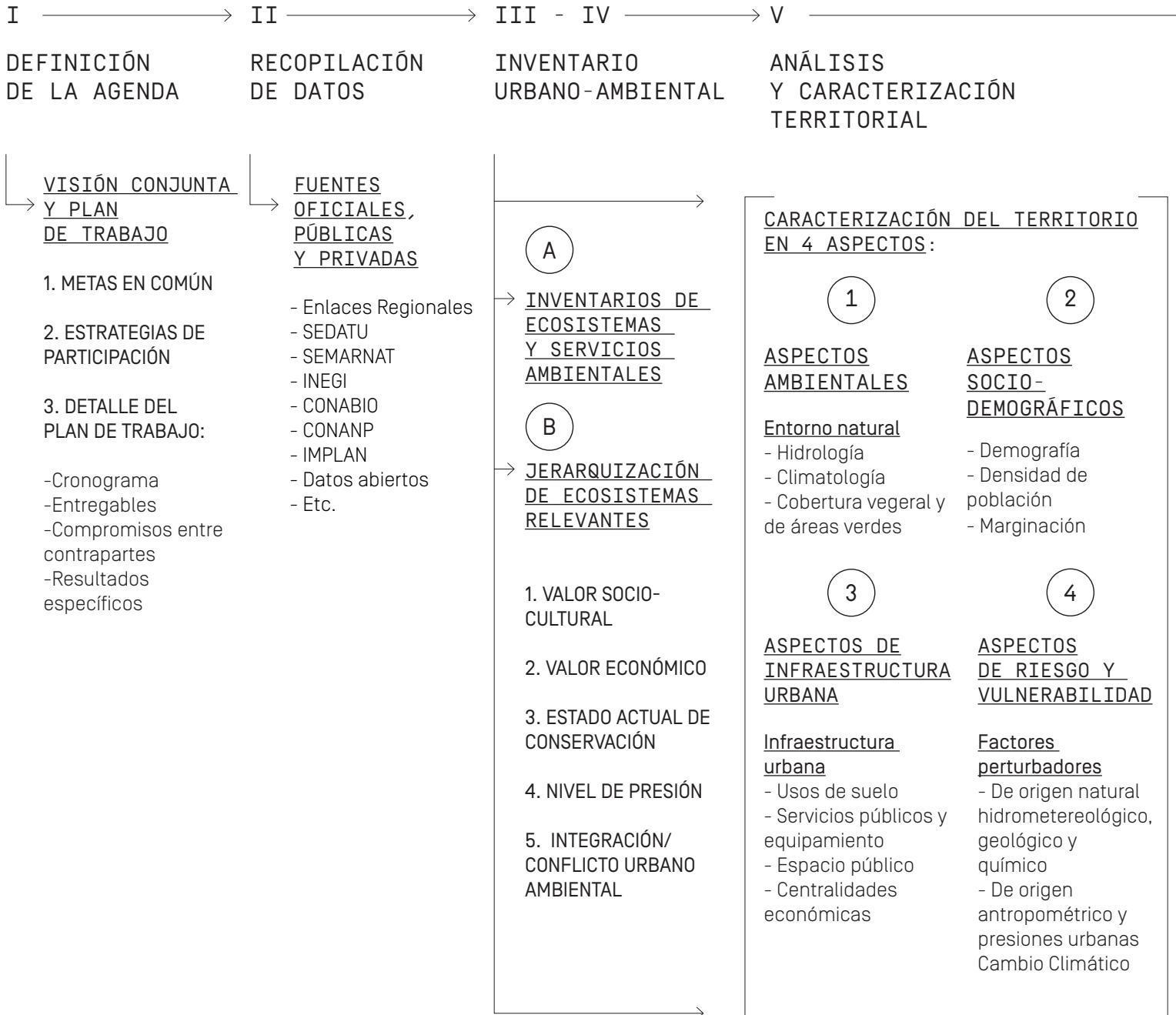
El objetivo de esta consultoría es promover la integración de biodiversidad, ecosistemas y los servicios que estos prestan a los procesos de planeación urbana en las regiones costeras de México. Esta integración se logra mediante el consenso, y delineamiento de medidas o intervenciones, entre un equipo multisectorial y multidisciplinario, que apunten a la protección, conservación y restauración de ecosistemas relevantes para las dinámicas urbanas.

Esta metodología presenta el proceso de identificación y selección de tales medidas. Las medidas propuestas emergen de un proceso de identificación y selección complejo basado en la recolección exhaustiva de datos y mapeo de ecosistemas vitales para las dinámicas urbanas, el análisis de literatura técnica disponible, procesos participativos con actores identificados como más relevantes y el insumo técnico de un grupo de expertos nacionales e internacionales en dinámicas ecosistémicas, urbanas y costeras. Los elementos técnicos de la metodología son los siguientes:

Los principales elementos técnicos de la metodología están descritos a detalle a continuación. Cabe mencionar que los componentes técnicos están concatenados de manera que los resultados de cada elemento técnico informan al elemento subsiguiente.

METODOLOGÍA

1.6



→ VI - VII

PRINCIPALES HALLAZGOS

- MAPEO DE ACTORES
 - Ámbitos y escalas de gestión
 - Problemáticas principales
 - Presencia de actores y grupos en el territorio
 - Acciones existentes
 - Posibles oportunidades de actuación

- SELECCIÓN DE ÁREAS ESTRATÉGICAS PARA LAS DINÁMICAS URBANO-AMBIENTALES

- Identificación de retos y oportunidades a escala de las localidades urbanas y sistema ecológico

→ VIII

CARTERA PRELIMINAR DE ACCIONES

- VISIÓN COLECTIVA

- ACCIONES PROYECTUALES
Proyectos de preservación e integración de servicios urbano-ambientales, etc.

- ACCIONES PROGRAMÁTICAS
Programas de gestión multisectorial de biodiversidad y riesgos ambientales, etc.

- CONSIDERACIÓN DE PLANES Y ACCIONES EXISTENTES EN EL TERRITORIO

→ IX

PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS

- ANÁLISIS MULTICRITERIO

- (A)
- INTEGRACIÓN URBANO-AMBIENTAL

- Impactos sociales, ambientales y económicos

- (B)
- ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

- Robustez
- Flexibilidad

- (C)
- ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN

- Viabilidad institucional y financiera

→ X

DETALLE DE ACCIONES PRIORIZADAS

- ESCALA
- Área y población beneficiada
- Contexto urbano-ambiental

- ALCANCES
- Estudios, diagnósticos, hojas de ruta, planes, proyectos pilotos, implementación

- RECOMENDACIONES DE IMPLEMENTACIÓN
- Actores principales y Aliados de implementación
- Escenarios de co-financiamiento
- Incorporación en agendas y planes de gestión en desarrollo

- SISTEMATIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA



I. Definición de la Agenda, Visión Conjunta y Plan de Trabajo

Objetivos:

- Reunir a las partes interesadas así como participantes clave del proyecto para definir metas en común y para presentar una versión preliminar de un plan de trabajo así como una estrategia integrada de coordinación y comunicación multisectorial.
- Acordar detalles del plan de trabajo y definir las expectativas de las contrapartes como SEMARNAT, SEDATU y las autoridades municipales
- Definir las estrategias de los procesos participativos
- Definición de un plan de trabajo detallado, con calendarización de las actividades a realizar, entregables y resultados específicos.

Productos esperados:

- Minuta de reunión inicial
- Plan de trabajo y cronograma

II. Recopilación, síntesis y organización de datos e información preexistente

Objetivos:

- Recopilar e integrar diversas fuentes de sistemas de información geográfica, y documental, para aprovechar el conocimiento previo y generar una base de datos actualizada de información preexistente. Lo anterior, como una primera aproximación a la caracterización territorial de las regiones costeras, para partir de un entendimiento común en los talleres participativos y para evitar duplicidad de acciones.
- Sintetizar y crear un archivo, ó catálogo, de documentos tales como Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas, Atlas de Riesgos, Planes Municipales de Desarrollo Urbano y Planes de Ordenamiento Ecológico, entre otros. Lo anterior, a fin de obtener un estatus de avance en términos de las estrategias de planificación territorial, para partir de un entendimiento común en los talleres participativos y para evitar duplicidad de acciones.

Productos esperados:

- Carpeta digital sistematizada con base de datos estadísticos y geo-espaciales, que incluye un archivo SIG con la integración gráfica de datos geoespaciales e información pertinente (archivo .shp, .tiff, etc) y el registro fotográfico;
- Tabla síntesis de principales planes y programas con descripción, fuente, institución ejecutora, y observaciones claves vinculadas al enfoque técnico de la consultoría. (Formato excel); y
- Carpeta con la documentación recopilada, disponible en formato pdf.
- Carpeta digital de Sistemas de Información Geográfica con capas y datos asociados a las siguientes temáticas:
 - . Base cartográfica: Topografía, red de calles, catastro, manzanas, división política-territorial, centros urbanos/rurales.
 - . Ambientales: Hidrografía, zonificación climática, uso de suelo y vegetación, capas de ecosistemas relevantes en el contexto.
 - . Urbanas: Unidades geológicas de planeación urbana, impacto de actividades económicas, equipamientos, infraestructura, inventario urbano-ambiental, propiedad de la tierra.
 - . Riesgo y vulnerabilidad: Riesgo hidrometeorológicos y geológicos.
 - . Sociodemográficas: Densidad de población, perspectiva de género, centralidades económicas, ocupación sociodemográfica del territorio.

III. Identificación y elaboración de inventarios de los ecosistemas y los servicios ambientales

Objetivos:

- Analizar la región a escala de paisaje y bajo una visión de cuenca y zona costera.

Mediante el mapeo geoespacial y fotográfico se seleccionan ecosistemas prioritarios en función de su relación con la dinámica urbana. Se recopilan datos para la elaboración de inventarios de ecosistemas, servicios ambientales que identifiquen y describan:

- Principales ecosistemas marinos, costeros y terrestres,
- Condición y alcance de los servicios ecosistémicos, abastecimiento, regulación y culturales existentes,
- Parques, jardines, red de áreas naturales en el sistema urbano, estructura ecológica y vegetación
- Playas, zonas de costa, accesos, dunas, hidrología, cuerpos de agua, áreas naturales protegidas y zonas de conservación y
- Si hay suficientes datos, análisis de biodiversidad; diversidad de especies y de ecosistemas.

Productos esperados:

- Por cada región una lista con ecosistemas
- Descripción general de cada ecosistema en términos de tipo de vegetación y biodiversidad.

IV. Selección y jerarquización de los ecosistemas más relevantes

Objetivos:

- Identificar, analizar y priorizar las zonas de alto valor ecológico, así como correlacionarse con dinámicas urbanas, socioeconómicas y de riesgo y vulnerabilidad.

La información que se incluye en el análisis geoespacial es:

1. Estructura de usos de suelo, áreas urbanizadas, urbanizables o con potencial de crecimiento y no urbanizables
2. Presencia de asentamientos irregulares y población vulnerable como mujeres, adultos mayores, niños, niñas y personas con discapacidad,
3. Análisis de tendencias de crecimiento urbano y factores de presión que afectan áreas naturales protegidas, áreas de conservación y ecosistemas relevantes
4. Infraestructura urbana y actividades económicas con relación a los principales ecosistemas costeros identificados,
5. Análisis de riesgos y vulnerabilidades (inundaciones, sequías, huracanes, erosión costera, etc.) y
6. Identificación de zonas de alto valor ecológico vulnerables a las presiones del desarrollo urbano detallando su importancia socioambiental, dimensiones y limitaciones y servicios ecosistémicos que generan.

Para las regiones costeras piloto del programa con base a la información anteriormente descrita, se seleccionan los ecosistemas y servicios ambientales más relevantes para las dinámicas urbanas, socioeconómicas y de resiliencia teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Valor social, cultural, en los medios de vida y resiliencia percibido por los usuarios de los ecosistemas;
- Valor económico del ecosistema;
- Estado de salud/conservación de los ecosistemas;
- Nivel de presión/fragilidad del ecosistema.
- Descripción de las actividades económicas en las áreas urbanas y su relación con los servicios que prestan los ecosistemas.

Productos esperados:

- Por cada región, una descripción de las actividades económicas y sociales.
- Por cada región, una descripción de la relación entre los áreas urbanas y los ecosistemas, usando el concepto de servicios ecosistémicos.

V. Análisis y Caracterización territorial de la región costera

Objetivos:

-Caracterizar la región costera a partir de un enfoque multicriterio para identificar evidencias de conflicto urbano ambiental.

Para la caracterización territorial se emplea la metodología “Mapeo de las dinámicas territoriales”, que es una herramienta de mapeo basada en un análisis que consiste en la segregación, organización y superposición de datos geoespaciales para la evaluación de las principales condiciones territoriales. Se divide en los siguientes cuatro aspectos temáticos principales:

- Ecología y medio ambiente,
- Infraestructura y dinámicas urbanas,
- Socioeconómico y calidad de vida y
- Riesgo, resiliencia y vulnerabilidad.

Cada una de las categorías se evalúa en función de los datos disponibles de la ciudad o territorio. La metodología se basa en un método propuesto por Ian McHarg en Design with Nature sobre el cual se analiza el territorio mediante la yuxtaposición y correlación de información geoespacial y estadística. Cada mapa está acompañado de datos complementarios e indicadores clave, como, por ejemplo; la salud de los ecosistemas, número de especies endémicas, fauna, flora, hectáreas y zonas impactadas, porcentaje de población beneficiada, afectada o vulnerable o número actividades humanas y de subsistencia.

El resultado aporta una comprensión sistémica a través de cuatro mapas de síntesis (uno para cada aspecto) que son los datos de entrada para un análisis multicriterio que da lugar a dos mapas principales: 1) Análisis de riesgo y vulnerabilidad, limitantes y restricciones y 2) Identificación de fortalezas y oportunidades territoriales. Ambos mapas ayudan a comprender, visualmente, las principales vulnerabilidades y oportunidades de una ciudad o región.

El cruce de información disponible y sistematizada y el subsecuente mapeo genera una hipótesis y conclusiones útiles para la definición de estrategias alineadas a una visión de largo plazo. El análisis comprende el reconocimiento de los procesos naturales, sus ecosistemas principales y su biodiversidad en diálogo con la infraestructura y dinámicas urbanas. Adicionalmente, el análisis se superpone con los procesos socioeconómicos para cruzarse con los aspectos del riesgo, resiliencia, inclusividad y cambio climático para comprender los múltiples factores de riesgo y vulnerabilidad

que intervienen en un sistema. Este cruce se plantea con elementos generales clave a nivel de paisaje y/o cuenca y a la escala municipal para el detalle de cada una de las áreas costeras seleccionadas. Esto permitirá entender las localidades como parte de un sistema más amplio, y a la vez reconocer la especificidad de las dinámicas urbanas, socioeconómicas y de resiliencia que influyen en el territorio.

VI. Mapeo multisectorial de actores relevantes con perspectiva de género

Objetivos:

- Identificar a los actores clave dentro de instituciones académicas, centros de investigación, ONGs, autoridades de los tres niveles de gobierno que tengan incidencia y capacidad de actuación en el territorio.

El proceso participativo se lleva implementando desde el inicio del proyecto basado en un ejercicio profundo y específico de Mapeo de Actores, así como en un proceso diverso y notable de interacción con cada uno de los actores para incorporar conocimiento local a lo largo de todo el proceso de selección de medidas [elaboración de lista larga de medidas, criterios de selección y selección de medidas]. Utilizando una matriz de interés-influencia, es posible crear una panorámica de los actores más relevantes. Aquellos actores que tienen la mayor influencia e interés con respecto a los objetivos del proyecto forman parte del proceso participativo. Además, el proceso participativo está diseñado con una perspectiva de género y enfocados a la participación de los distintos actores incluso aquellos más vulnerables.

Los resultados del proceso participativo son varios: i) el intercambio de información entre actores y el proyecto; ii) retroalimentación de hallazgo principales, áreas de interés para las dinámicas ecológicas-urbanas, posibles medidas y medidas prioritarias; iii) la generación de un entendimiento común entre las actuales dinámicas urbanas, los ecosistemas y la trayectoria de desarrollo y conservación en el futuro; y iv) las posibles medidas para la consideración de los ecosistemas y sus servicios en las dinámicas urbano-costeras. Este ejercicio se realizó con la finalidad de reconocer el grado de influencia y participación multisectorial en las zonas de interés para identificar posibles agentes implementadores y aliados en el desarrollo de las iniciativas incluidas en el plan de acción.

Productos esperados:

- Carpetas digitales de registro de mapeo de actores en la región

- Registro de entrevistas
- Síntesis de entrevistas
- Listado de acciones existentes
- Matriz de participación e influencia de actores en las áreas seleccionadas como prioritarias para cada región piloto.

VII. Proceso de identificación de áreas prioritarias de actuación

Objetivos:

- Identificar y espacializar las áreas prioritarias de actuación para la incorporación de los ecosistemas en las dinámicas urbano-costeras.

Estas medidas serán identificadas por el equipo técnico y estarán basadas en la revisión de la literatura técnica, un proceso participativo con actores relevantes y el análisis de expertos nacionales e internacionales. El resultado de esta etapa es una lista larga de medidas y acciones preliminares, organizadas por región piloto. Las listas largas incluyen aspectos claves como áreas de acción, temporalidad y descripción, se agrega información asociada a posibles responsables específicos dentro de la estructura de los municipios, comentarios con impresiones del equipo y de los participantes de los talleres sobre la viabilidad de cada iniciativa.

Productos esperados:

- Áreas preliminares relevantes

VIII. Construcción de Visión Colectiva y Cartera preliminar de acciones y medidas

Objetivos:

- Construir, a partir del mapeo multiactor, las entrevistas y los talleres participativos, una lista extensa, preliminar de acciones

Construyendo a partir de un entendimiento preliminar de las áreas relevantes [Etapa VI] y un análisis de la literatura técnica, se desarrolla una retroalimentación generada en un proceso de participación con actores relevantes sobre aquellas medidas que podrían ser relevantes para las dinámicas urbano-costera en el contexto de las regiones piloto. Una vez que se ha generado un entendimiento común con los actores relevantes sobre el estado de las áreas relevantes y se ha generado un marco contextual sobre las posibles medidas de gestión actual y futura de los ecosistemas, un grupo técnico de expertos nacionales e internacionales en dinámicas urbanas, ecosistémicas y costeras contribuye con buenas prácticas en el proceso de generación de posibles áreas de actuación y medidas preliminares. El insumo de los expertos está diseñado para generar valor adicional en el contexto local con buenas prácticas y lecciones aprendidas en el ámbito nacional e internacional.

Como resultado del estudio literario detallado y del proceso participativo, un grupo de expertos nacionales e internacionales pueden añadir valor a la larga lista de medidas mediante la identificación de posibles áreas de actuación y posibles narrativas de desarrollo. El insumo de los expertos se puede realizar a través de entrevistas estructuradas y semiestructuradas ó talleres puntuales en base a una guía de criterios y temas relevantes, hacia la identificación de oportunidades de desarrollo de iniciativas innovadoras y/o enmarcadas en procesos existentes, y dinámicas particulares de gestión y presencia multisectorial en las áreas de estudio. Lo anterior, bajo un enfoque participativo y con enfoque de género tratando de lograr una distribución equitativa entre actores incluyendo individuos y comunidades vulnerables.

El resultado de este proceso es una lista larga de medidas resultado de la integración de la información recogida en las entrevistas, complementada con parte de los insumos generados en las primeras etapas.

Productos esperados:

- Una lista larga donde se describe cada una de las medidas brevemente, incluyendo los siguientes elementos:
 - . Línea de acción
 - . Escala
 - . Área de Actuación
 - . Temporalidad
 - . Planes, programas, proyectos o acciones relevantes
 - . Tipo de Intervención
 - . Líder Responsable/s
 - . Status
 - . Descripción
 - . Monto de inversión aproximado

IX. Proceso de selección de acciones y medidas prioritarias

Objetivos:

- Seleccionar las 4 acciones y medidas prioritarias, a partir de un análisis multicriterio (AMC)

Basado en un proceso participativo de selección multicriterio [Ver Anexo 1 – AMC] se seleccionarán las medidas prioritarias. Estas medidas se enfocan en los ecosistemas clave y sus servicios y se acompañan con un componente enfocado en la implementabilidad de las medidas [arreglos de implementación, obtención de financiamiento, etc.].

Desde un punto de vista conceptual, las medidas son seleccionadas con un balance entre corto, mediano y largo plazo y conceptualmente las medidas son agrupadas siguiendo el concepto de las 3 I's: Información, Instituciones e Inversiones:

- Información: La recolección, análisis y transferencia de información [monitoreo, pronósticos, know-how, modelos, y sistemas de apoyo a la toma de decisiones] son fundamentales para informar a las instituciones y a la construcción y manejo de infraestructura.

- Instituciones: Las Instituciones son fundamentales en el proceso de planeamiento e implementación de medidas sostenibles de gestión y facilitan la participación de todos los sectores de la sociedad, incluyendo aquellos más vulnerables.

- Inversiones: Inversiones en infraestructura gris y verde generan desarrollo y minimizan riesgos. En este Proyecto entendemos los ecosistemas como infraestructura verde, que proporciona servicios de desarrollo y resiliencia a las comunidades.

Las medidas seleccionadas se basan en el concepto de unidades coherentes de manejo, compuesto por la identificación de la escala de trabajo y unidades geográficas funcionales [UNESCO, 1997] para facilitar la implementación de medidas. La generación de unidades coherentes de manejo es útil en el contexto de gestión de un sistema complejo – como un ecosistema– ya que ayudan a dividir el sistema en unidades básicas de gestión que consideran distintos elementos, como por ejemplo los límites naturales del ecosistema, los límites políticos establecidos para su manejo, la disponibilidad de financiación, la complejidad de la trama de actores y usuarios relacionados con el. Por ejemplo, en el caso de Boca del Río, el sistema lagunar Arroyo Moreno, Tembladeras y Laguna Olmeca pertenece a región hidrológica número 28 Papaloapan [cuenca del río Jamapa] que abarca 28 municipios.

El análisis multicriterio (AMC) es un método usado para evaluar y comparar diferentes medidas teniendo en cuenta un conjunto de criterios cualitativos y cuantitativos diversos que se integran en un proceso de evaluación para la toma de decisiones [Rastall, 2018]. El AMC proporciona a los tomadores de decisión una metodología integrada para la selección de medidas replicables teniendo en cuenta diversos aspectos que engloban los intereses y percepciones de todos los actores involucrados.

Este método tiene la ventaja de incorporar criterios de distinta índole como criterios ambientales, económicos, sociales, de factibilidad o resiliencia en la toma de decisiones. Su particularidad está en la forma de transformar las mediciones y percepciones en una escala única para comparar elementos diversos y establecer órdenes de prioridad que permitan agregar los efectos de una medida en una métrica común [Brito and Evers, 2016]. Además, el AMC permite aplicar ponderaciones o pesos a los distintos criterios para reflejar las prioridades de los tomadores de decisión.

Otro factor determinante es que no sólo considera factores de tipo cualitativo y cuantitativo, sino que además reconoce la pluralidad de percepciones de los actores involucrados en el problema o en la toma de decisión. Para incluir la percepción de los actores, el proceso debe ser participativo en distintas etapas y puede servir para construir una visión común, trazar alternativas y construir un consenso entre las partes interesadas [UNFCCC, 2019]. La participación de las partes interesadas es muy importante, especialmente a la hora de seleccionar y ponderar los criterios.

El resultado del análisis puede ser variado dependiendo del objetivo de los tomadores de decisión: la medida más preferida, una serie de medidas prioritarias, una lista breve de opciones para una evaluación adicional y/o una caracterización de las medidas aceptables o inaceptables [Porthin et al, 2013]. Se suele aplicar, por ejemplo, cuando un enfoque de criterio único [como el análisis de costo-beneficio] no es adecuado, o cuando los impactos ambientales y sociales son difíciles de cuantificar y se necesita del juicio y perspectivas de expertos. Las principales fortalezas y debilidades del AMC [ECONADAPT, 2016] se resumen a continuación:

Fortalezas	<p>AMC puede incluir diferentes indicadores ambientales y sociales</p> <p>Puede combinar datos cualitativos y cuantitativos, objetivos monetarios y no monetarios, permite considerar un conjunto de criterios mucho más amplio, incluso cuando la cuantificación es desafiante o limitada.</p> <p>Método relativamente simple y transparente que se puede realizar a un costo relativamente bajo.</p> <p>Apoya la participación de las partes interesadas y puede basarse en el conocimiento local o el juicio de expertos.</p>	<p>La selección de criterios depende del objetivo para el cual se está realizando el AMC. En el caso de BIOCITIS nos centramos en la selección de medidas para promover la integración de la protección, conservación y restauración de ecosistemas en regiones costeras urbanas. Generalmente se intenta mantener un equilibrio entre incorporar el número de criterios necesario para reflejar el problema y mantener el análisis accesible a los tomadores de decisión, hacia la selección de criterios que cumplan con los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que los criterios estén interconectados con la visión general y el objetivo por el cual se está realizando el AMC. - Que los criterios estén bien definidos y sean claros para todos los involucrados en el proceso de toma de decisión. - Que se limite el número de criterios (más criterios pueden tornar el proceso menos claro) - Que sea posible de cuantificar ya sea de forma cuantitativa o por medio de juicio de expertos todos los criterios seleccionados para el AMC 	
	Debilidades	<p>Los resultados pueden ser subjetivos ya que diferentes expertos pueden tener diferentes opiniones y proporcionar diferentes puntajes o ponderaciones a los criterios.</p>	
		<p>Los resultados pueden requerir una mayor interpretación</p> <p>Las partes interesadas pueden tener una falta de conocimiento y pueden pasar por alto elementos importantes</p>	<p>La selección incluye criterios comunes utilizados en AMC, que consideran los impactos de las medidas en el ámbito social, ambiental y económico. De igual forma, en un contexto de incertidumbre sobre los posibles impactos del cambio climático, se integran criterios que cuantifiquen tanto la flexibilidad como la robustez de un proyecto o acción. En este contexto la flexibilidad se entiende como la capacidad de ajuste a medida que surgen nuevas situaciones y la robustez como la capacidad de proporcionar un desempeño adecuado frente a diversos escenarios [Hallegatte, 2009]. Para el Plan de Acción, es de especial interés para los tomadores de decisión incluir criterios de implementación. Considerando esto, se incluyen la viabilidad institucional de implementación y la viabilidad financiera, que integran la siguiente selección de criterios de análisis:</p>

Durante las etapas 1-4 del proyecto BIOCITIS se han desarrollado una serie de insumos fundamentales que van a informar el AMC. En base al ejercicio intenso de análisis de las dinámicas, la identificación de planes estudios y programas existentes, y el proceso participativo, se han definido una serie de medidas para integrar la protección, conservación y restauración de los ecosistemas en las regiones urbanas costeras. Estas se estructuran en un programa de inversión a corto, medio y largo plazo, con medidas relevantes a una serie de sectores como desarrollo urbano, medio ambiente, recursos hídricos, agricultura, manejo de riesgos, entre otros.

El AMC se utilizará para seleccionar cuatro medidas prioritarias por región urbano costera para formar un Plan de Acción para la protección, prevención, preservación y restauración de ecosistemas. A continuación, se definen los pasos relacionados con el diseño del AMC para el proyecto BIOCITIS:

Selección de criterios

La selección de criterios para el AMC implica escoger los elementos para juzgar los méritos de cada una de las medidas propuestas. Como este análisis apoya la priorización de medidas, se debe incluir una gama de criterios adecuada para la toma de decisiones que reflejen las prioridades de los actores principales y a la vez incluyan elementos diversos para evitar que las medidas no tengan impactos inesperados o no contabilizados [Brito and Evers, 2016].

Criterio	Definición
Impactos Económicos	Los beneficios que la medida proporciona a la sociedad, una vez considerados los costos.
Impactos Ambientales	Los posibles impactos que la medida causa al medio ambiente.
Impactos Sociales	Los posibles impactos que la medida causa a las comunidades afectadas por el proyecto.
Robustez	Medidas que conllevan un desempeño adecuado en una serie de escenarios distintos, incorporando el concepto de incertidumbre en la toma de decisiones.
Flexibilidad	Las medidas adaptables a nuevas situaciones.
Viabilidad institucional de implementación	Las medidas cuentan con un arreglo de implementación claro con el respaldo de las autoridades con competencia en la implementación.
Viabilidad financiera	Las medidas cuentan con mecanismos de financiamiento claros lo que incluye la disponibilidad de recursos, la madurez del mecanismo de financiamiento, y la rapidez para acceder a los recursos.

Asignación de Pesos

La asignación de peso de los distintos criterios comprende la identificación de un sistema de preferencia, al resaltar la importancia relativa de los criterios de evaluación y reconocer que no todos son igual de relevantes para el proceso de toma de decisión. Considerando esto, se pueden asignar pesos diferentes a cada criterio.

Debido a que la asignación de pesos es una decisión subjetiva basada en lo que las tomadoras de decisiones consideran importante o prioritario, los responsables de la toma de decisiones deben asignar las ponderaciones. Los pesos se asignan de una manera transparente y participativa ya que los pesos tienen una influencia notable en la priorización de medidas. En caso de que todos los criterios sean igual de relevantes el proceso de asignación de pesos no se realiza. En el caso de las medidas para el Plan de Acción, los tomadores de decisión han escogido considerar todos los criterios con el mismo peso.

Asignación de Puntuación

Normalmente, el resultado de la puntuación es un ranking de todos los proyectos evaluados con la metodología de AMC. Uno de los métodos más utilizados es la suma o media ponderada. Este método incluye ponderaciones de criterios basadas en la importancia relativa de los criterios para el tomador de decisiones (Brito and Evers, 2016). La puntuación se multiplica por el peso de cada criterio, después de lo cual se suman [o promedian] todas las puntuaciones ponderadas. La suma ponderada es un método compensatorio, lo que significa que las puntuaciones de criterio con impacto "negativo" pueden compensarse con aquellas de impacto "positivo".

Existen otro tipo de métodos tal y como el de superioridad u outranking, donde sólo prevalecen los proyectos con mayor puntuación (Dogson, 2009). Un proyecto puede ser superior a otro si este tiene mejores puntuaciones en suficientes criterios o en aquellos con mayor relevancia para el proceso de toma de decisión. Este método tiene el potencial de capturar la realidad política frente a la toma de decisiones, pero depende de definiciones bastante arbitrarias sobre lo que constituye un rango superior (Dogson, 2009). Otras técnicas, como la teoría de la utilidad multi-atributo, la teoría de conjuntos difusos o el análisis envolvente de datos pueden ser muy precisas y menos subjetivas, pero requieren datos consistentes y precisos y muchas variables de entrada (Velásquez & Hester, 2013) que no siempre están disponibles en todos los ámbitos.

Puntuación y Estandarización de Resultados

La puntuación de cada criterio se realiza usando la misma escala, desde escalas cuantitativas que van desde -2 a 2, siendo -2 el mayor impacto negativo y +2 un alto impacto positivo, hasta intervalos y porcentajes. Una vez realizada la puntuación, las medidas con un puntaje mayor corresponden a una medida más beneficiosa de acuerdo con todos los criterios asignados. Todos los criterios deben poder ser calificados bajo esta escala basados en información existente (modelos, estudios previos, etc.) y a juicio de expertos (Van Ierland et al, 2007).

En caso de que no haya suficiente información para calificar un proyecto en alguno de los criterios escogidos se debe dejar en blanco la puntuación. En la asignación de puntuación es donde reside uno de los retos de la metodología, ya que distintos actores pueden puntuar la misma medida de manera distinta. Para manejar este riesgo el equipo consultor ORU-Deltares ha desarrollado una guía de puntuación para ayudar a los tomadores de decisión en la asignación de puntos.

Para este proyecto se selecciona la suma ponderada y la presentación de resultados a los tomadores de decisión en la matriz de puntuación. Ambos métodos son relativamente simples y directos, el primero agrega el puntaje por proyecto y el segundo solo presenta los puntajes generales al tomador de decisiones sin agregación (Tabla 0.1).

Criterio	Peso	Escenario 1: Desarrollo definido	Escenario 2: Desarrollo planificado	Escenario 3: Escenario alternativo 1
1 Impacto ambiental	0.5	4	4	2
2 Impacto económico	1	4	4	1
3 Robustez [...]	1	4	5	2
Total	-	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>4</u>

Tabla 0.1 Ejemplo de matriz de puntuación AMC

Después de la evaluación de los resultados, se puede analizar si una combinación de proyectos será más que la suma de las partes, o si una nueva opción podría ser mejor que las consideradas originalmente. Esto podría conducir a una mejor formulación de los proyectos. De igual forma, los resultados pueden ser visualizados en diagrama como gráficos de radar para visualizar mejor los resultados (ver Figura 0.1)

Hemos realizado una serie de iteraciones que han dado como resultado las siguientes definiciones de puntuación para cada criterio [Tabla 2]. Esta tabla se comparte con las partes interesadas para que puedan entender por qué se han dado determinadas puntuaciones a ciertas medidas.

Productos esperados:

- Mediante procesos de participación con actores, los consultores regionales, los expertos y GIZ, se selecciona un paquete de medidas en cada una de las tres regiones

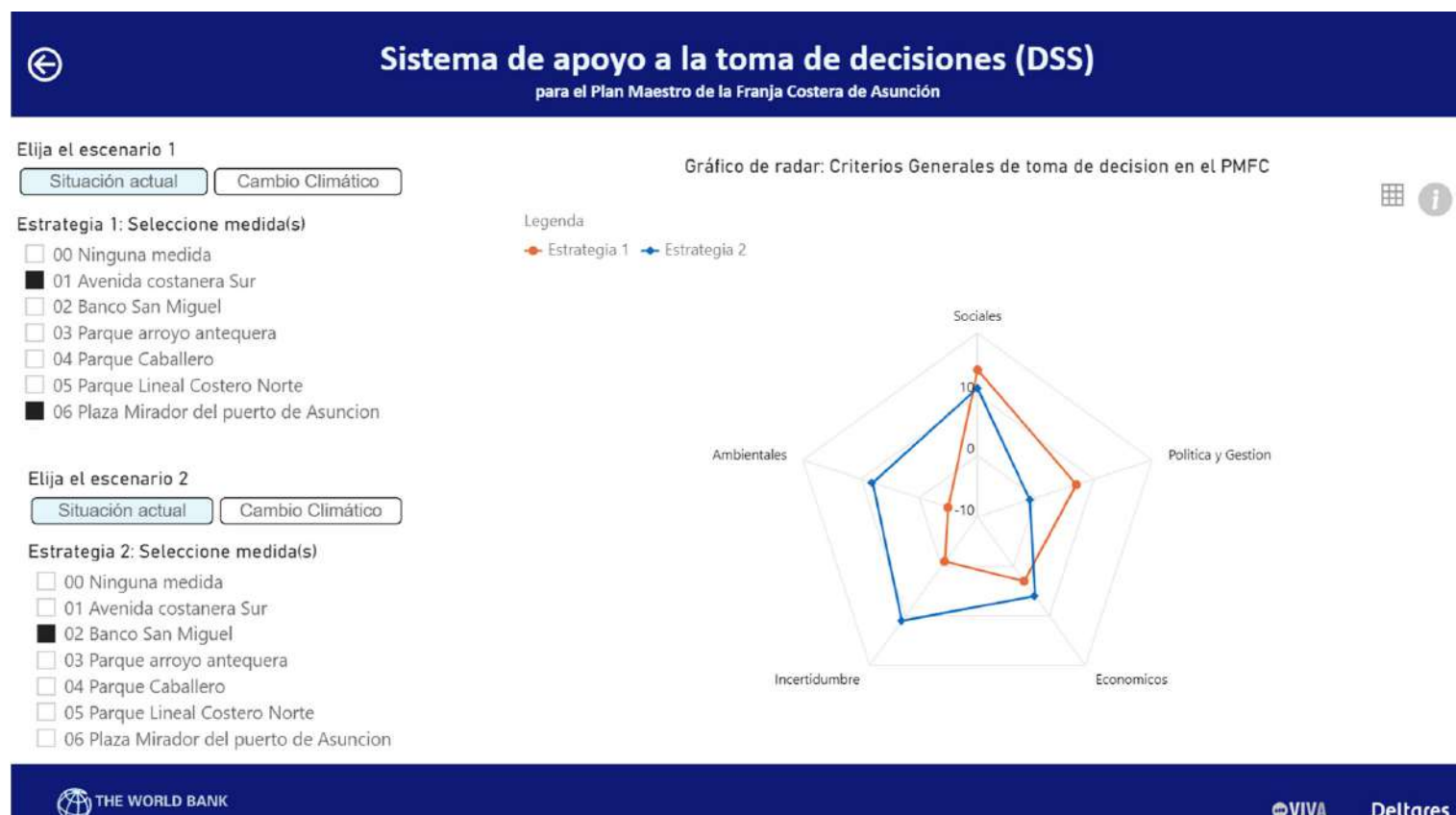


Figura 0.1 Ejemplo de visualización de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la ciudad de Asunción donde se ve la puntuación de ciertos proyectos en un gráfico de radar. Este tipo de visualización mejora el entendimiento de los involucrados [Fuente: Deltares, 2020]

X. Detalle técnico de las acciones y medidas prioritarias

Objetivos:

- Definir los alcances de las medidas, calcular los beneficios y costos paramétricos, así como definir un plan de adopción local

Una vez seleccionadas las cuatro medidas prioritarias, se prepara un Plan de Acción. El plan de acción sirve como hoja de ruta para la operacionalización del concepto de ecosistemas como infraestructura verde en los municipios costeros que proporcionan servicios a las zonas urbanas de una manera efectiva, sostenible y eficiente; y avanzar en la incorporación de este concepto en las dinámicas de desarrollo urbano.

El programa BIOCITIS estará activo hasta el fin de 2023, por lo que las medidas que se proponen en los planes de acción deben poder implementarse en los próximos dos años. El Plan de acción prioriza por tanto acciones de no arrepentimiento a corto plazo entendidas como medidas relativamente simples en su diseño e implementación, que tiene un desempeño positivo independientemente de los escenarios climáticos futuros y no limitan la implementación de otras acciones futuras. Se destaca un enfoque en la extensión, replicación o apoyo a la implementación de medidas existentes y/o identificadas dentro de trabajo analítico (por ejemplo, un estudio de vegetación o plan de manejo). Se priorizan también medidas que tienen identificada una vía de financiamiento posible.

A corto plazo, las medidas tendrán un impacto inmediato (en términos sociales, económicos y medioambientales), y tienen como objetivo acelerar las estrategias de desarrollo basadas en la naturaleza y las infraestructuras verdes que protegen la biodiversidad, las masas de agua de gran valor y protegen a México de la tendencia creciente de los riesgos naturales. Las medidas descritas en el plan de acción tienen como objetivo hacer palanca y apoyar los esfuerzos existentes directamente relacionados con la protección, conservación y restauración de los ecosistemas para generar y demostrar valor ágilmente.

A medio plazo, los estudios piloto acabarán generando una investigación basada en pruebas sobre la eficacia de la SbN, y pueden contribuir a, los insumos y las medidas para operacionalizar el concepto de los ecosistemas como infraestructura verde en distintos planes sectoriales como desarrollo municipal, urbano, manejo de áreas protegidas, cuencas, contingencia, etc.

Lo que eventualmente conducirá a largo plazo, a la cimentación de los ecosistemas como activos ambientales en las dinámicas urbanas con la implementación de la primera generación de infraestructura gris y verde. La infraestructura verde ya no se considera sólo una superficie de terreno que hay que preservar o proteger, sino que se convierte en parte integrante de la planificación urbana.

El Plan de inversión propuesto describe medidas a nivel de concepto. Todas las medidas propuestas deben desarrollarse a más detalle por medio de estudios de factibilidad y evaluación de impacto social y ambiental, así como seguir el proceso acorde con la legislación para la preparación y aprobación de proyectos. En El Plan de Acción se describe cada una de las medidas a nivel de concepto, incluyendo los siguientes elementos:

1. Ubicación: Describe la localidad/área de la medida. Cuando se trata de una medida estructural, describe el área de construcción. Si se trata de un estudio o plan de gestión, indica el área de estudio.

2. Ecosistemas asociados: Describe qué ecosistemas están asociados a la medida. Puede tratarse de los ecosistemas que se beneficiarán de la medida o del ecosistema que constituye la base de una SbN.

3. Población beneficiada: Describe la cantidad de personas que se beneficiarán si se implementa la medida. Se trata de una estimación, ya que es difícil establecer a priori la cantidad total de población que se beneficiará. En la mayoría de los casos, se utiliza la cantidad total de visitantes anuales o la población actual dentro de la zona donde se llevará a cabo la medida. Por ejemplo, se espera que la construcción de una infraestructura verde en una parte determinada de la ciudad beneficie a todo el municipio. Esto podría ser una sobreestimación, ya que no todos los ciudadanos de una ciudad la visitarán. Por otra parte, no tiene en cuenta los turistas anuales que podrían visitar y beneficiarse de la medida. Por ello, para mantener la transparencia y la sencillez, se utiliza el último censo conocido de un municipio o el área de ubicación.

4. Área verde impactada: Describe la superficie verde total impactada que se beneficia de la medida. Los beneficios provienen de la protección, conservación y restauración activa de un ecosistema.

“Ecosistema” puede referirse a un hábitat prístino, por ejemplo, un área de arrecifes de coral, o un parque en una ciudad. No es necesario especificar el mecanismo exacto cómo beneficia el ecosistema, pero se propone que al mínimo la medida no empeore el área verde, y en el mejor de los casos se mejora parámetros como biodiversidad o producción primaria. Para algunas medidas es sencillo cuantificar el área impactada. Por ejemplo, “la actualización de un plan de manejo para un área protegida” es beneficioso para el ecosistema adentro. Sin embargo, cuando la medida es por ejemplo “actualizar un plan de mitigación de inundaciones”, es difícil cuantificar el área verde impactada, ya que no existe una relación directa entre la medida y los beneficios para el ecosistema. En estos casos es necesario hacer una suposición explícita sobre los detalles de la medida, teniendo en cuenta la flora y la fauna locales (no se pueden restaurar manglares en las montañas). Un ejemplo de una estimación: en caso de actualizar un plan de mitigación de inundaciones es posible prevenir inundaciones mediante la reforestación en la cuenca. Así, es posible usar la superficie de la cuenca para determinar el área verde impactada. Es importante ser transparente y especificar en qué se basa la suposición.

5. Monto estimado: Describe los costes de inversión de la medida. Puede ser para la construcción, la investigación, la planificación, etc. Se basa en la opinión de expertos de los consultores y es verificada por los colaboradores locales.

6. Tiempo estimado: Describe el tiempo estimado necesario para implementar la medida. Se basa en la opinión de expertos de los consultores y es verificada por los colaboradores locales.

7. Responsables de implementación: Describe los actores que lideran la implementación de la medida. Tenga en cuenta que no siempre son los mismos que son responsables del mantenimiento y el funcionamiento de la medida. Normalmente se trata de uno o varios organismos gubernamentales.

8. Escenarios de cofinanciamiento: Describe las posibles fuentes de financiación. La mayoría de las veces describe fuentes de financiación gubernamentales, pero en algunos casos también pueden ser fuentes del sector privado.

9. Contexto: Describe el problema que aborda la medida.

10. Descripción de la acción: Describe la medida a nivel conceptual y lo que implica.

11. Objetivos: Describe de forma sucinta el objetivo de la medida.

12. Alcances: Describe en detalle los pasos que hay que dar para aplicar la medida.

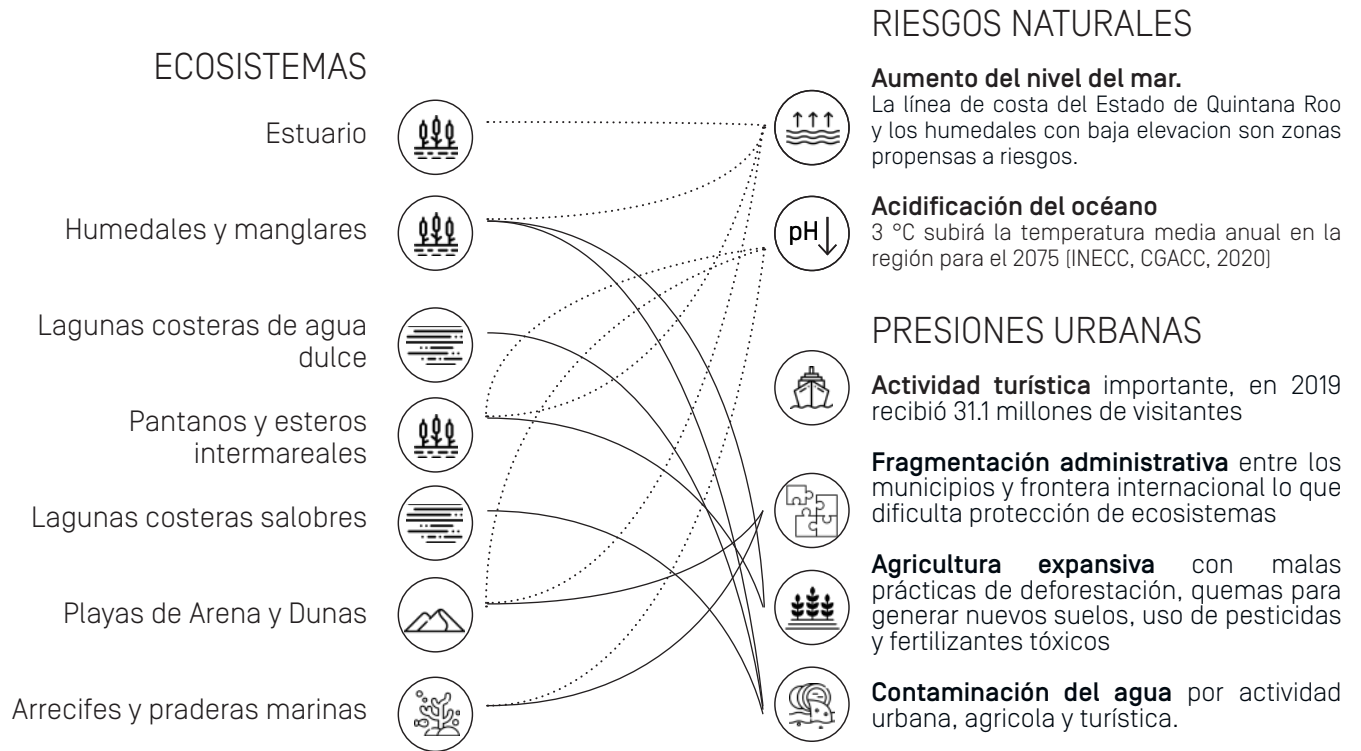
Productos esperados:

- Un plan de acción por cada medida que describe los 12 puntos mencionados anteriormente.

BACALAR OTHÓN P. BLANCO

AREAS Y ECOSISTEMAS EN CONFLICTO URBANO-AMBIENTAL

Municipios de Bacalar y Othón P. Blanco



BACALAR

35,905 Habitantes

196,766 Visitantes

100 km²

Laguna de Bacalar

Sistema lagunar de un conjunto de acuíferos y lagunas.

45 %

Del litoral de la Laguna es de uso turístico, principalmente segundas residencias

10 %

De déficit en la cobertura de agua potable en el centro de población entre el año 2011 al 2017

62 %

De déficit en la cobertura del sistema de drenaje y saneamiento en el mismo período.

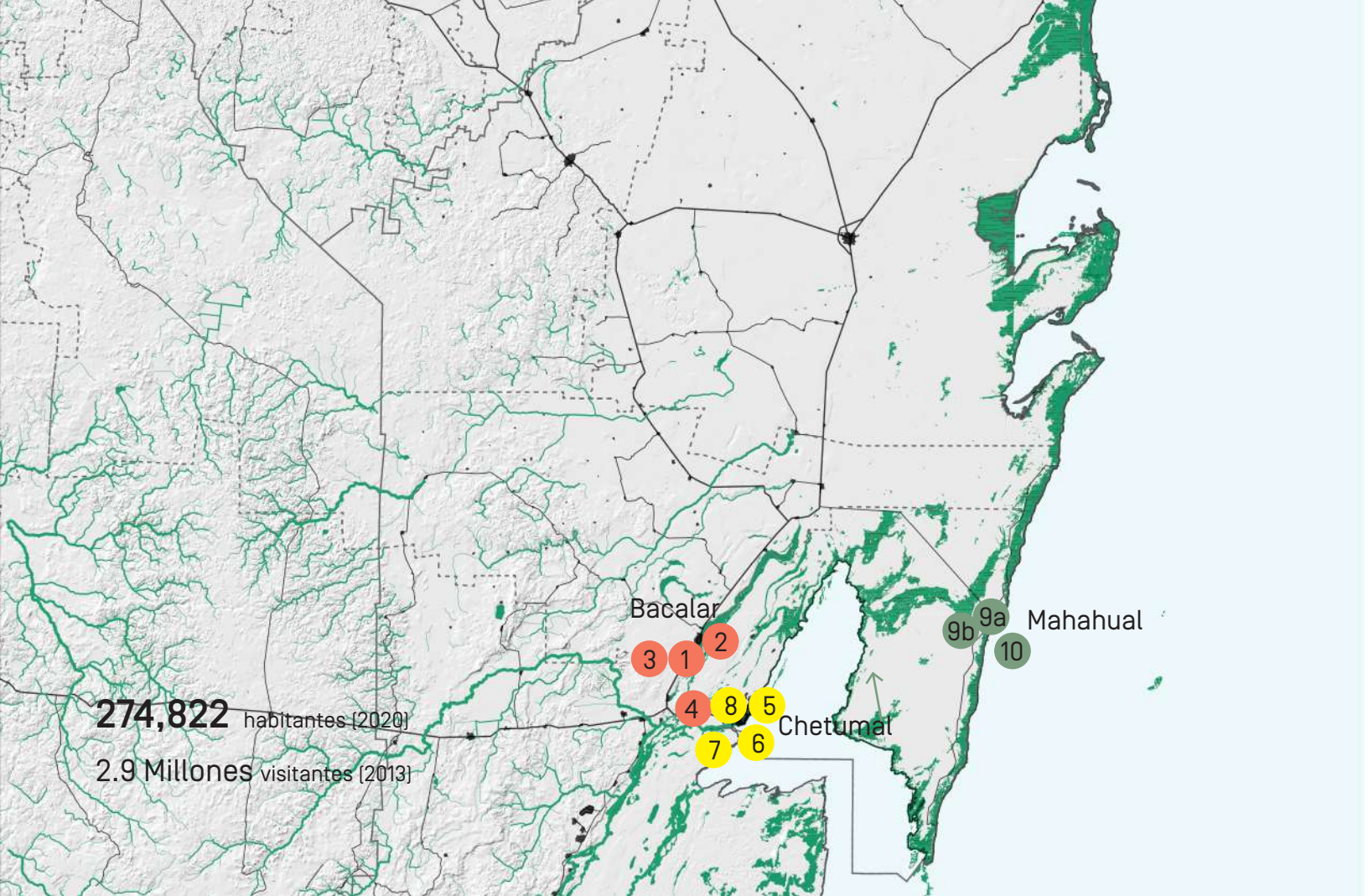
Ecosistemas



Amenazas naturales: Inundaciones y desborde de aguas negras por ciclones

Presiones urbanas y antropogénicas: Contaminación de aguas subterráneas, prácticas agrícolas expansivas, presión turística y presencia de Tren Maya, incremento de agroquímicos, falta de protección de Laguna Bacalar como ANP.

- 1 Litoral de la Laguna de Bacalar: localidad urbana
- 2 Litoral de la Laguna de Bacalar: norte de la localidad
(Zona de Desarrollo controlado)
- 3 Franja de Amortiguación Bacalar - Zona de agricultura
- 4 Sistema Bacalar -Xul ha- Huay Pix - Chetumal



274,822 habitantes [2020]

2.9 Millones visitantes [2013]

CHETUMAL

169,028 Habitantes [2020]

1,756,045 Visitantes

277.7 ha Área Estatal Protegida Santuario del Manatí. Reserva desde el 2007

Ecosistemas



Riesgos naturales: Inundaciones por tormentas y creimiento del río, hundimientos.

Presiones urbanas y antropogénicas: Riesgos asociados a la gestión de residuos y a vertimientos clandestinos de agua residual a la bahía

- 5 Laguna La Sabana
- 6 Corredor del Melacón de Chetumal
- 7 Sistema de Manglares Río Hondo - Chetumal
- 8 Relleno Sanitario Chetumal

MAHAHUAL

2636 Habitantes [2020]

973,936 Visitantes

652,192 ha Reserva Sian Ka'an + Área de protección de Flora y Fauna Uaymil + Reserva de la Biosfera de Arrecifes de Sian Ka'an

Ecosistemas



Riesgos naturales: Inundaciones por eventos meteorológicos extremos, crecimiento de sargazo, acidificación del océano

Presiones urbanas y antropogénicas: impacto de asentamientos irregulares, actividad turística masiva, deforestación del manglar, contaminación del agua, acumulación de basura

- 9 Centro de Población de Mahahual
- 9a Km 55
- 9b Sistema de Lagunas en Zona de Desarrollo Urbano
- 10 Borde Costero Mahahual - Xahuayxol

ESPACIOS PÚBLICOS

Municipios de Bacalar y Othón P. Blanco

El “espacio público abierto” puede ser definido como la suma de las superficies edificadas de las ciudades dedicadas a calles y avenidas -incluidos los paseos, las banquetas y los carriles para bicicletas-, así como las superficies dedicadas a parques públicos, plazas, zonas verdes recreativas, patios de recreo públicos y zonas abiertas de instalaciones públicas. El espacio abierto público no incluye los espacios abiertos que son de propiedad privada o los terrenos vacíos de propiedad privada (ONU Hábitat, 2015).

El espacio público abierto “es definido como la suma de las superficies edificadas de las ciudades dedicadas a calles y avenidas -incluidos los paseos, las banquetas y los carriles para bicicletas-, así como las superficies dedicadas a parques públicos, plazas, zonas verdes recreativas, patios de recreo públicos y zonas abiertas de instalaciones públicas” (ONU Hábitat, 2015).

En Bacalar, los espacios públicos accesibles son mayormente urbanos aunque tenga multitud de espacios de alto valor ambiental en el municipio. Existen accesos públicos al litoral lagunar, pero estos no cuentan con infraestructura adecuada para ser un espacio de esparcimiento, ya que la misma presión de ocupación de las propiedades cercanas a estos accesos hace que sea limitado el uso común de estos pocos espacios públicos (Gómez et al., 2018).

En Chetumal, en general, existe una carencia de espacio público hacia el interior de la ciudad.

BACALAR



Espacios públicos de valor ambiental

Cenotes:

- La Bruja
- Cocalitos
- Cenote Esmeralda
- Cenote Azul
- Cenote Negro

Cuerpos de agua:

- Laguna de Bacalar
- Laguna Cazona
- Laguna Cochiba
- Laguna de Uvero
- Laguna de Dos Oros
- Laguna el Cafetal
- Laguna El Crik
- Laguna El Ocho
- Laguna Guadalupe
- Laguna La Virtud
- Laguna Los Conejos
- Laguna Noh-Bec
- Laguna Petén Tunich
- Laguna San Antonio
- Laguna San Felipe
- Laguna San Pedro
- Laguna Teresita
- Laguna Vallehermoso
- Laguna Villalobos
- Macanhuas



Espacio público urbano

6.2
%

de la ciudad cuenta con un sistema de andadores con una mezcla de usos comerciales y culturales. (Puc et al., 2019).

- **Plaza Principal de Bacalar** (Incluye quiosco, tres áreas de juegos infantiles, dos fuentes, bancas, farolas de iluminación de arbotante doble tipo colonial, cajero automático con un paradero de autobús y varias estructuras para señalizaciones de tipo turístico) (Rodríguez Alcalá, 2016).

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| - Fuerte de San Felipe | Corredores: |
| - Mercado | 15 corredores verdes |
| - Estadio de Béisbol | 1 corredor comercial |
| - Parque Ecológico de Bacalar | 1 corredor urbano |
| - Biblioteca | 1 corredor turístico |
| - Museo regional | 2 corredores artesanales |
| - Cementerio | |

CHETUMAL



Espacios públicos de valor ambiental

Sistema de Manglares

Ríos y Lagunas

- Laguna Guerrero
- Laguna Milagros
- Laguna Orquídea
- Laguna Encantada
- Río Hondo
- La Sabana o "La Aguada"

Playas

- Playa Calderitas
- Dos Mulas



Espacio público urbano

- Malecón de Chetumal
- Fuente de los manatíes
- Fuente Maya
- El Faro
- Mirador Punta Estrella
- El Muelle Fiscal
- Corredor Escultórico del Boulevard Bahía
- Corredor Urbano Comercial Avenida de los Héroes de Chetumal

Serie de parques

- Parque de la Alameda Gral. Lázaro Cárdenas
- Parque Renacimiento
- Parque Caimanes
- Gran Parque ecológico Zazil
- Parque integral de la Amistad
- Parque Público Las Américas III
- Parque Américas

Malecón a lo largo del Blvd. Bahía

Accesos libres a lo largo de sus 50 km de longitud, es parte del corredor hacia Calderitas y tiene diversos usos comerciales, restaurantes y propicia espacios recreativos.

Corredor escultórico del Boulevard Bahía

Conjunto de 24 esculturas en Av. Insurgentes y del Blvd Bahía. Contiene una serie de parques públicos de barrio

MAHAHUAL



Espacios públicos de valor ambiental

Playas

- Playa Mahahual
- Playa Costa Maya
- La Bamba Beach
- Franja costera de playas de casi 130 kilómetros de largo



Espacio público urbano

Parques

- El Domo

Malecón

INTRODUCCIÓN AL TERRITORIO

Ficha Técnica del Municipio

Población Total:

Municipio de Bacalar: 41,174 (INEGI, 2020)

Municipio de Othón P. Blanco: 233,648 (INEGI, 2020)

Localidades principales:

Población por localidades urbanas principales

- Bacalar: 35,905

- Chetumal: 169,028

- Mahahual: 2,636

Áreas Naturales Protegidas:

- Laguna de Bacalar: 5.4 ha [4,200 ha superficie total]

- Reserva Estatal Santuario del Manatí: 277.7 ha

- Complejo Sian Ka'an: 652,192 ha

- Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano: 5,754,055.36 ha

- Parque Nacional del Arrecifes de Xcalak: superficie terrestre 4,521.84 ha, superficie marina: 13,427.61 ha

- Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro: 144,360 ha (PAOT, 2000)

Actividades/Sectores económicos principales

- Turismo: masivo y de aventura

- Agricultura: extensiva e intensiva

- Aprovechamiento maderable

Principal infraestructura de Transporte:

- Aeropuerto de Chetumal

- Carretera Chetumal-Cancún (red federal)

- Carretera a Mahahual (red estatal)

- Puerto Costa Maya (Mahahual)

Número de visitantes anuales: (SEDETUR, 2019)

- Bacalar: 196,766 visitantes

- Chetumal: 1,756,045 visitantes

Herramientas de Planeación y gestión urbano-ambiental del territorio

- Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (PED)

- Programa Hídrico Regional Visión 2030, Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán

- Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial - Complejo Sian Ka'an

- Programa de Manejo: Complejo Sian Ka'an, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an

- Plan Municipal de Desarrollo (PMD) Bacalar 2018 - 2021

- Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Bacalar 2016-2022 (PDUCP-Bacalar)

- Reglamento del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente para el Municipio de Bacalar

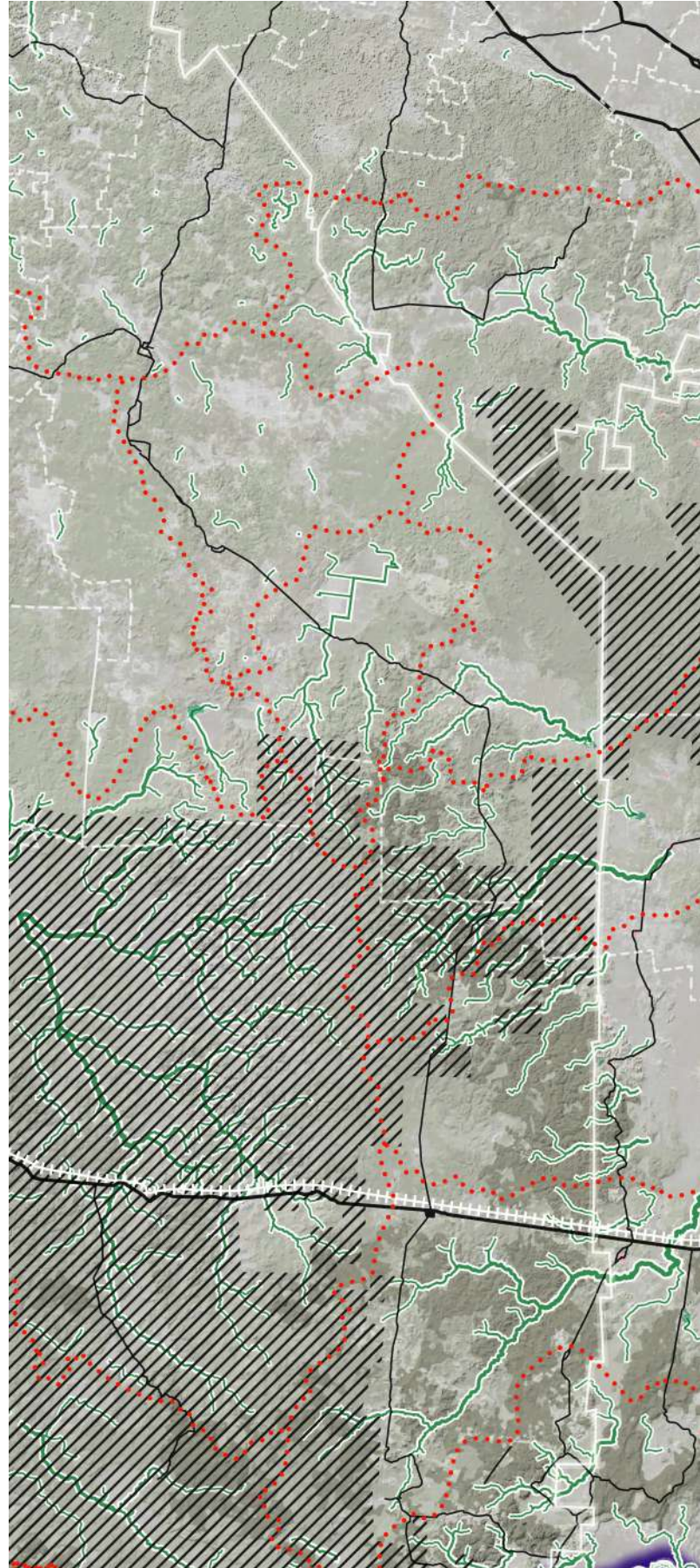
- POET de la Región de la Laguna de Bacalar

- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P. Blanco

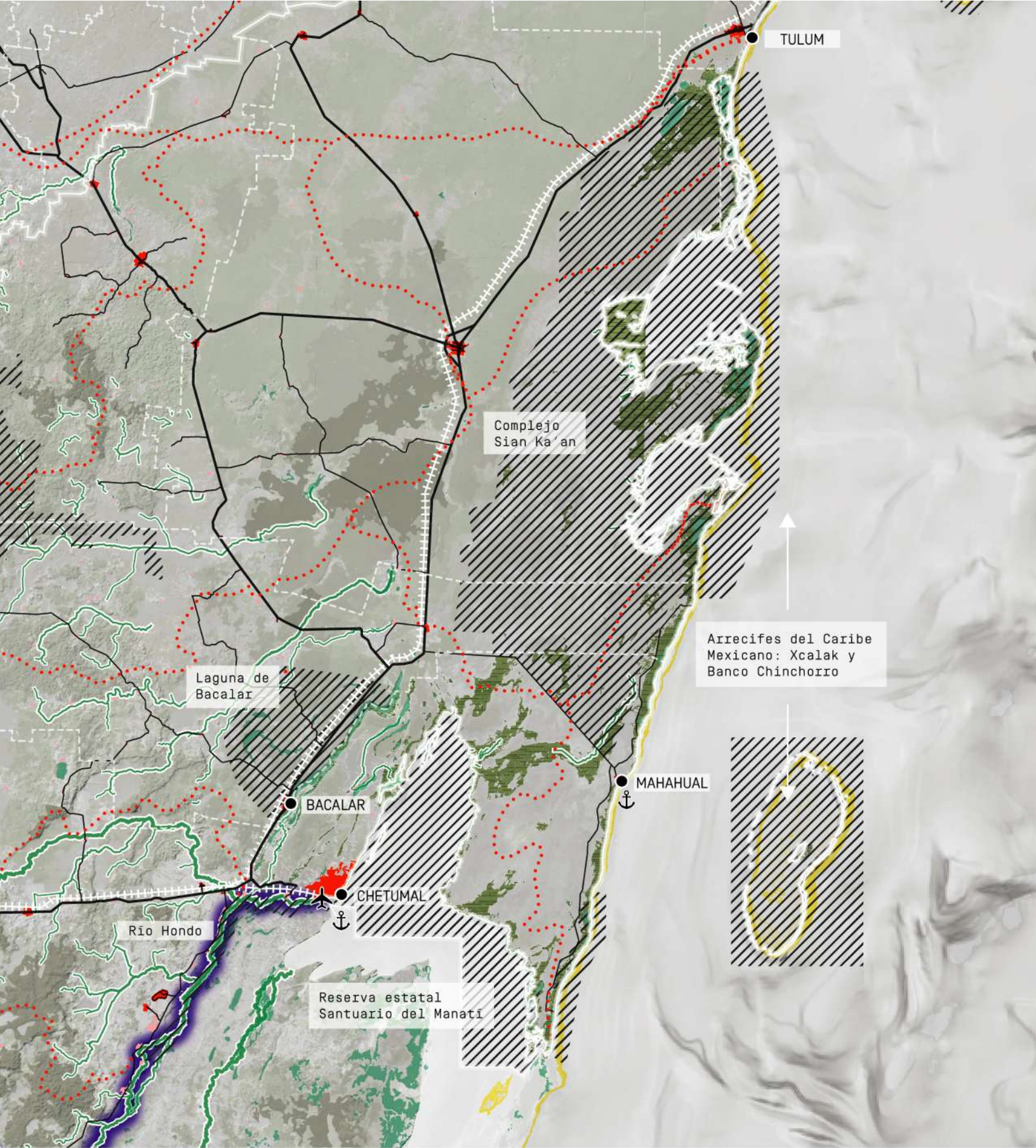
- Actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano, OPB (2019)

- Modificación al Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual, Municipio de OPB

- Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subterriente López-Huay Pix y Xul-Há. Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo. Versión amplia (2018)



	Localidades urbanas		Áreas Naturales
	Localidades rurales		Manglares
	Red vial		Biomasa
	Frontera nacional		Arrecifes de coral
	División estatal		Escorrentías
	División municipal		Subcuencas
	Trazado proyectado Tren Maya		Cuerpos de agua
	Aeropuerto		Puerto



s Protegidas o de valor ambiental

Mapa regional de los Municipios de Bacalar y Othón P. Blanco. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.



CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL

Mapeo de los ecosistemas, servicios
ecosistémicos y dinámicas urbanas
en Bacalar y Othón P. Blanco

1.1 Principales ecosistemas y sus servicios ecosistémicos

- Áreas marino - costera
- Áreas ambientales forestales y cuerpos de agua continentales

1.2. Aspectos ambientales

- Hidrología
- Zonificación Climática
- Uso de Suelo y Vegetación

1.3. Aspectos urbanos y socioeconómicos

- Unidades geográficas de planeación urbana
- Impacto ambiental de las dinámicas socioeconómicas

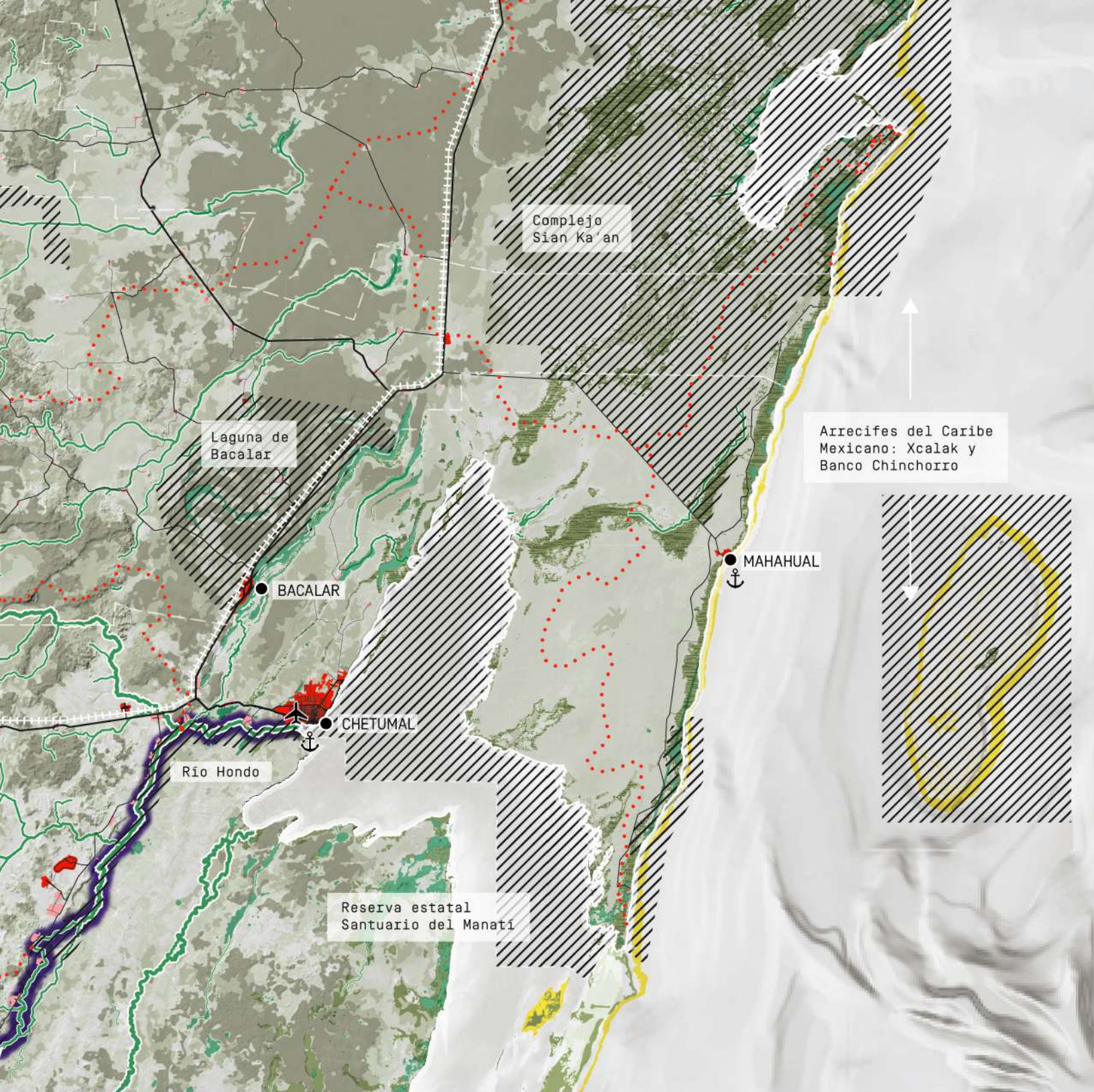
1.4. Aspectos de riesgo y vulnerabilidad

- Riesgos hidrometeorológicos

PRINCIPALES ECOSISTEMAS Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

1.1

Tipos de ecosistema		Áreas forestales		Vegetación acuática, área inundable			Aguas interiores		Zona intermareal						
		Humedales, Ciénegas y turberas	Bosque de caducifolio	Manglares	Humedales	Marismas, Vegetación acuática	Ríos, Arroyos	Lagos y Estanques	Lagunas	Playa de arena	Arrecifes de coral	Pradera marina	Estuarios	Dunas	Marino, pelágico, bentónico
Áreas	Bacalar	+	+	+	+	+	+	+	+						
	Chetumal	+	+	+	+	+	+	+	+				+		
	Mahahual	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Servicios de abastecimiento															
Alimentos	Alimentos e insumos para animales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Agua dulce	+	+	+	+	+	+	+						+	
Materiales	Fibras y otros productos de plantas, algas y animales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Materiales genéticos	+	+	+	+	+	+	+		+					
Servicios de regulación															
Regulación de flujos	Amortiguación y atenuación del agua	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	
	Prevención de la erosión	+	+	+	+										+
	Regulación de eventos climáticos extremos	+		+	+			+			+	+	+	+	
Preservación de condiciones ecológicas	Mantenimiento de poblaciones y hábitats de viveros	+	+	+	+						+	+	+		
	Regulación de la calidad del agua	+	+	+	+									+	
	Regulación del clima a escala local y regional		+												
Servicios culturales															
Interacción con la biota	Uso experiencial de paisajes terrestres y marinos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Usos educativos	+			+										
	Usos públicos, culturales y patrimoniales	+	+		+	+		+		+					+
	Cualidades estéticas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



- | | |
|---|---|
| ■ Localidad urbana | Arrecifes de coral |
| ■ Localidad rural | ■ Manglar |
| División municipal | ■ Biomasa |
| Frontera nacional | ⋯ Subcuencas |
| Red vial | Escorrentías |
| Trazado proyectado Tren Maya | ■ Cuerpos de agua |
| Áreas Naturales Protegidas o de valor ambiental | ✈ Aeropuerto |
| | ⚓ Puerto |



Mapa regional de los Municipios de Bacalar y Othón P. Blanco. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

Áreas marino - costeras

Los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco se caracterizan por su diversidad de ecosistemas y alta riqueza natural. Esta incluye selvas tropicales medianas y bajas, humedales, lagunas costeras y continentales, manglares y arrecifes coralinos. Dichos municipios son zonas estratégicas para la protección de la biodiversidad marina, así como áreas de alto valor ecológico que brindan servicios clave tanto a nivel nacional como global.

La Región de Bacalar y Othón P. Blanco forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) también conocido como Arrecife Maya, que se extiende desde las costas de Quintana Roo, pasando por Belice, Guatemala y Honduras. Es el segundo arrecife más grande del mundo. Su preservación es vital para la protección de la biodiversidad, con más de 500 tipos de especies, incluyendo tortugas marinas y corales. Según el Fondo Mundial para la Naturaleza [s.f.], más de dos millones de personas dependen de los recursos marinos del SAM, el cual aporta un carácter estético al paisaje marino y, por ende, económico a las localidades más cercanas, generando un interés turístico notable. Además, contribuye a la pesca local y a la protección ante fenómenos hidrometeorológicos (CONANP, 2019).

El Sistema Arrecifal Mesoamericano y en general la zona marino-costera correspondiente a los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar se gestionan dentro de un conjunto de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), que incluyen: la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (Tabla 1), el Parque Nacional de Arrecifes de Xcalak y la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. La Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano cubre toda la costa y el mar caribe del estado de Quintana Roo. Al interior de ésta y con administraciones independientes se cuenta con las siguientes ANP: biosfera Banco Chinchorro y el Parque Nacional de Xcalak que se encuentra en la parte sur del estado. La gestión de estas (ANPs) es de gran importancia debido a la prestación de servicios ecosistémicos, incluyendo la mitigación de riesgos hidroclimáticos y eventos climáticos extremos, para las zonas urbanas de la región de Bacalar y Othón P. Blanco. Es por ello que, las tres áreas naturales protegidas se abordarán como una unidad de atención.

La Bahía de Chetumal es otra área de importancia ambiental ubicada en el municipio de Othón P. Blanco. Se considera como uno de los seis sitios prioritarios para la conservación del SAM debido a su aportación de nutrientes, sus zonas de crianza para especies acuáticas comerciales, zonas de alimentación y refugio del manatí antillano, zonas de anidación de aves, hábitat de especies de flora y fauna protegidas o en peligro de extinción, además de ser considerada una de las zonas con mejor estado de conservación de humedales y manglares en el sur de Quintana Roo (Lizárraga, 2009). Algunas de las especies en la Bahía se encuentran protegidas con instrumentos de conservación y protección nacionales, como es el caso del Manatí del Caribe. Los servicios ecosistémicos, tanto de regulación y abastecimiento como culturales provenientes de la bahía de Chetumal, benefician a la ciudad de Chetumal y a otros pequeños asentamientos alrededor de la bahía.

En estudios sobre la calidad del agua (Chavira-Martínez et al., 1992; Gonzales, J., et al., 2008) se señala que se tuvo un decremento en la calidad de agua, siendo clasificada como mala por sus altos niveles de amonio, lo cual afecta la vida acuática. Este deterioro de la calidad del agua se acentúa en las zonas cercanas a los asentamientos humanos. Las fuentes de contaminación son los escurrimientos superficiales durante la temporada de lluvias y la filtración de agua subterránea, que arrastra a lixiviados y materia orgánica que se deposita y genera sedimentos en la Bahía de Chetumal.



Área natural protegida	Jurisdicción	Superficie [ha]	Municipios
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano	Federal, CONANP	5,754,055.36 total 28,589.49 terrestre 5,725,465.86 marina	Con influencia en la zona costera de todo el Estado de Quintana Roo.
Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	Federal, CONANP	528,147.66 total 375,011.87 terrestre 153,135.79 marina	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad, Bacalar
Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro	Federal, CONANP	144,36 total 602 terrestres 143,758 marina	Othón P. Blanco
Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil	Federal, CONANP	89,118.15 total	Felipe Carrillo Puerto y Bacalar
Parque Nacional Arrecife de Xcalak	Federal, CONANP	17,949.45 total 4,521.84 terrestre 13,427.61 marina	Othón P. Blanco
Zona sujeta a Conservación Ecológica Santuario del Manatí	Estatal, IBANQROO	17,949.45 total 4,521.84 terrestre 13,427.61 marina	Othón P. Blanco
Parque Ecológico Estatal Laguna de Bacalar	Estatal, IBANQROO	5.36 total	Bacalar

Tabla 1. Áreas Naturales protegidas, jurisdicción, superficies y municipios de la reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano. Elaboración propia. Fuente de información: Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC) Instituto de la Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo [IBANQROO]



Resiliencia frente al cambio climático

Los manglares, praderas marinas, arrecifes y dunas presentes, proveen servicios de protección contra inundaciones y subida del nivel del mar. Un estudio realizado por Balderas Torres (2019), concluye que de tener pérdida de manglar en la línea costera, aumentaría la vulnerabilidad de las comunidades colindantes a la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. Los resultados indican que de no haber manglares en la zona costera, el índice de exposición aumentaría de 2.18 a 2.48 en promedio y en toda el ANP aumentaría de 13.7%. El mayor aumento en la vulnerabilidad [de 2.88 a 3.41 o el 21.7%] ocurre en las zonas identificadas con un cambio de uso de suelo a uso agrícola en el lado este de la bahía [Balderas et al., 2019].



Protección contra inundaciones

El sistema de arrecifes de coral y pastos marinos es vasto, se extiende desde el norte hasta el límite sur del estado de Quintana Roo. Este ecosistema coralino proporciona un servicio ambiental de suma importancia: la protección de la costa. Cada 2.5 años, en promedio, la costa del Caribe mexicano es afectada por huracanes [CONANP, 2014]. En el Complejo Sian Ka'an, desde 1988 hasta 2014, se han registrado un total de 16 huracanes [CONANP, 2014]. El sistema de dunas, arrecifes de coral, manglares y pastos marinos mantiene la línea de costa relativamente estable, sirve como una barrera de protección del oleaje y contra los fenómenos naturales extremos. Estos servicios son de especial importancia en las ciudades costeras como Mahahual. Indirectamente, otras zonas urbanas más interiores también se benefician ya que la ausencia de estos ecosistemas produciría cambios dramáticos en el litoral y la región.



Provisión de Alimentos

La bahía presenta una zona de recursos pesqueros. Los recursos pesqueros son aprovechados de manera significativa para autoconsumo por la población asentada alrededor de la Bahía de Chetumal. Un diagnóstico pesquero en la Reserva Estatal Santuario del Manatí del 2018 identificó que de los pescadores presentes en la zona, 57 % tienen un ingreso entre 1 a 5000 pesos y 25 % tienen un ingreso entre 5001 y 10,000 pesos [Medina Quej et al., 2009]. La principal característica de las especies presentes en la bahía de Chetumal es que pueden ser capturadas durante casi todo

el año. Los corales y las praderas marinas contribuyen al mantenimiento de las pesquerías comerciales y de sustento. Estos ecosistemas ofrecen refugio y alimento a los individuos juveniles de muchas especies de importancia comercial [CONANP, 2018].



Abastecimiento de Agua

En los alrededores de Mahahual y el límite este del municipio de Othón. P. Blanco, se encuentran selvas, lagunas y dunas. Las características hidrológicas y ecológicas de las lagunas costeras se mantienen tanto del agua directa de la lluvia como de la que fluye desde el acuífero por lo que son consideradas como grandes captadoras de recursos hídricos [CONANP, 2018]. Las lagunas costeras son susceptibles de ser una alternativa para abastecer de agua a las áreas urbanas.



Oportunidades de recreación y turismo

El paisaje marino de los corales y la pradera marina son los principales atractivos turísticos. Así mismo, las lagunas costeras son susceptibles de ser aprovechadas para el turismo. El turismo de bajo impacto orientado al buceo libre o autónomo es un generador de beneficios económicos en la zona. Desde finales del siglo pasado más del 50% de la población está activa en Othón p. Blanco se dedica al sector servicios, incluyendo el turismo [Instituto Nacional de Ecología, 2000].

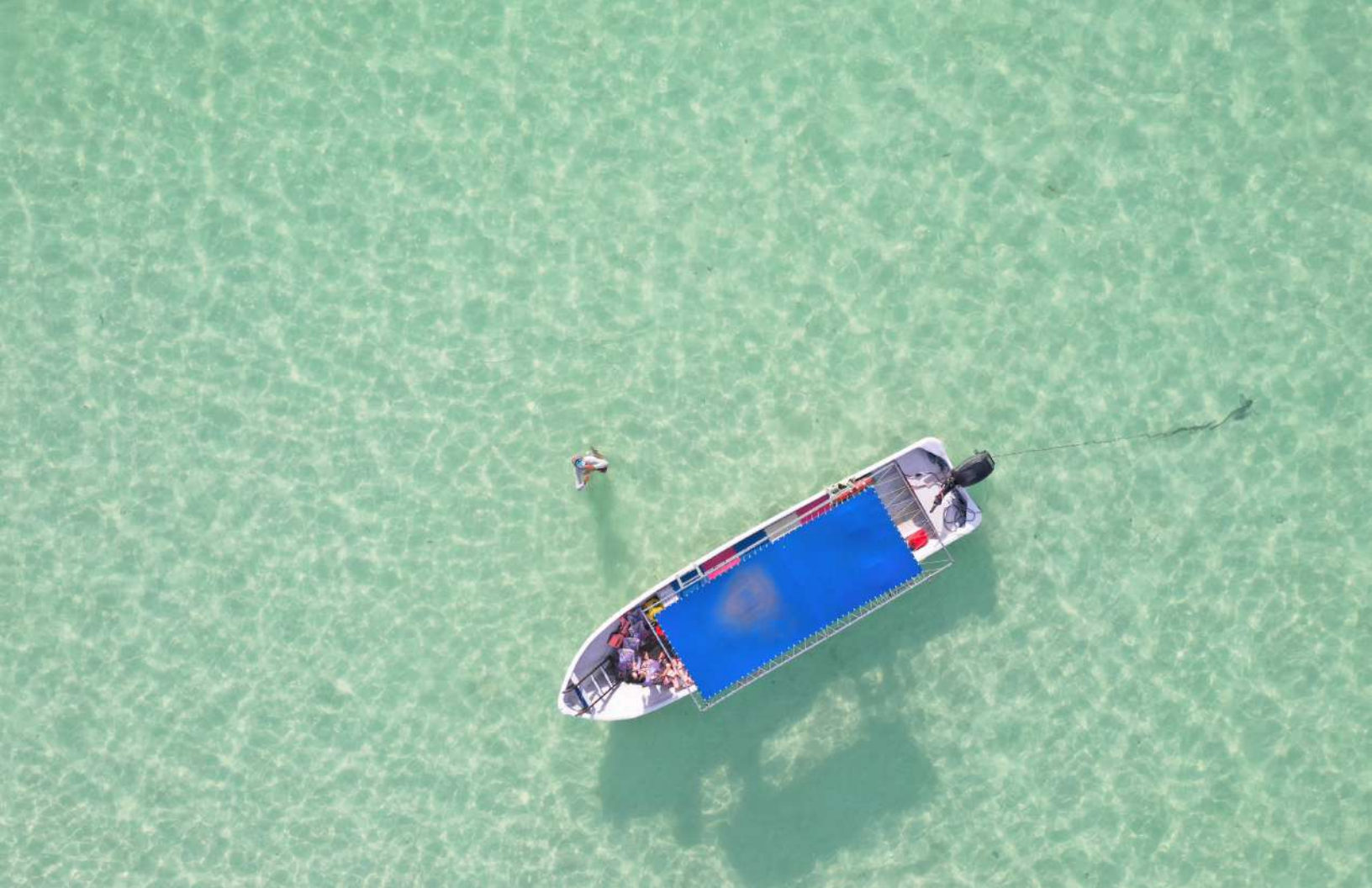


Figura: Actividad turística en lancha sobre la Laguna de Bacalar.

Fuente: Elaboración propia

Áreas ambientales forestales y cuerpos de agua continentales

La región de Chetumal y Othón P. Blanco, forma parte del corredor natural Sian Ka'an-Calakmul, el segundo macizo forestal más consolidado en América Latina [Pozo, Armijo Canto, & Calmé, 2011]. Las áreas alrededor de Bacalar y Chetumal, albergan varios tipos de selva, como: selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia y selva baja inundable. Estas selvas son de gran importancia, ya que contribuyen al clima de la región, a su resiliencia y a su gran biodiversidad. Sin embargo, a lo largo de los años, algunas zonas forestales se han convertido gradualmente en zonas urbanas, agricultura o de explotación forestal [CONANP, 2014].

Entre el bosque y la vegetación, se encuentra el sistema de lagunas, que también representa una zona de importancia ambiental. Parte del sistema lagunar costero, son las ciénagas, lagunas, esteros, cenotes y humedales. El sistema de lagunas es muy extenso, sólo en los alrededores de Bacalar se han identificado 24 cuerpos de agua perennes, de los cuales de mayor tamaño son la laguna de Bacalar y la Laguna de San Felipe [Gov. Quintana Roo, 2014]. Estas lagunas son una parte importante del sistema de aguas subterráneas; el agua se transporta a través de varios puntos hacia las lagunas vecinas, el Río Hondo y eventualmente a la Bahía de Chetumal. Además, las lagunas contribuyen a la recarga de los acuíferos de la región.

La Laguna de Bacalar, que merece una atención adicional, tiene una superficie de cuerpo de agua de 4,105.71 ha. y es un área de gran relevancia dado que brinda servicios ecosistémicos a la ciudad de Bacalar. El Plan Municipal de Desarrollo de Bacalar [2018-2021] y el Programa de Ordenamiento Ecológico de Laguna de Bacalar [2005], destacan la importancia de la Laguna para el municipio y el estado. Actualmente, la Laguna de Bacalar no es una zona protegida. Sin embargo, consta de una pequeña zona protegida de aproximadamente 5,36 ha. llamada la "Reserva Municipal Parque Ecológico".

La cuenca del río Hondo, el río que alimenta la mayor parte de esta zona, es compartida por México [42.6%], Belice [29.1%] y Guatemala [28.2%] [Cotler Avalos, 2010]. Parte de las áreas de captación del río Hondo se localiza fuera de las fronteras nacionales lo cual tiene un fuerte impacto en los procesos ambientales que ocurren río abajo. El río Hondo desemboca en áreas de la laguna de Bacalar, la Bahía de Chetumal y el mar caribe proporcionando a la zona de humedales y manglares el agua dulce que necesitan para sobrevivir, y desempeñando un importante papel hidrológico de los cenotes y acuíferos.



Protección contra las inundaciones

Los humedales y las selvas han demostrado un nivel de resiliencia alto frente a los eventos climáticos extremos, como huracanes, y como tal han mitigado impactos de tormentas [CONANP, 2014]. El sistema lagunar mitiga las inundaciones por procesos naturales, en temporada de lluvias. En áreas donde no existe drenaje pluvial, como en partes de Bacalar y Chetumal [Gov. Quintana Roo, 2014], la red de lagos y ríos y la vegetación reducen el flujo y captan el exceso de agua. Bacalar posee grandes áreas susceptibles de inundación, una vez que el agua rebasa el nivel del canal central de la Laguna, el agua fluye por las lagunas vecinas, los humedales, el Río Hondo y eventualmente a la Bahía de Chetumal.



Abastecimiento de Agua

Los recursos hídricos proporcionados por el río Hondo se usan para el desarrollo agrícola y municipal. La actividad principal de la cuenca del río Hondo es la agrícola [80% del PIB]. El distrito de riego Río Hondo abastece a una superficie de 6,278 hectáreas, beneficiando a 1,859 usuarios, de los cuales 100% son ejidales. La totalidad de la cuenca del Río Hondo tiene una población de más de 200.000 habitantes [Cotler Avalos, 2010].

La laguna de Bacalar es uno de los pocos cuerpos de agua superficial permanente de la península de Yucatán. Es un importante recurso de agua para consumo urbano. Los humedales, ciénagas, marismas y manglares alrededor del lago desempeñan un papel importante en la mejora de la calidad y filtración del agua al acuífero.



Abastecimiento de Alimentos y Materias Primas

Los humedales y selvas, han sido fuente de alimento y bienestar económico para los habitantes de las comunidades aledañas, quienes han aprovechado recursos como la langosta espinosa, peces de escama, tiburón, peces de cenote y otras especies. Por ejemplo, la selva ofrece servicios ecosistémicos con relación al abastecimiento de alimentos, fibras, madera y combustible, así como recursos forestales no maderables, como chicle, guano, o bejucos para la construcción y mantenimiento de viviendas.



Abastecimiento de Nutrientes

La descarga hidrológica constituye un eficiente mecanismo de producción ecológica. El agua, los nutrientes y los sedimentos acarreados por el río Hondo juegan un papel muy importante en la productividad primaria y en la biología de las especies costeras pesqueras, sobre todo en estadios juveniles.



Oportunidades de recreación y turismo

En los últimos años el número de visitantes nacionales e internacionales ha incrementado de manera notable. De 2003 a 2013, el número de visitantes anuales se triplicó, con un total aproximado de 92 mil visitantes [CONANP, 2014]. Aunque la mayoría de los visitantes que van a los áreas de Bacalar, Chetumal y Mahahual, proceden de zonas urbanas del norte (por ejemplo, Tulum), las áreas verdes aumentan la atracción de toda la región. En general, las áreas protegidas, como el Complejo Sian Ka'an, constituyen un recurso con gran potencial para la promoción y desarrollo del turismo sustentable. La belleza escénica del paisaje es un destino turístico atractivo la cual a su vez depende de la conservación de los ecosistemas como las selvas, los humedales de agua dulce y los salobres, y su gran biodiversidad.

La Laguna de Bacalar es uno de los principales atractivos turísticos de la zona. Es conocida como la Laguna de los Siete Colores por sus siete diferentes tonalidades de azul entre sus aguas. El turismo ha incrementado debido a la importancia que ha adquirido Bacalar desde que fue designado Pueblo Mágico. Durante 2008-2009 la oferta de hoteles y habitaciones creció de 15 Hoteles con 159 habitaciones, a 24 hoteles y 220 habitaciones [Gob Quintana Roo, 2016]. En 2008 se realizó un estudio que señala que Bacalar es un destino de estancia corta [el 27% son turistas que se hospedaron 2 noches en promedio y el 73% son excursionistas que permanecieron en Bacalar 5 horas en promedio] de los turistas regionales, el 24% provienen del estado de Yucatán [Gob Quintana Roo, 2016].

Figura: Playa en Mahahual.

Fuente: Elaboración propia.



ASPECTOS AMBIENTALES

1.2



Hidrología

Los recursos hidrográficos de los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco pertenecen a la Región Hidrológica- Administrativa Yucatán Este (Quintana Roo). Componen un sistema hidrológico que alberga al Acuífero del Sur de Quintana Roo y la principal fuente de abastecimiento de agua para todas las actividades humanas [Sánchez et al, 2016; Falcón L. , 2020]. La circulación de sus aguas es primordialmente subterránea, con escasas corrientes de agua superficial, donde figuran las ramificaciones del Río Hondo, que nace entre las sierras fronterizas entre Belice y Guatemala, llega hasta Bacalar y desemboca en la Bahía de Chetumal, con un flujo aproximado de 70.80 m³ [CONAGUA, 2020].



Acuíferos

Península de Yucatán

124,413 km²

2,386.92 hm³/año

Cerros y valles

6,768 km²

284.90 hm³/año

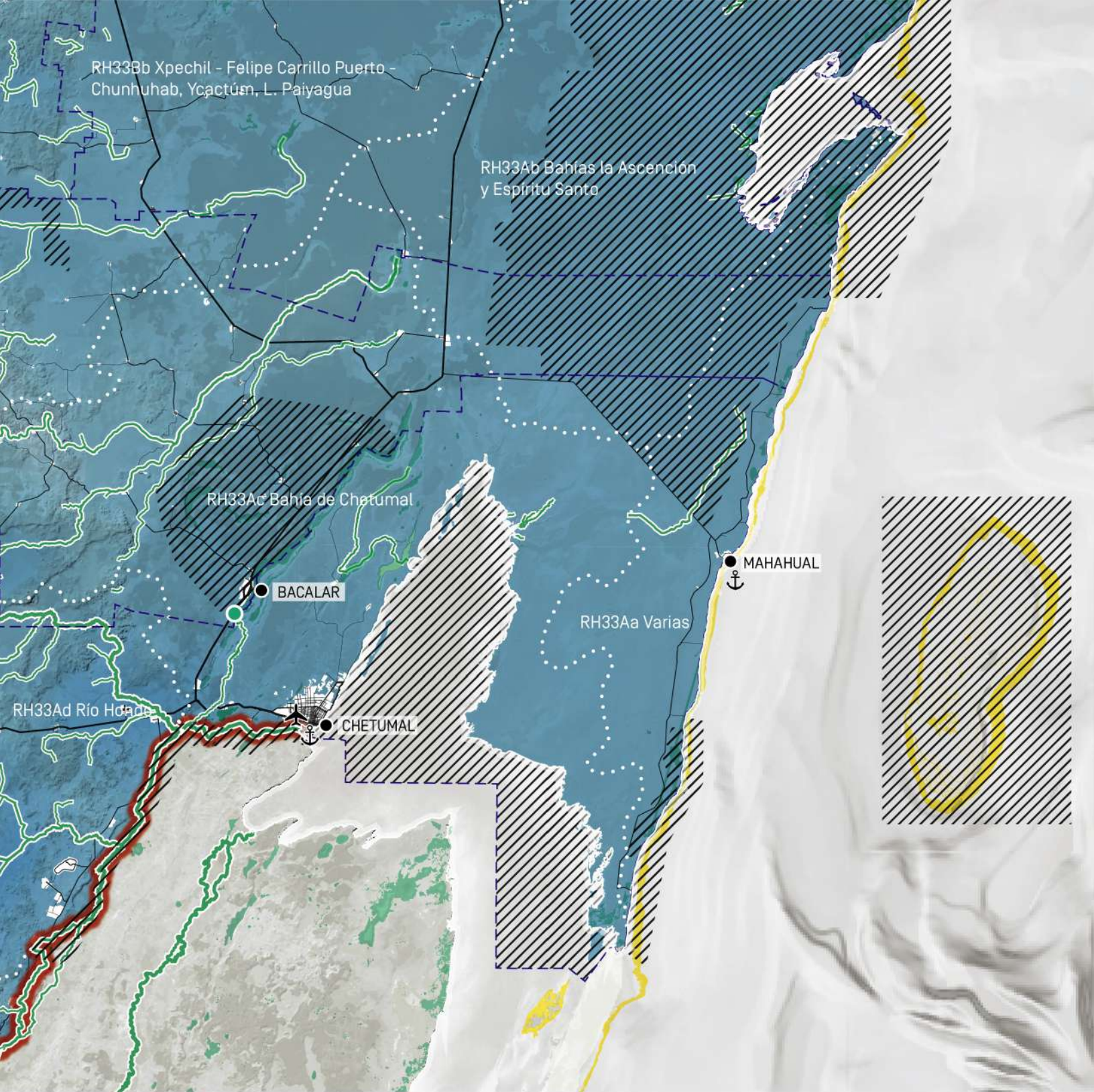
Xpujil














7,926 km²

307.21 hm³/año

Diagrama: Proporción y balance hídrico de los acuíferos de los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar.

Fuente: elaboración propia con datos de SIGAGIS-CONAGUA, 2021.



-  Localidades
-  Red vial
-  División nacional
-  División municipal
-  Áreas Naturales Protegidas
-  Arrecifes de coral
-  Escorrentías intermitentes
-  Subcuencas
-  Cuerpos de agua intermitentes
-  Área de captación de agua pluvial
-  Cenote
-  Aeropuerto
-  Puerto



Mapa ambiental de Bacalar/Othón P. Blanco. Hidrología y zonificación climática. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021

Zonificación Climática

Las tipologías de suelo predominantes en las localidades urbanas están conformados por Rendzina, Vertisol pélico, Regosol calcárico, y Gleysol vértico cuyas propiedades favorecen el almacenamiento, flujo de nutriente y la formación de humedales y manglares fundamentales como protección y preservación de la costa y su biodiversidad [CCSLB, 2016]. Sin embargo, estas cualidades del suelo también reconocen la infiltración y arrastre de contaminantes, que aunado al crecimiento demográfico y económico impulsado por la industria turística y agrícola, han traído consigo una creciente demanda de agua y consecuente generación de aguas residuales y desechos sólidos [Sánchez et al., 2016].

El clima predominante en esta región costera es cálido sub-húmedo. La temperatura promedio anual es de 26.5°C con una precipitación media anual de 800 mm a 1600 mm principalmente entre mayo y octubre. Los huracanes se presentan regularmente en los meses de octubre y noviembre, con una velocidad muy variada. La presencia del río y zonas inundables que rodean a la bahía de Chetumal le aportan características estuarinas al territorio [MOPB, 2011]. Además, por su escasa profundidad [3.28m en promedio] el movimiento de las masas de agua se determina principalmente por los vientos alisios predominantes. La superficie de ambos municipios forma parte de la subprovincia fisiográfica “Costa Baja de Quintana Roo”, donde la existencia de fallas y fracturas favorecen la infiltración de agua y la recarga de acuíferos que figuran como la fuente principal de abastecimiento de agua [PDM Bacalar, 2016].

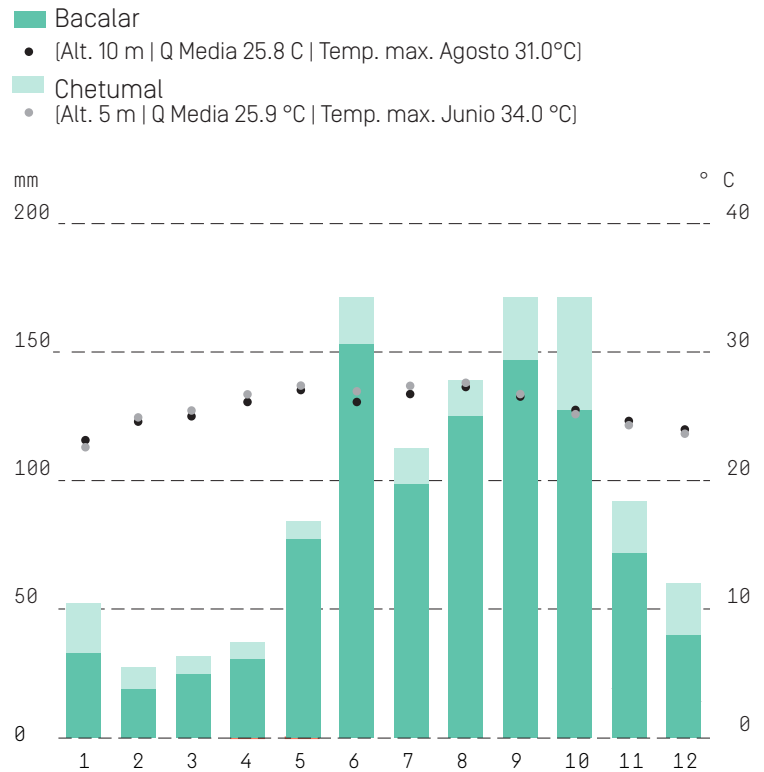
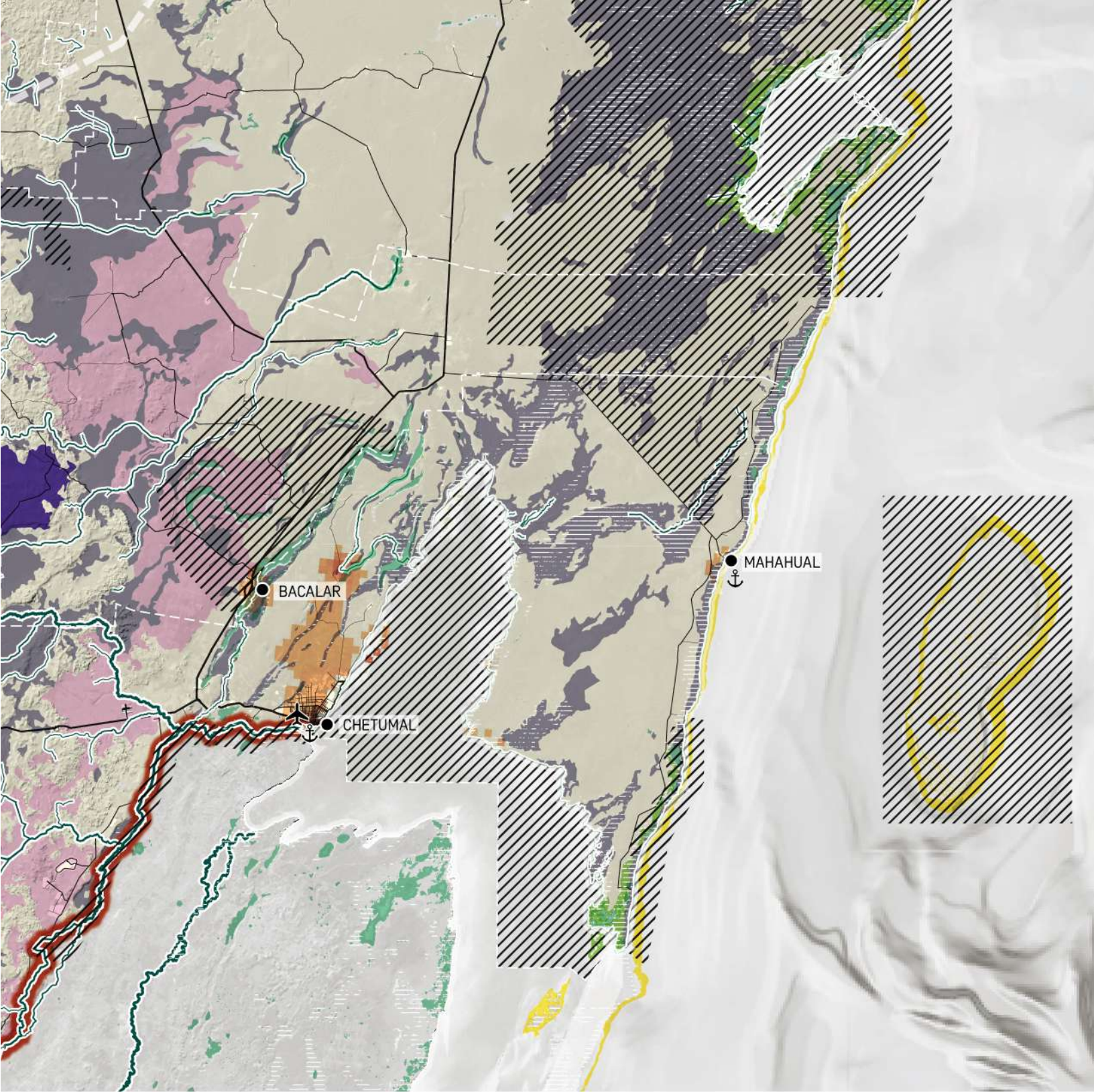


Diagrama: Diagrama climático de Bacalar y Chetumal.

Fuente: elaboración propia con datos de climate-data.org



- Localidades
- Red vial
- División nacional
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Escorrentías
- Edafología**
- Luvisol crómico
- Solonchak
- Gleysol
- Vertisol
- Rendzina

- Balance hídrico [déficit m³/año]**
- 35
 - 25
 - División acuíferos
 - Aeropuerto
 - Puerto



Mapa de balance hídrico de Othón P. Blanco y Bacalar. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

Uso de Suelo y Vegetación

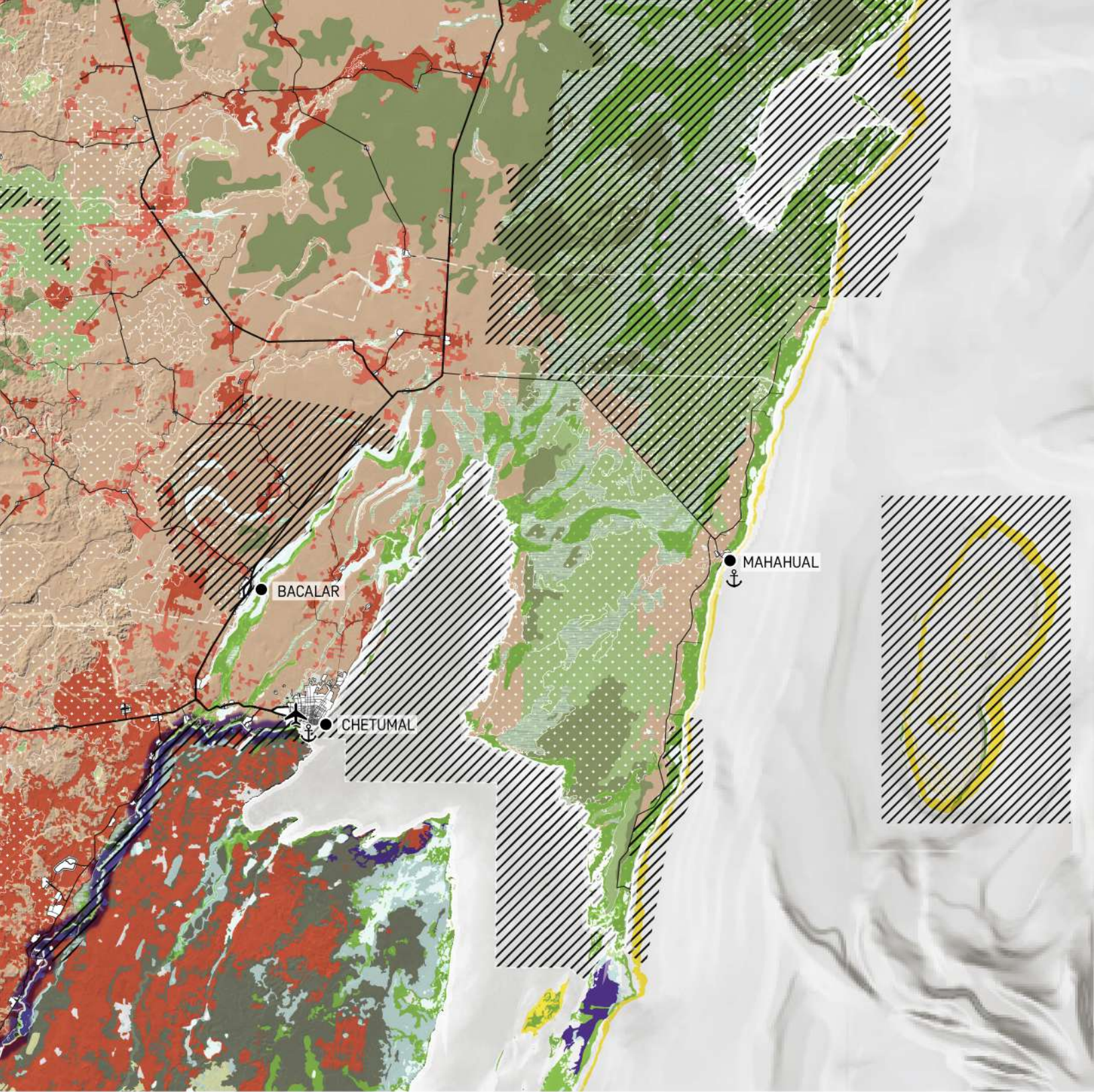
En la región predomina la vegetación secundaria y la selva baja. También se encuentran áreas de selva mediana, humedales, bosque seco y húmedo, pastizal cultivado y áreas agrícolas (Tabla 2). El PDU-Othon P. Blanco (2005) señala que el uso de suelo para la actividad primaria (agricultura y ganadería) ocupa una superficie de 76,224 ha., de las cuales 27,507 se concentran en la zona cañera. En la región costera de Bacalar y Othon P. Blanco, las áreas productivas vinculadas a la agricultura extensiva se realizan a las afueras de la ciudad de Bacalar y en ambos frentes de Río Hondo, reconociendo también esta práctica como una problemática a escala transnacional. De acuerdo a INEGI (2021), en Othon P. Blanco 42.4% del territorio son áreas de humedales potenciales. Mientras que en Bacalar 29.5% del territorio tiene ese mismo potencial.










La continuidad del paisaje superficial en conjunto con los flujos subterráneos consolidan y proporcionan conexiones entre ecosistemas y los servicios ecosistémicos que ellos proporcionan (Falcón, 2020). Con el aumento del desarrollo en las localidades urbanas vinculadas a los ecosistemas, esta red natural de servicios integrados queda comprometida, modificando los procesos que mantienen conectados a los ecosistemas a través de actividades como la deforestación, el desarrollo de agroindustrias, del turismo masivo, entre otras.

Repartición de usos de suelo y vegetación

	%	Clase	Área total		%	Clase	Área total
BACALAR	27.20 %	Veg. sec. selva baja		OTHÓN P. BLANCO	24.50 %	Veg. sec. selva mediana	
	25.88 %	Selva mediana			21.96 %	Veg. sec. selva baja	
	15.33 %	Selva baja			11.95 %	Selva baja	
	11.11 %	Veg. sec. selva mediana			10.65 %	Tular	
	8.33 %	Tular			8.73 %	Agricultura	
	8.03 %	Pastizal cultivado			7.18 %	Pastizal cultivado	
	3.58 %	Manglar			6.90 %	Manglar	
	2.28 %	Agricultura			4.13 %	Selva mediana	
	1.50 %	Cuerpo de agua			1.34 %	Cuerpo de agua	
	0.35 %	Asentamientos humanos			0.85 %	Asentamientos humanos	
0.21 %	Otros		1.82 %	Otros			

Diagrama: tabla de áreas de uso de suelo y vegetación del municipio de Othon P. Blanco y Bacalar. Elaboración propia con base en SIG [INEGI, 2021]



-  Localidades
-  Red vial
-  División nacional
-  División municipal
-  Áreas Naturales Protegidas
-  Arrecifes de coral
-  Humedal potencial
-  Aeropuerto
-  Puerto

- Uso de suelo y vegetación
-  Agricultura
 -  Bosque húmedo
 -  Bosque seco
 -  Selva mediana
 -  Selva baja
 -  Sabana baja
 -  Pastizal cultivado
 -  Humedal
 -  Vegetación secundaria



Mapa de uso de suelo y vegetación de Bacalar y Othón P. Blanco.
 Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020.

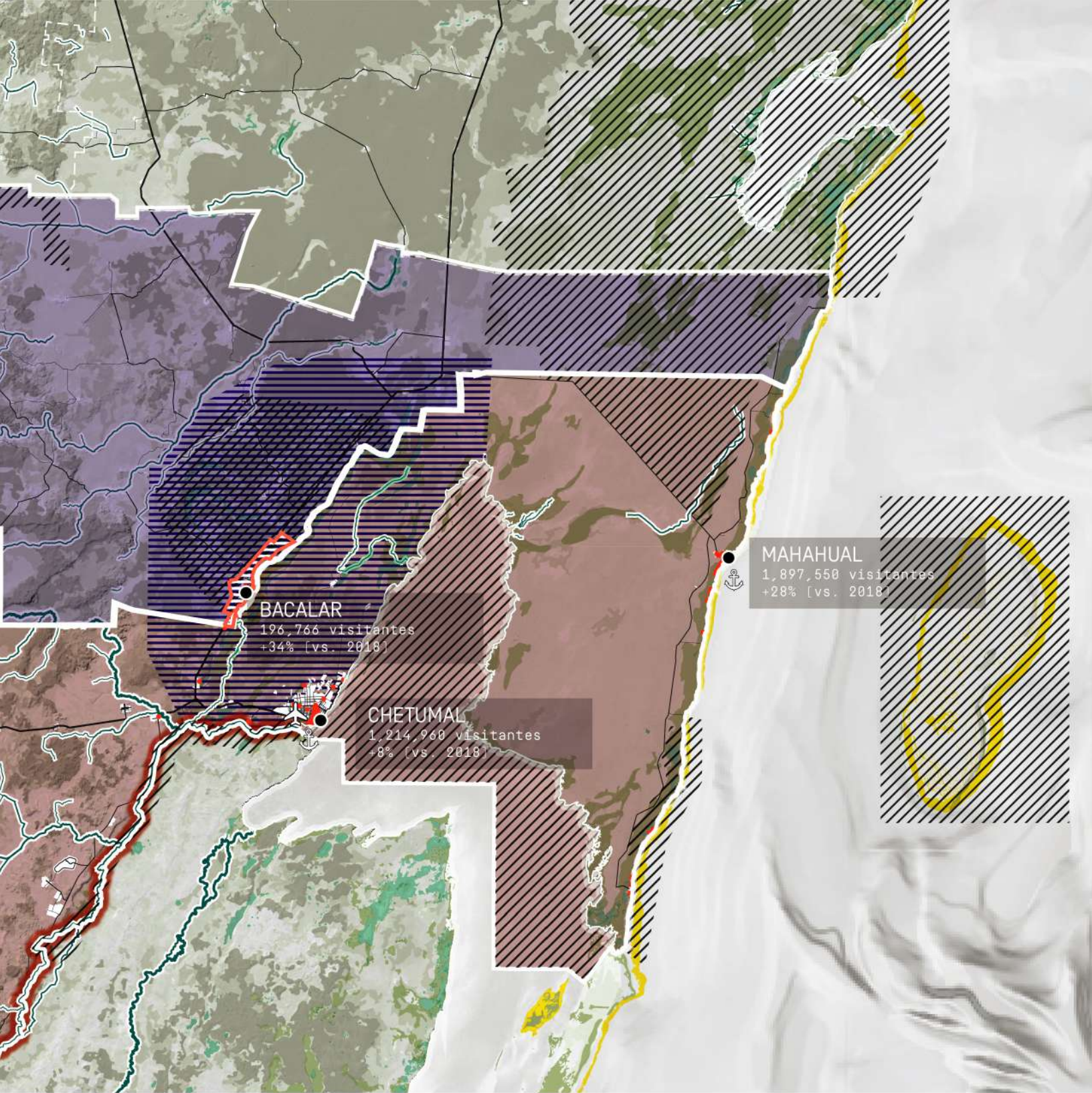
ASPECTOS URBANOS

1.3



Unidades geográficas de planeación urbana

La región cuenta con diversos instrumentos de planeación urbana y desarrollo municipal, planes de ordenamiento ecológico y reglamentos de imagen urbana. A escala municipal, se encuentra la actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco (2005) y el Plan Municipal de Desarrollo de Bacalar (2016-2018), ambos incluyen apartados relacionados a la planeación del desarrollo y mejora urbana de los municipios, entre otros aspectos. En el municipio de Othón P. Blanco, se encuentra el Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay Pix y Xul-Há (2018). También, se encuentra el reglamento de imagen urbana del Centro Histórico de la Ciudad de Chetumal. Así mismo, el Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual 2021-2050, el cual tiene una superficie de cobertura de 3,373.25 ha. para el año 2025, lo que posiciona a este lugar dentro del corredor turístico Costa Maya y dentro del Desarrollo integral de la Zona Sur del Estado de Quintana Roo. En el municipio de Bacalar, se encuentra el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bacalar (PDUCP-Bacalar, 2016), cabecera del Municipio de Bacalar, Q. Roo, el cual tiene una cobertura de 4,000.47 ha. De igual forma, el reglamento de imagen urbana del Municipio de Bacalar (2015). Además, se encuentran los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) de Bacalar y Chetumal.



- Localidades
- Red vial
- División nacional
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Hoteles
- Aeropuerto
- Puerto

- Normativa aplicable
- Programa Municipal de Desarrollo, Othón P. Blanco
 - Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar
 - Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Bacalar 2016-2022
 - Programa Municipal de Desarrollo, Bacalar



Mapa de unidades geográficas de planeación local. Fuente: Elaboración propia con datos del Gobierno de Quintana Roo 2016 y 2005.

Sociodemografía y perspectiva de género



Educación

La brecha educativa en el municipio medida concluye que la proporción entre hombres y mujeres de 12 a 15 años con educación secundaria es cercana a 1 [83.26], sin embargo el valor está por debajo de la media nacional [88.47/100] (ONU-HABITAT, 2015).

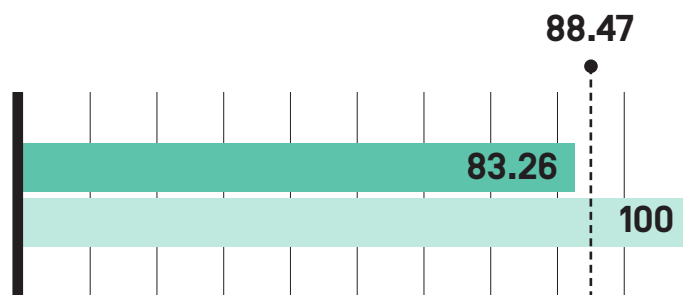


Figura: Proporción de hombres y mujeres de 12 a 15 años con educación secundaria.

Fuente: elaboración propia con datos de ONU-HABITAT [2018].



Participación en el mercado laboral

La Población Económicamente Activa en el municipio de Bacalar presenta una gran brecha de género, con una distribución de 77% hombres y 23% mujeres en 2015 (INEGI, 2016). Esta proporción mejoró para 2020, con una distribución de 66% hombres y 34% mujeres (INEGI, 2021a), sin embargo, aún no se ha alcanzado una equidad de participación en este rubro.

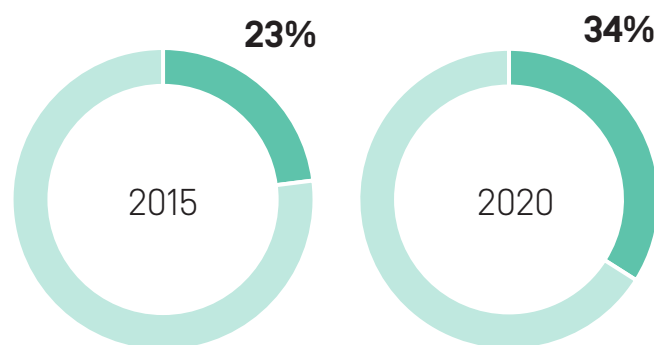


Figura: Distribución de la Población Económicamente Activa por sexo. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI [2016;2021].



Participación en el gobierno laboral

En Quintana Roo, el Congreso Estatal se conformó en 2020 por un 52% de diputadas electas (CNDH, 2020). En el Poder Judicial, la participación de mujeres durante 2018 fue del 28% de puestos de magistraturas, 53% de puestos para juezas y jueces, y 63% de puestos de secretarías de estudio y cuenta y/o proyectistas (CNDH, 2020).

A nivel municipal, la participación de mujeres en el Ayuntamiento de Othón P. Blanco ha alcanzado apenas el 22% de los cargos disponibles entre 1975 (año de fundación de Q. Roo como estado) y 2010. Dentro de este porcentaje se incluyen 3 Presidentas Municipales, 2 Síndicas y 4 Primeras Regidoras (Lavalle, 2010).

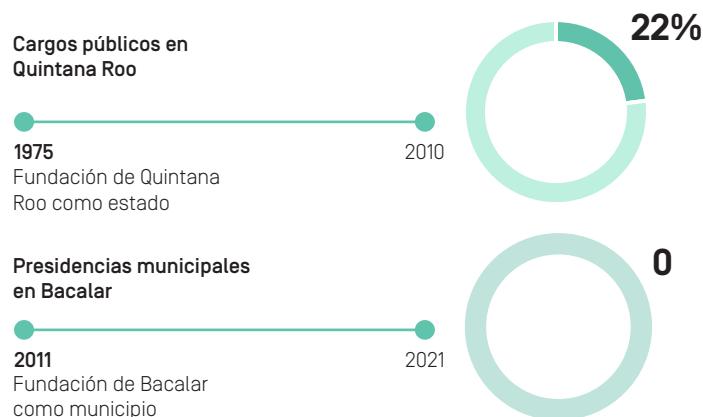


Figura: Distribución de cargos en los gobiernos de Quintana Roo y Bacalar. Fuente: elaboración propia con datos de Lavalle 2010 y HAMB, 2021.

Desde la fundación de Bacalar como municipio en 2011, todos los presidentes municipales han sido hombres. Actualmente el gobierno municipal incluye una mujer como síndica, y 5 de los 9 regidores como mujeres (H. Ayuntamiento del municipio de Bacalar, 2021). Estos datos muestran que aún hay una brecha fuerte en la participación de mujeres en los gobiernos municipales.

Simbología

- Grupos identificados como mujeres
- Grupos identificados como hombres



Brecha salarial

El salario promedio mensual en Quintana Roo durante el primer trimestre de 2021 fue de \$5,920 para hombres y \$4,760 para mujeres, por lo que existe una brecha salarial en la que las mujeres ganan 20% que los hombres en el estado [Data México, 2021].

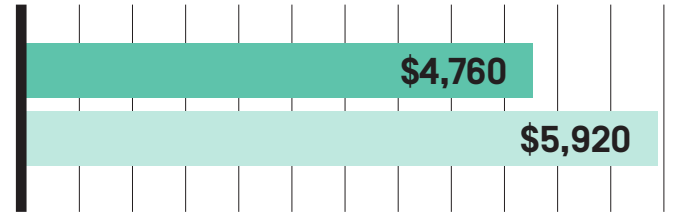


Figura: Salario mensual promedio de hombres y mujeres en Q. Roo, 2021-1° trimestre. Fuente: elaboración propia con datos de Data México [2021].



Jefas de hogar

En 2020 se registró en Bacalar un 25.1% de las viviendas con mujeres jefas de hogar, la mayoría de ellas en el rango de 40 a 44 años, seguidas de los grupos de 35 a 39 años y 30 a 34 años [Data México, 2021a]. Por su parte en Othón P. Blanco se registraron 34.5% de las viviendas con mujeres jefas de hogar, la mayoría en el rango de 40 a 44 años, seguidas de los grupos de 45 a 49 años y 50 a 54 años [Data México, 2021b].



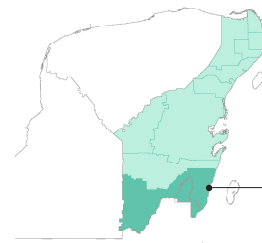
Figura: Proporción de jefas de hogar por sexo OPB y Bacalar. Fuente: elaboración propia con datos de Data México [2021].



Violencia de género y acoso sexual

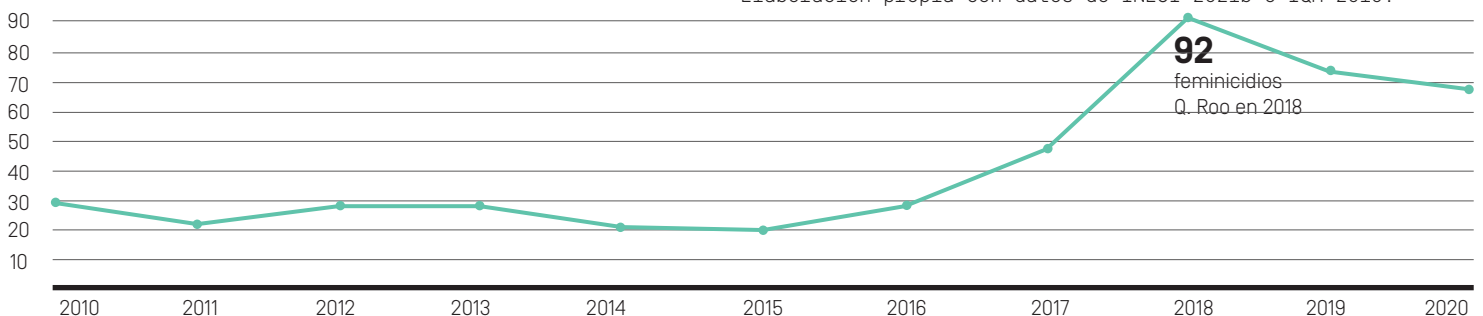
A nivel estatal se tiene registro de 30 homicidios de mujeres en 2010, con una ligera disminución hacia 2015 con 21 casos. Sin embargo es notorio el marcado ascenso de casos en años recientes, pasando de 29 en 2016 a 68 en 2020, con un pico de 92 casos en 2018 [INEGI, 2021b]. Asimismo, en Quintana Roo 5 de cada 10 mujeres mayores de 15 años reportan haber sufrido algún tipo de violencia a lo largo de su relación con su última pareja. Estos casos de violencia se dividen en 92% psicológica, 52% económica, 31% física y 18% sexual [IQM, 2016].

Los niveles de violencia contra la mujer son muy altos en Othón P. Blanco, pues el 41% de los casos reportados ante la Secretaría Estatal de Seguridad Pública ocurren en este municipio [IQM, s.f.].



41% de los casos de violencia contra la mujer en Q. Roo ocurren en **OPB**

Figura: Cifras de violencia de género en Q. Roo. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2021b e IQM 2016.



Impacto de las actividades económicas

En la Península el proceso de privatización de las tierras ejidales provoca deforestación y pone en peligro actividades campesinas como la apicultura, mientras que la expansión del uso de pesticidas conlleva contaminación [Colectivo GeoComunes et al., 2020]. En el municipio de Bacalar, los ejidos abarcan 441,058 ha. [61.6%] del territorio [INEGI 2021]. Mientras que en Othon P. Blanco, los ejidos ocupan 599,894 ha [59.8%]. A partir de los datos georreferenciados de INEGI 2021 y CONABIO 2014 se puede observar que los mayores índices de impacto humano a la biodiversidad terrestre se concentran a lo largo de las carreteras y localidades urbanas del interior, aunque también este impacto se extiende hacia las zonas costeras y turísticas de Chetumal y Mahahual. Estas áreas de mayor impacto humano coinciden con una mayor deforestación y reducción de manglares, por el crecimiento del turismo masivo y de aventura.

Además, se encuentran agroquímicos mencionados por los consultores como factor de contaminación no solo en la Laguna de Bacalar sino en la región.



Migración hacia Quintana Roo

945,101

personas (2015-2020)

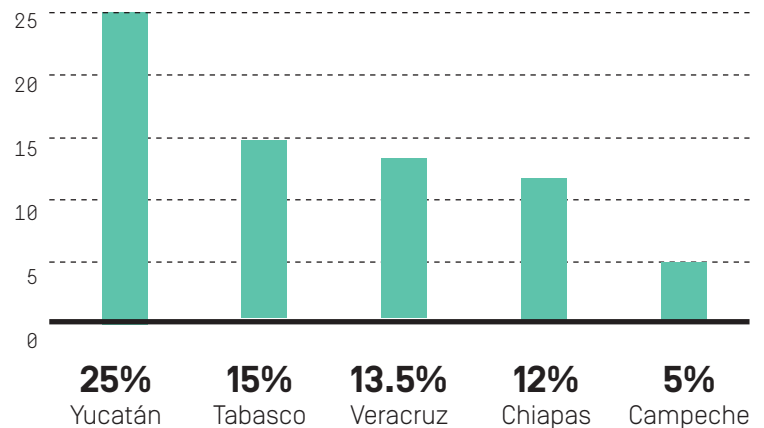


Diagrama: Principales estados de origen de la inmigración interna a Quintana Roo. Elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda de INEGI [2015,2021].



Motivos de inmigración interna a Quintana Roo

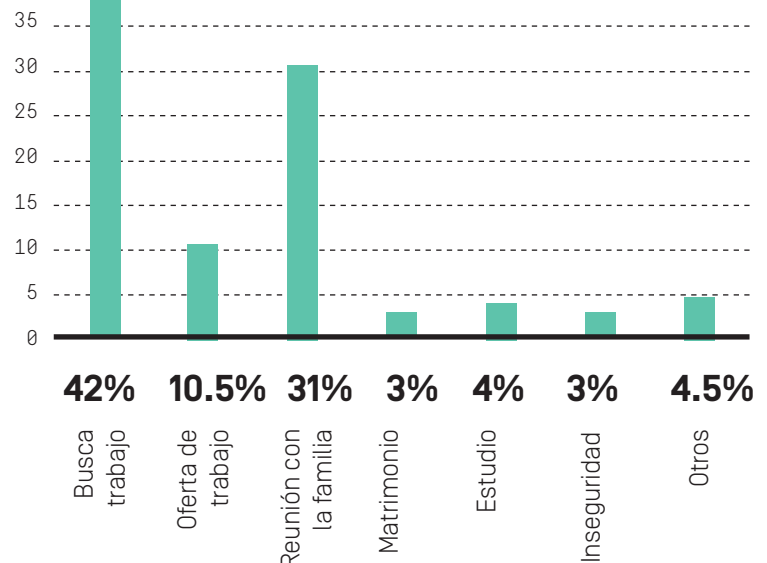


Diagrama: Principales motivos de la inmigración interna a Quintana Roo. Elaboración propia con datos del Censo de población y vivienda de INEGI [2015,2021].



- Localidades
- Red vial
- División estatal
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Hoteles
- Red de alta tensión
- Manglares
- Arrecifes de coral con valor turístico +\$350,000 USD/km2
- Trazado proyectado Tren Maya
- Aeropuerto
- Puerto

Índice de impacto humano en la biodiversidad terrestre

- 0.5
- 0.6
- 0.7
- 0.8
- 0.9
- Parque solar
- Basureros, rellenos y depósitos de desechos
- Granja avícola
- Granja porcina
- Ppales. comunidades menonitas
- Monocultivos



Mapa de impacto humano en la biodiversidad terrestre. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2014.

FACTORES DE PRESIÓN POR CAMBIO CLIMÁTICO



Actividad turística

Debido a su riqueza natural, el estado es uno de los principales polos de atracción turística del país; tan solo en 2019 recibió 23.9 pasajeros en aeropuertos y 7.2 millones de visitantes en cruceros (SEDETUR, 2019). Desde hace varias décadas la región enfrenta retos para la preservación de sus principales ecosistemas frente a las amenazas que supone el desarrollo urbano derivado del turismo. Se espera que en los próximos años, esta tendencia crezca ya que proyectos de desarrollo económico como el Tren Maya, atraerán más turistas a la región, desequilibrando aún más a los ecosistemas por dónde pasará este tipo de infraestructura y provocando especulación de terrenos no aptos para la urbanización. Si bien el turismo es un factor primordial para los municipios, es necesario promover estrategias que protejan el patrimonio natural y cultural de la región.



Agricultura expansiva

Las malas prácticas de deforestación y quemas para generar nuevos suelos para actividades como la agricultura y ganadería inciden en la degradación ecológica de la región. Tan solo en el municipio de Othon P. Blanco el 62.49% del total de área agrícola son monocultivos. Mientras que en Bacalar el 45.42% del área agrícola son monocultivos [FUENTE]. La agricultura expansiva que hace uso de pesticidas y fertilizantes tóxicos representa un riesgo ambiental dado que éstos se infiltran en los acuíferos. Lo que ocasiona grave contaminación hídrica en el sistema de ríos subterráneos, cuerpos de agua y eventualmente el mar. En la Región de Bacalar-Río Hondo, las áreas deforestadas aumentaron de un 8.9% en 1993 a cerca de 18.3% en 2018; la tasa de deforestación de bosque secundario tuvo una reducción de 2.8% (4839 ha/año) (Ellis et al., 2020).



Hospedaje

Número de establecimientos por localidad

53

Bacalar

51

Chetumal

33

Mahahual

Diagrama: Distribución de unidades económicas de alojamiento en Bacalar y Othón P. Blanco. Fuente: elaboración propia con datos de DENUE-INEGI [2021].



Fragmentación administrativa

Si bien los ecosistemas se encuentran interconectados, la fragmentación político-administrativa entre los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco, así como su frontera internacional con Belice dificultan la protección de los ecosistemas. Es necesario generar estrategias de manejo integrales.



Figura: Muelle de Mahahual.
Fuente: Elaboración propia.

ASPECTOS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD

1.4



Riesgos hidrometeorológicos

La región costera de Bacalar y Othón P. Blanco es afectada periódicamente por fenómenos hidrometeorológicos extremos como huracanes y ciclones, acompañados por fuertes lluvias provocando inundaciones. En invierno, al contrario, la región tiene bajas precipitaciones pero el riesgo de escasez queda bajo. Desde finales del siglo XIX la región es afectada por al menos un ciclón al año [CONAGUA, 2012]. Si bien las localidades cuentan con los medios de comunicación para alertar a gran parte de las amenazas vinculadas a los fenómenos extremos que se presentan, aún existe la necesidad de infraestructura [por ej., refugios, infraestructura gris y verde, hidráulica, sanitaria y de salud, entre otras] capaz de responder ante eventos meteorológicos extremos. Así mismo, la región se encuentra afectada por la pérdida de áreas de manglares y presenta zonas de presión económica de deforestación. También existen riesgos de hundimientos en los suelos de tipo Leptosols donde el suelo es altamente permeable [Fragoso, 2018].

Según la evaluación 'Think Hazard' [2021], el riesgo de incendio forestal, por inundación fluvial, inundación costera y ciclón es alto. Mientras que los riesgos por inundación urbana, terremoto y calor extremo los cataloga como riesgo medio [GFDRR, 2020].

Entre las principales amenazas a nivel regional hacia los ecosistemas se encuentran: deforestación por expansión agrícola y urbana, eventos meteorológicos extremos, contaminación por actividades antropogénicas e implementación de grandes proyectos de infraestructura como el Tren Maya.

En el municipio de Othón P. Blanco, se considera que 62.1% de los terrenos inundables se ubican cerca de actividad agrícola. Mientras que en el municipio de Bacalar, se considera que 42.7% de los terrenos inundables se ubican cerca de actividad agrícola, lo que supone contaminación de los mantos acuíferos en caso de uso de agroquímicos en éstas zonas.

FACTORES DE PRESIÓN POR CAMBIO CLIMÁTICO



Aumento del nivel del mar

La línea de costa del Estado de Quintana Roo es una zona propensa a riesgos por aumento del nivel del mar debido a la alta concentración de infraestructura turística y comercial. Por otro lado, debido a la baja elevación del terreno los sistemas de humedales registran una fragilidad alta frente a los diversos escenarios de aumento del nivel del mar.



Acidificación del océano

Los cambios en los niveles de PH del océano a nivel global ponen en riesgo los arrecifes de la región de estudio. Alrededor del 80% de los arrecifes del Sistema Arrecifal Mesoamericano Mexicano se ubican en un área de 2 km de la línea de playa. Este factor los vuelve en ecosistemas altamente vulnerables a la actividad humana, en especial las actividades turísticas de la región. [Ardisson, May-Kú, Herrera-Dorantes, & Arellano-Guillermo, 2011]. La cobertura coralina ha disminuido dramáticamente hasta llegar a menos del 10% de su extensión potencial [Falcón L., 2020].

QUINTANA ROO

49%

[32 ha]



Riesgo por inundación

9%

[28,484 ha]

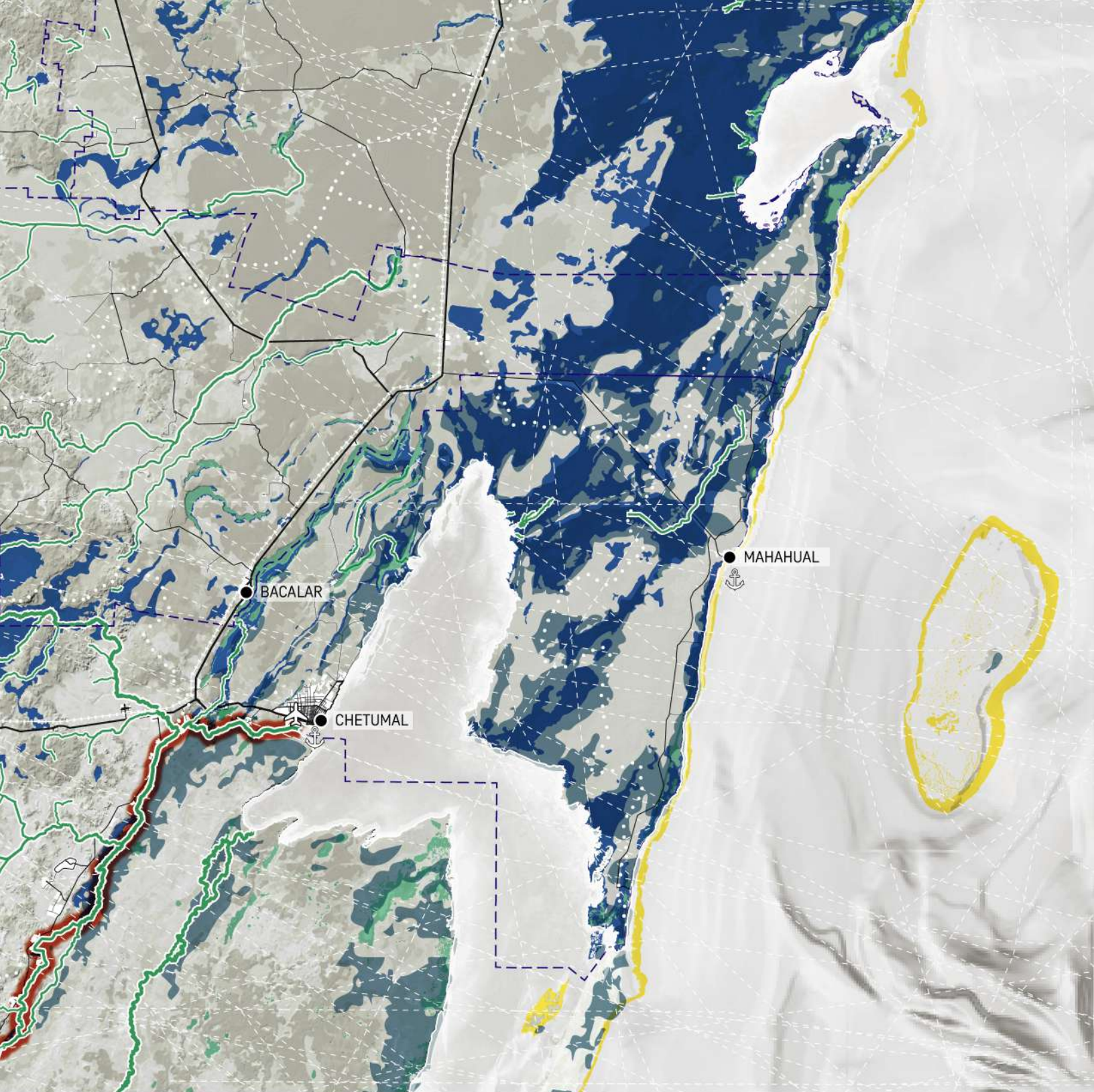
Bacalar










17%




[104,201 ha]

Othón P. Blanco

Diagrama: Riesgo y distribución de inundaciones en el municipio de Quintana Roo. Fuente: elaboración propia con datos de SEDATU [2013].



-  Localidades
-  Red vial
-  División nacional
-  División municipal
-  Áreas Naturales Protegidas
-  Arrecifes de coral
-  Trazado proyectado Tren Maya
-  Aeropuerto
-  Puerto

-  Ciclones y huracanes
-  Terreno inundable [INEGI]
-  Inundación periodo de retorno 1000 años



Mapa de riesgos hidrometeorológicos.
 Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2021 y CENAPRED 2020.

Deforestación

La cobertura forestal en Quintana Roo alcanza el 83% de su territorio, en la que se incluyen ecosistemas como selvas medianas y altas, selvas bajas, sabanas y manglares [CONAFOR et al., 2018]. Sin embargo, existe una grave problemática de deforestación en el estado. La Comisión Nacional Forestal estima en alrededor de 194,000 ha la superficie deforestada en Quintana Roo entre 2003 y 2018, con un promedio anual de deforestación de 12,125 ha durante este periodo [CONAFOR et al., 2018].

Los cambios de uso de suelo que dan pie a la deforestación se explican mediante tres factores principales:

i) Prácticas agrícolas expansivas, que además contribuyen a la contaminación de los suelos mediante el uso de químicos pesticidas y fertilizantes.

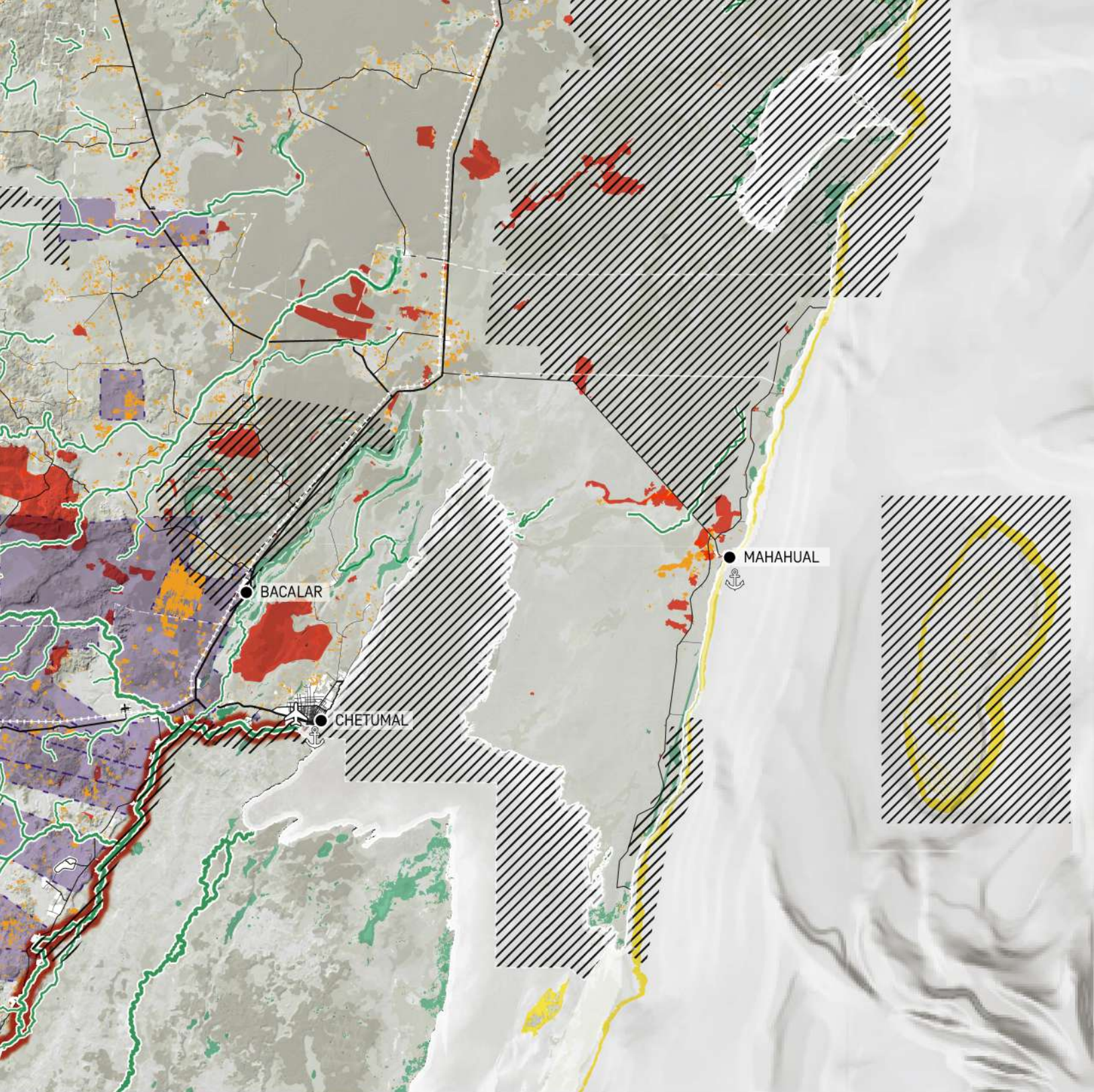
ii) Falta de espacios en las centralidades de las localidades urbanas para lograr un tipo de urbanismo más denso y a falta de instrumentos de gestión del suelo para lograr este objetivo.













iii) Especulación del suelo. Lo lucrativo que puede resultar para las organizaciones de ejidatarios el fraccionamiento y compraventa de terrenos para acomodar un tipo de urbanismo horizontal en zonas que no son aptas para la urbanización. Todos estos elementos se verán exacerbados por el crecimiento de Bacalar como destino turístico en México y su conectividad con el Tren Maya. En Quintana Roo la oferta de alojamiento turístico ha crecido un 269 % entre 2000 y 2018, pasando de 38,000 cuartos disponibles a 102,000 [CONAFOR et al., 2018].

El crecimiento de las actividades primarias es un factor importante en la deforestación de Quintana Roo. Esta se debe al impulso gubernamental mediante subsidios, así como a la expansión del ingenio azucarero impulsado por menonitas e industrias agroindustriales [CONAFOR et al., 2018]. La expansión de los cultivos de caña de azúcar, soya, limón, papaya, piña y sandía realizada mediante el desmonte de la selva existente ha provocado pérdidas de 5,900 ha anuales. Por su parte la actividad ganadera en el estado genera pérdidas de 4,900 ha de selva al año para su crecimiento [CONAFOR et al., 2018].

Destaca que los dos municipios de estudio, Bacalar y Othón P. Blanco ocupan el primer y segundo lugar de área deforestada en el estado respectivamente. Bacalar con una pérdida de 24,535 ha de selva y Othón P. Blanco con 24,452 ha perdidas entre 2011 y 2018. En conjunto ambos municipios representan el 54% de la deforestación en Quintana Roo [CONAFOR et al., 2018].

Las áreas con mayor deforestación en Bacalar se concentran en los núcleos agrarios de Salamanca, El Bajío, Río Verde, Nuevo Tabasco, Miguel Alemán y El Cafetal [CONAFOR et al., 2018]. En Othón P. Blanco los ejidos de Caoba, Laguna Om, Ramonal Río Hondo, Guadalajara, Sacxán y Palmar son los que presentan mayores niveles de deforestación [CONAFOR et al., 2018].



- | | | | |
|--|------------------------------|---|--|
|  | Localidades |  | <u>Deforestación CONAFOR</u> |
|  | Red vial |  | Núcleos agrarios con mayor deforestación |
|  | División nacional |  | Incendios forestales |
|  | División municipal | | Cambios en uso de suelo 2000-2018 [Forestal a No Forestal] |
|  | Áreas Naturales Protegidas | | |
|  | Arrecifes de coral | | |
|  | Trazado proyectado Tren Maya | | |
|  | Aeropuerto | | |
|  | Puerto | | |



Mapa de deforestación.
Fuente: elaboración propia con datos de CONAFOR et al 2018.

DINÁMICAS URBANO-AMBIENTALES A ESCALA LOCAL

2.1. Bacalar

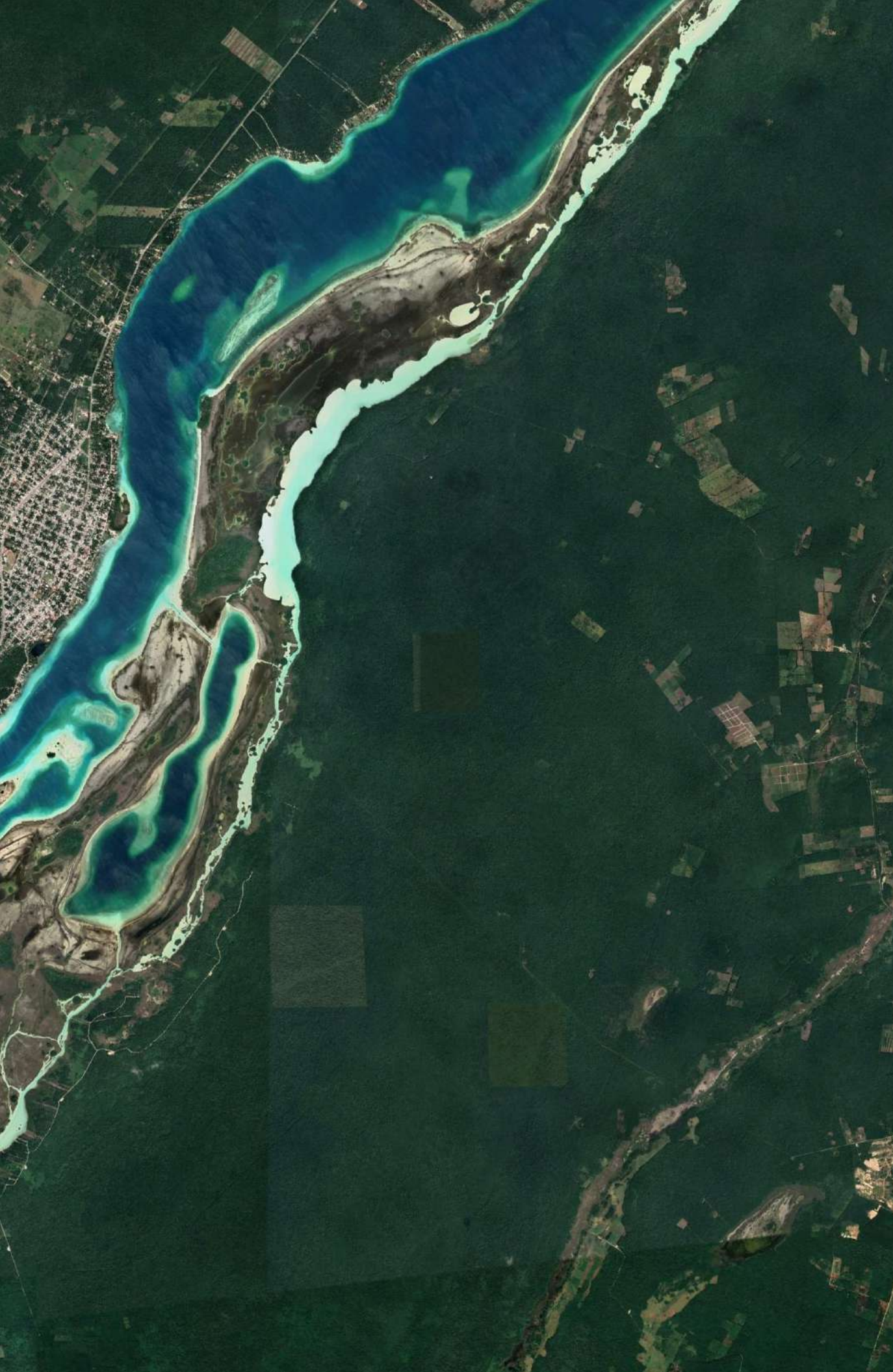
2.2 Chetumal

2.3 Mahahual

- . Inventario urbano-ambiental
- . Caracterización de la forma urbana y tendencias de crecimiento
- . Caracterización de la red de espacios públicos
- . Caracterización del uso de suelo
- . Caracterización de ocupación sociodemográfica del territorio
- . Caracterización de la infraestructura y dinámicas económicas
- . Riesgo y vulnerabilidad
- . Huracanes



Figura: Localidad de Bacalar.
Fuente: Google Earth, 2021.



2.1

BACALAR



Figura: Laguna de Bacalar.
Fuente: Elaboración propia.



BACALAR

2.1

Bacalar tiene un relieve casi plano, ocasionalmente se encuentran colinas de tres a cuatro metros en el paisaje y la Ciudad de Bacalar se encuentra a 20 metros sobre el nivel del mar. Bacalar posee un continuo flujo laminar de agua subterránea que permite la continuidad de los procesos ecológicos que allí se desarrollan (Quintana Roo, 2005). El municipio también figura como uno de los principales accesos a las cavernas subacuáticas del Cenote Azul y zonas arqueológicas mayas cubiertas por la selva (SECTUR, 2019). Esta región se caracteriza por la coexistencia de vegetación de selva mediana [baja] subperennifolia con vegetación secundaria y selva mediana [baja] subcaducifolia. Posee variedades de manglares comúnmente conocidos como rojo, blanco y botoncillo. Posee dos grandes islotes donde se encuentran distintas aves locales como espátulas, gaviotas y rabihorcados. El canal del de los piratas es un paso natural que une al río Hondo (frontera natural entre México y Belice).

La Laguna de Bacalar tiene una longitud de casi 50 Km, con un ancho de 2 Km. Pertenece a un sistema Lagunar de un conjunto de acuíferos y lagunas que se ubican en el municipio. Es importante mencionar que el agua subterránea ingresa a la Laguna de Bacalar a través de su pendiente Este. Esta franja representa una estrecha banda con una pendiente relativamente marcada que alcanza la zona central de la Laguna de Bacalar, representada por un canal cuya profundidad promedio es de 15 metros. Este canal explica, en gran medida, la función de importante reservorio de agua dulce en la Laguna de Bacalar (SENADO GOB 2014).

- Cenotes

- . La bruja
- . Cocalitos
- . Cenote Esmeralda
- . Cenote Azul
- . Cenote Negro

- Balneario de Buenavista

- Balneario Municipal el A serradero

- Balneario Ejidal

- Isla de los pájaros

- Fuerte de San Felipe

- Mercado

- Mirador Norte

- Estadio de Beisbol

- Biblioteca

- Auditorio

- Museo Regional

- Cementerio

- Mobiliario Urbano

[Bancas públicas, botes de basura, estacionamientos bicicletas, Puntos Wifi. Ver PDUCP-Bacalar p.97]

- Corredores (RIU Municipio Bacalar)

- . 15 Corredores verdes
- . 1 Corredor comercial
- . 1 Corredor Urbano
- . 1 Corredor Turístico
- . 2 Corredores artesanales

- Parques

- . Parque Ecológico

- 1 Hospital Comunitario

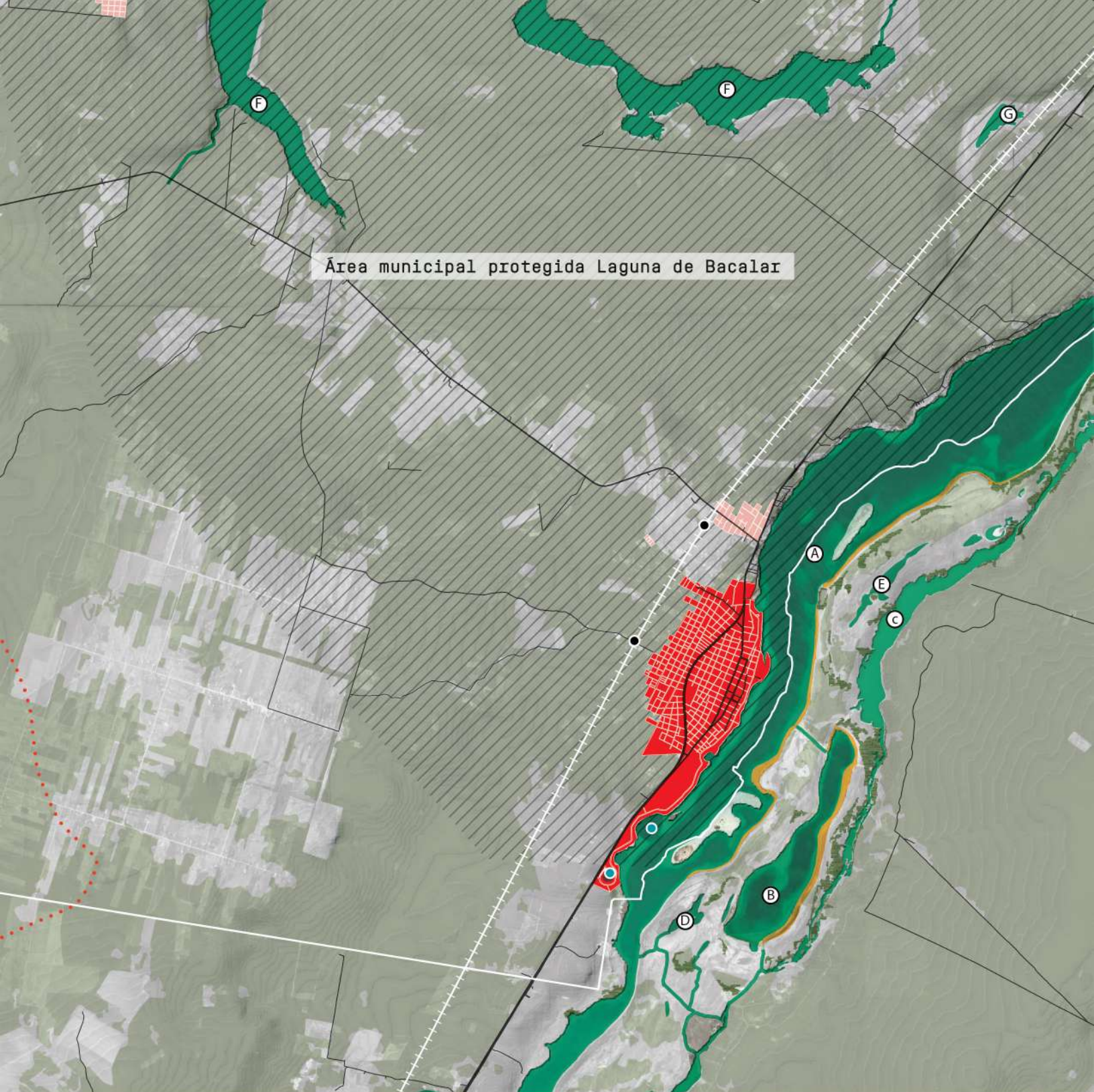
- 1 Unidad de Medicina Familiar

- Espacio público listado

La plaza cuenta con el siguiente equipamiento urbano: quiosco, tres áreas de juegos infantiles, dos fuentes, bancas, farolas de iluminación de arbotante doble tipo colonial, cajero automático con un paradero de autobús y varias estructuras para señalizaciones de tipo turístico (Rodríguez Alcalá, 2016).

- Cuerpos de agua (Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano et al., 2016).

- . Cazona
- . La Valeriana
- . Laguna de Bacalar
- . Laguna Cazona
- . Laguna Chochiba
- . Laguna de Uvero
- . Laguna de Dos Oros
- . Laguna el Cafetal
- . Laguna El Crik
- . Laguna El Ocho
- . Laguna Guadalupe
- . Laguna La Virtud
- . Laguna Los Conejos
- . Laguna Noh-Bec
- . Laguna Petén Tunich
- . Laguna San Antonio
- . Laguna San Felipe
- . Laguna San Pedro
- . Laguna Teresita
- . Laguna Vallehermoso
- . Laguna Villalobos
- . Macanhuas
- . Noh-Ha
- . Pucté



Área municipal protegida Laguna de Bacalar

- Localidad urbana
- Localidad rural
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar



Mapa de inventario urbano ambiental.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Caracterización de la forma urbana y tendencias de crecimiento



Forma urbana y tendencia de crecimiento en torno a ecosistemas clave

La localidad urbana de Bacalar se ubica en el borde norte de la Laguna de Bacalar, cuyo frente costero concentra las actividades hoteleras en la ciudad. Bacalar fue desarrollándose en torno al Fuerte que brindaba protección a sus habitantes, por lo que la traza urbana fue presentando una disposición regular y aproximadamente cuadrangular en paralelo a la línea de costa [Rodríguez Alcalá, 2016]. El desarrollo urbano de Bacalar ha impactado en el ecosistema de la Laguna y sus alrededores, mediante cambios de uso de suelo a lo largo del litoral de la Laguna y el proceso de intensificación socioeconómica por su incorporación al turismo en los últimos años [Gomez Pech et al., 2018].

El centro histórico de la Ciudad de Bacalar se enmarca en un polígono que va de norte a sur de la calle 8 a la 26 y de este a oeste de la avenida 3 y 9. Tiene una superficie de 43.7 hectáreas (8%) del total de la ciudad. Las calles están pavimentadas y en ocasiones empedradas, las aceras o banquetas son amplias y con poca vegetación, siendo de menor tamaño aquellas que están en el centro histórico.

El Coeficiente de Utilización del suelo muestra que las edificaciones de 1 nivel abarcan el 88.3% de todas las construcciones existentes. Mientras que las de 2, 3 y 4 niveles muestran un 10.8%, 0.74% y 0.16% respectivamente [PDUCP-Bacalar, 2016]. En cuanto a la distribución de las alturas se observa que en la zona oeste predominan las edificaciones de 1 nivel. Mientras que hacia el este [entre el libramiento y el boulevard costero] se observa un incremento de 2 niveles, pero también se observan edificios de 3 y 4 niveles [PDUCP- Bacalar, 2016]. En general, de acuerdo al PDUCP [2016], se observa una tendencia de edificios de mayor altura en la colonia Centro y adyacentes al Boulevard Costero, congruentemente con la cercanía y concentración de los principales atractivos turísticos y la Laguna De Bacalar.



Proyección PDUCP-Bacalar, presión turística y Tren Maya

Existen presiones de desarrollo a lo largo del borde de la laguna por el interés de tener un frente acuático. De acuerdo al PDUCP-Bacalar [2016], las áreas urbanizables a corto plazo se localizan al oeste del actual eje carretero, junto a las zonas urbanas ejidales urbanizadas de Bacalar y Aarón Merino, y en los accesos Norte y Sur, entre la carretera federal y la Laguna de Bacalar. Las áreas urbanizables a mediano plazo, se localizan al oeste del acceso sur entre los trazos del nuevo arco y el nuevo libramiento carretero en el Ejido de Bacalar, y entre el camino a Reforma, un nuevo corredor verde por el norte y la carretera federal por el este, en el Ejido Aarón Merino. Y las áreas urbanizables a largo plazo son las áreas no parceladas de los ejidos de Bacalar y Aarón Merino [PDUCP-Bacalar, 2016]. El PDUCP-Bacalar [2016], realizó una proyección de usos de suelo con el fin de acomodar población atraída por el boom turístico que se ubicará en Bacalar [Tabla 3], en donde sobresalen 2215 ha. de “expansión urbana” y 1379 ha. de “desarrollo controlado”.

De acuerdo con distintas fuentes periodísticas, el Tren Maya puede derivar en conflictos socio ambientales severos. Por un lado, generaría fragmentación de los hábitats, deforestación, pérdida de flora, fauna y excesiva atracción de turistas. Lo anterior contribuye a la construcción de alojamientos y, por lo tanto, al crecimiento y expansión urbana de las localidades. Por otro lado, está la atracción de crimen y la continuación de un modelo de explotación turístico que ha llevado al colapso del medio natural [Washington Post, 2021; COLAPSO, 2021; GRIETA, 2021; PorEsto, 2021-1].

Clase PDUCP-Bacalar	Área total [ha]
Conservación	1240
Control estricto	75
Impulso	836
Re-densificación	167
Desarrollo controlado	1379
Consolidación y mejoramiento	202
Total expansión urbana	2215
Total PDUCP	3898

Tabla: Áreas proyectadas del uso de suelo del PDUCP-Bacalar [2016]



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 1000 - 1500 habitantes/km²

- Equipamiento
- Mercado [buffer 250m y 500m]
 - Centro de asistencia médica [buffer 500m]
 - Escuelas



Mapa de forma urbana.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Caracterización de la red de espacios públicos



Configuración y estado de la red de espacios públicos

Bacalar es considerado pueblo mágico dado su valor patrimonial urbano-arquitectónico y ambiental lo que genera una gran actividad en sus espacios públicos (Plaza, Fuerte, Centro Histórico, balnearios, corredores en el barrio antiguo). La plaza principal se ubica al lado del fuerte San Felipe, este conjunto espacial tiene una gran relevancia histórica para la población y turistas. La ciudad cuenta con un sistema de andadores con cobertura de 6.2% de la ciudad (Puc, 2019). En estos andadores existe una mezcla de usos comerciales y culturales lo que propicia actividad y apropiación del espacio público por los visitantes y habitantes de la localidad. De acuerdo al Reglamento de Imagen Urbana de Bacalar (RIU-Bacalar, 2015), esta red de corredores cuenta con equipamiento urbano como bancas, luminarias, basureros lo que facilita una ocupación del espacio público.



Falta de protección de Laguna de Bacalar como Área Natural Protegida (ANP) frente al desarrollo

En las entrevistas con especialistas locales, quedó en evidencia que el sector inmobiliario ha retrasado la declaración de la Laguna de Bacalar como área natural protegida, y el desarrollo de un sistema de drenaje sostenible. Sin embargo, el reconocimiento como Área Natural Protegida (ANP) es necesario pero no es suficiente, faltan presupuestos para la implementación de un sistema de vigilancia y monitoreo ambiental (calidad del agua, cubierta de manglar y cambios de uso de suelo) para Bacalar.



Accesibilidad a espacios y áreas de valor ambiental

Existen accesos públicos al litoral, pero estos no cuentan con infraestructura adecuada para ser un espacio de esparcimiento, ya que la misma presión de ocupación de las propiedades cercanas a estos accesos hace que sea limitado el uso común de estos pocos espacios públicos (Gómez et al., 2018).



Espacio público

Manzanas con acceso a espacio público a 6 min a pie

8.76 % Bacalar

39.33 % Othón P. Blanco



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 1000 - 1500 habitantes/km²

- Espacio público
- Área verdes
 - Instalación deportiva
 - Plaza
 - Buffer 250m y 500m



Mapa de red de espacios públicos.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021

Caracterización del uso de suelo



Cambio de uso de suelo

El uso de suelo turístico ocupa actualmente el 45% del litoral de la Laguna, dominado principalmente por viviendas de segunda residencia como resultado de una constante especulación inmobiliaria que comenzó en la década de 1960 [Gomez Pech et al., 2018]. Los ejidos Aarón Merino, Bacalar, Buena Vista y Pedro Antonio Santos han perdido territorio debido al proceso de privatización y su parcelamiento en favor del desarrollo de viviendas para fin turístico en torno al litoral de la Laguna de Bacalar. El gobierno ha sido un importante promotor del desarrollo inmobiliario mediante la regularización de tierras ejidales vendidas, lo que propicia la urbanización del litoral para promover proyectos turísticos como hoteles de bajo impacto, restaurantes y viviendas [Gomez Pech et al., 2018]. De acuerdo al PDUCP existen 6 usos de suelo en el centro de población de Bacalar (diagrama).

Uso de Suelo	Hectáreas[ha]	Porcentaje [%]
Desarrollo antrópico	703.1	11.56
Agrícola-Pecuaria	678.2	11.5
Manglar	50.4	0.84
Otra Vegetación	2370	38.98
Otros Humedales	3.83.6	6.31
Cuerpos de agua	1894.5	31.16
Total	6079.8	100

Diagrama: Usos de suelo en el Polígono del centro de población [PDUCP-Bacalar, 2016]

En entrevistas con expertos locales, se reportó que existe un mercado de especulación de terrenos ejidales para adquisición y conversión de uso de suelo a urbano, aunque éstos no sean aptos para la urbanización. A quienes se dedican a hacer esto se les denomina “lobos grises”.



Prácticas nocivas de agricultura expansiva

La región se caracteriza por emplear procesos de agricultura expansiva. Se habilitan grandes extensiones de suelo por medio de quemas y deforestación lo que ha llevado a conflictos entre comunidades menonitas y comunidades mayas, por el uso excesivo de agroquímicos. El Ejido Salamanca, principal productor de soja de la región y propiedad de la comunidad menonita, es un caso de agricultura expansiva importante que ha tenido repercusiones ambientales en la región. De acuerdo a Echanove H. [2020], la expansión del Ejido Salamanca ha ocasionado la pérdida del 66% de la cubierta forestal entre 2002 y 2013, afectando a una de las masas forestales tropicales más importantes de México. La Laguna de Bacalar se ve expuesta a los agroquímicos provenientes de zonas agrícolas de la región que se vierten hacia la laguna.



Especulación del suelo por instalación del Tren Maya.

También, se identificó [por medio de las entrevistas con expertos locales] que existe una especulación del suelo derivada de la instalación del Tren Maya en Bacalar, donde están previstas dos estaciones y los complejos urbanos vinculados a estos. De no planearse adecuadamente el suelo urbano del municipio de Bacalar, los complejos urbanos asociados a las estaciones del Tren Maya, se pueden comportar como polos de atracción para el comercio informal y la expansión urbana hacia estos.



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua

Densidad poblacional

- 0000 - 500 habitantes/km²
- 1000 - 1500 habitantes/km²

- Zona agrícola
- Granjas porcinas y aviícolas
- Principales comunidades menonitas principales
-

Tenencia de la tierra

- Ejidos
- Tierras de uso común
- Tierras parceladas
- Suelos ejidales cambiados a dominio pleno

- Ejidos con derecho de aprovechamiento forestal
- Monocultivos

Cambios asociados con actividad agrícola desde 1985

- Pérdida de vegetación y humedales a agrícola
- Área agrícola a desarrollo antropico



Caracterización de ocupación sociodemográfica del territorio



Densidad de población y marginación

La zona urbana ocupa una superficie de 666 ha y tiene una densidad bruta de 16.6 hab/ha [Puc et al., 2019]. De acuerdo al PDUCP-Bacalar [SEDETUS, 2016], el Coeficiente de Ocupación del Suelo es del 25%. La localidad de Bacalar presenta su mayor ocupación en el litoral con 88% [Gómez et al., 2018].

En 2015, 42.9% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 35.3% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 12.9%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 2.52% [Data México, 2021]. Las principales carencias sociales de Bacalar en 2015 fueron: carencia por falta de acceso a la seguridad social, carencia por falta de acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por falta de acceso a la alimentación [Data México, 2021]. De acuerdo a CONAPO [2010], casi la tercera parte del territorio de la localidad de Bacalar - 2 km² (28.98 %) - se encontraba en la categoría de marginación Alta. Mientras que 2.31% del territorio se encontraba en situación de marginación muy alta.

A pesar de haber un PDUCP-Bacalar [SEDETUS, 2016], el municipio no cuenta con instrumentos de gestión del suelo para densificar el área consolidada, lo cual desincentiva a los desarrolladores a proyectar en el centro, y los incentiva a urbanizar en suelos ejidales y de relevancia ecosistémica.

Asentamientos humanos irregulares frente al plan de desarrollo local

El gobierno local ha detectado problemas de carácter ambiental ocasionados por el relleno, con material pétreo, de la orilla de la laguna [fuente: comunicación directa de un funcionario de la Dirección de Ecología municipal]. Muchas de estas viviendas han incurrido en estas prácticas con el propósito de ganarle terreno a la laguna, lo cual ha impactado negativamente a los estromatolitos que se distribuyen a lo largo de la laguna y ha generado deforestación en la zona de manglar.

El PDUCP-Bacalar [SEDETUS, 2016] plantea diversos mecanismos, alineados al plan de desarrollo estatal, con el fin de restringir y abatir la incorporación de suelo irregular al desarrollo urbano, regularizar la tenencia de la tierra y el control de asentamientos irregulares, además de prever zonas de amortiguamiento que impidan el crecimiento urbano irregular y que contribuyan a preservar el medio ambiente.

Las riberas de los arroyos Salto Seco y San Lucas son algunas de las zonas críticas de asentamientos irregulares. De acuerdo al PDU 2040 [IMPLAN, 2013], en la Ciudad de Cabo San Lucas hay asentamientos irregulares dentro de los lechos y márgenes de los arroyos, algunas construidas con materiales precarios como madera y lámina y otras de concreto y mampostería. Adicionalmente a esto, se ha extraído material pétreo de los lechos de los arroyos, lo que puede disminuir la capacidad de estos ecosistemas de ejercer fricción contra el agua durante eventos de tormenta. Esto ocasiona que el agua corra más rápido y pone en riesgo la seguridad de sus habitantes.



Marginación

LOS CABOS

21%

[1,784 ha]

Asentamientos irregulares

21%

[741 ha]

Marginación por AGEB

alta

5%

[319 ha]

muy alta

5%

[320 ha]

Diagrama: Cifras de marginación en la localidad de Cabo San Lucas. Fuente: elaboración propia con datos de CONAPO [2010].



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua
- Cenote

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 1000 - 1500 habitantes/km²

- Unidades económicas industriales [DENUE]
- 6-10 empleados
 - Concentración de unidades económicas [DENUE]
 - Hoteles
 - Basureros y rellenos
 - Línea de transmisión
 - Subestación eléctrica
 - Banco de material

- Suelo parque solar proyecto
- proyecto
 - conservación



Caracterización de la infraestructura y dinámicas económicas



Abastecimiento de servicios básicos

Durante el periodo de 2011 a 2017, el centro de Bacalar registró un déficit de 10% en la cobertura de agua potable y un déficit de 62% en la cobertura del sistema de drenaje y saneamiento [Puc et al., 2019]. Bacalar no cuenta con infraestructura de drenaje pluvial [SEDETUS, 2016]. El sistema de agua potable está integrado por 3 pozos ubicados en el Ejido Aarón Merino que aportan 124.6 lps y una línea de conducción de 10.6 km, un tanque elevado con una capacidad de 800 m3 localizado en el oeste de la zona urbana, y 26 km de red de distribución con 3,806 usuarios que representan una cobertura del 98% [SEDETUS, 2016].

Bacalar cuenta con una planta de tratamiento localizada al suroeste de la Zona Urbana, con una superficie de 1ha. y un volumen de tratamiento de 3.5 lps, según datos de 2007 [SEDETUS, 2016]. Bacalar tiene un déficit de pavimentación de calles del 11% y un déficit de alumbrado público del 10% [Puc, 2019]. El suministro de energía eléctrica proviene de la subestación Xul-Há, con capacidad de 429.15MVA [SEDETUS, 2016].

De acuerdo al PDUCP-Bacalar [SEDETUS, 2016], no hay una regulación sistémica de áreas de infraestructura verde, lo que limita su implementación y uso. Adicionalmente, la introducción de especies exóticas no nativas representa un riesgo para el ecosistema local. De acuerdo con las áreas de influencia recomendables del Sistema Normativo de Equipamiento Urbano de SEDESOL, la cobertura territorial del equipamiento para la educación es insuficiente ya que las áreas periféricas quedan alejadas de las escuelas [SEDETUS, 2016]. La ciudad cuenta con 1 Hospital Comunitario y 1 Unidad de Medicina Familiar y de acuerdo a SEDETUS [2016], cubren la totalidad de la población. Sin embargo para servicios de especialidad médica, la localidad depende de la Ciudad de Chetumal para este tipo de servicio.



Gestión fragmentada de aguas residuales

A través de las entrevistas con especialistas locales se identificó que se reconoce la contaminación de la laguna como la consecuencia de los vertimientos de desagües de hoteles y otros usos urbanos, propios de un sistema de drenaje fragmentado. Las viviendas y desarrollos ubicados a lo largo del borde de la laguna de Bacalar inevitablemente vierten aguas residuales, en un contexto donde sólo se ha instalado el 40% del drenaje para la zona residencial de la localidad de Bacalar [Gómez et al., 2017].



Manejo de residuos

Bacalar depende de la infraestructura de Chetumal para la gestión formal de residuos sólidos. El servicio limitado de manejo de residuos ha provocado la proliferación de vertederos clandestinos que, sin duda, tienen un impacto en los ecosistemas colindantes. Existen programas de gestión, como el Programa Estatal para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos del Estado de Quintana Roo, pero estos son implementados y supervisados en forma insuficiente [Rojas Castillo et al., 2016]. El reuso de materiales [reciclaje] está limitado para aquellos residuos que tienen un mercado [PET, aluminio, papel, vidrio]. El sector informal juega un papel importante en esta situación ya que está presente tanto en la recolección como en la separación de RSU [sobre todo en el relleno sanitario] [Rojas Castillo et al., 2016]. De acuerdo con el volumen generado, el promedio de la producción diaria de una persona en la ciudad de Bacalar es de 1.18 kg. La generación de RSU por habitante en Bacalar ha ido variando, tanto en cantidad como en composición física, a medida que han ido creciendo las actividades económicas relacionadas con la prestación de servicios, principalmente los turísticos, provocando que el control de los residuos no sea del todo eficaz [Rojas Castillo et al., 2016].



Falta de mecanismos y procesos participativos

En las entrevistas con los especialistas locales, éstos destacaron que mientras que las comunidades locales no son tomadas en cuenta, son las organizaciones civiles y el sector turístico quienes tienen preferencia al momento de planear el territorio.



Dinámicas económicas

Según datos del Censo Económico 2019, los sectores económicos que concentraron más unidades económicas en Bacalar fueron Comercio al por Menor [289 unidades], Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas [230 unidades] y Otros Servicios Excepto Actividades Gubernamentales [82 unidades] [Data México, 2021].



Impacto de las dinámicas económicas locales

La agricultura es una de las principales actividades económicas y su práctica expansiva hacia el este de la ciudad durante las últimas décadas ha generado una reestructuración socio-espacial del territorio. Actualmente, el municipio de Bacalar es partícipe del Fideicomiso de Promoción turística del Sur de Quintana Roo, Gran Costa Maya y de Mundo maya, así como el Programa Federal "Pueblos Mágicos" [UQR00, 2013], recibiendo a cerca de 200.000 visitantes anualmente.



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
 - 1000 - 2000 habitantes/km²
 - 2000 - 3000 habitantes/km²
 - 3000 - 4000 habitantes/km²
 - + 4500 habitantes/km²
- Vulnerabilidad por AGEB
- Alto
 - Muy Alto
 - Asentamientos irregulares



Mapa de infraestructura y dinámicas económicas. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021, IG UNAM 2020 y DENUE 2021

Riesgo y vulnerabilidad



Inundaciones y contaminación

Bacalar se encuentra en zona de riesgo alto por eventos meteorológicos. Los ciclones aumentan el riesgo de inundaciones y el desborde de aguas negras que directamente contaminan el ecosistema de la Laguna y pone en riesgo a la población.

Existen grandes áreas susceptibles a inundaciones dado el régimen regulador del sistema Lagunar y de la Bahía, así como a la poca pendiente del territorio que genera zonas bajas inundables (SEDETUS, 2016).

Además de los riesgos mencionados anteriormente, el PDUCP-Bacalar (SEDETUS, 2016) considera las siguientes como amenazas importantes para la población:

- Incendios forestales derivados de procesos de tumba, roza y quema.
- Estaciones de servicio de combustible.
- Riesgo por agrietamiento en los suelos de tipo Vertisol. Los edificios y otras estructuras ubicadas en estos suelos pueden ser susceptibles a riesgos de fracturas.

Así mismo, se considera un riesgo ambiental y para la población el incremento en la utilización de agroquímicos para el desarrollo de agricultura dado que la mayoría desemboca en la Laguna.

El efecto de contaminación por sedimentación y por las descargas sanitarias hacia los mantos freáticos, que indirectamente van hacia las lagunas, deriva en problemas de salud pública y en la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas de la zona.



Respuesta local a escenarios de riesgos

De acuerdo al Gobierno de Quintana Roo (2021), Bacalar no cuenta con un atlas de riesgos. Sin embargo, dentro del Plan Municipal de Desarrollo de Bacalar 2018-2021 (págs. 94-95), se detallan las principales líneas de acción, entre ellas: actualizar el marco jurídico de protección civil, publicar atlas de riesgos, modernizar sistemas de monitoreo, integración de comités de apoyo e información para implementar acciones de autoprotección, entre otros aspectos.

En el PDUCP-Bacalar (SEDETUS, 2016), se menciona como parte de la Congruencia con el Programa Nacional de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, y dentro del objetivo de incentivar el crecimiento ordenado de los asentamientos humanos, los centros de población y las zonas metropolitanas, la estrategia 2.4: “Fortalecer la coordinación interinstitucional e intergubernamental, la prevención de riesgos y la mitigación de los efectos de los desastres naturales”. Lo anterior, refleja que no existe una clara preparación ni infraestructura por parte de los distintos niveles de gobierno que permita una respuesta favorable ante escenarios de riesgo.



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
- 1000 - 2000 habitantes/km²

- Cambios asociados desarrollo urbano desde 1985
- Pérdida de vegetación y humedales a desarrollo antropico

- Desarrollo urbano PDUCP Bacalar
- Consolidación y mejoramiento
- Re-densificación
- Impulso
- Desarrollo controlado

- Índice de presión económica a la deforestación [bosque/vegetación zona árida]
- Muy alto
- Alto
- Medio-Alto

- Movimeinto en los Manglares desde 1985
- Pérdida de manglar
- Ganancia de manglar



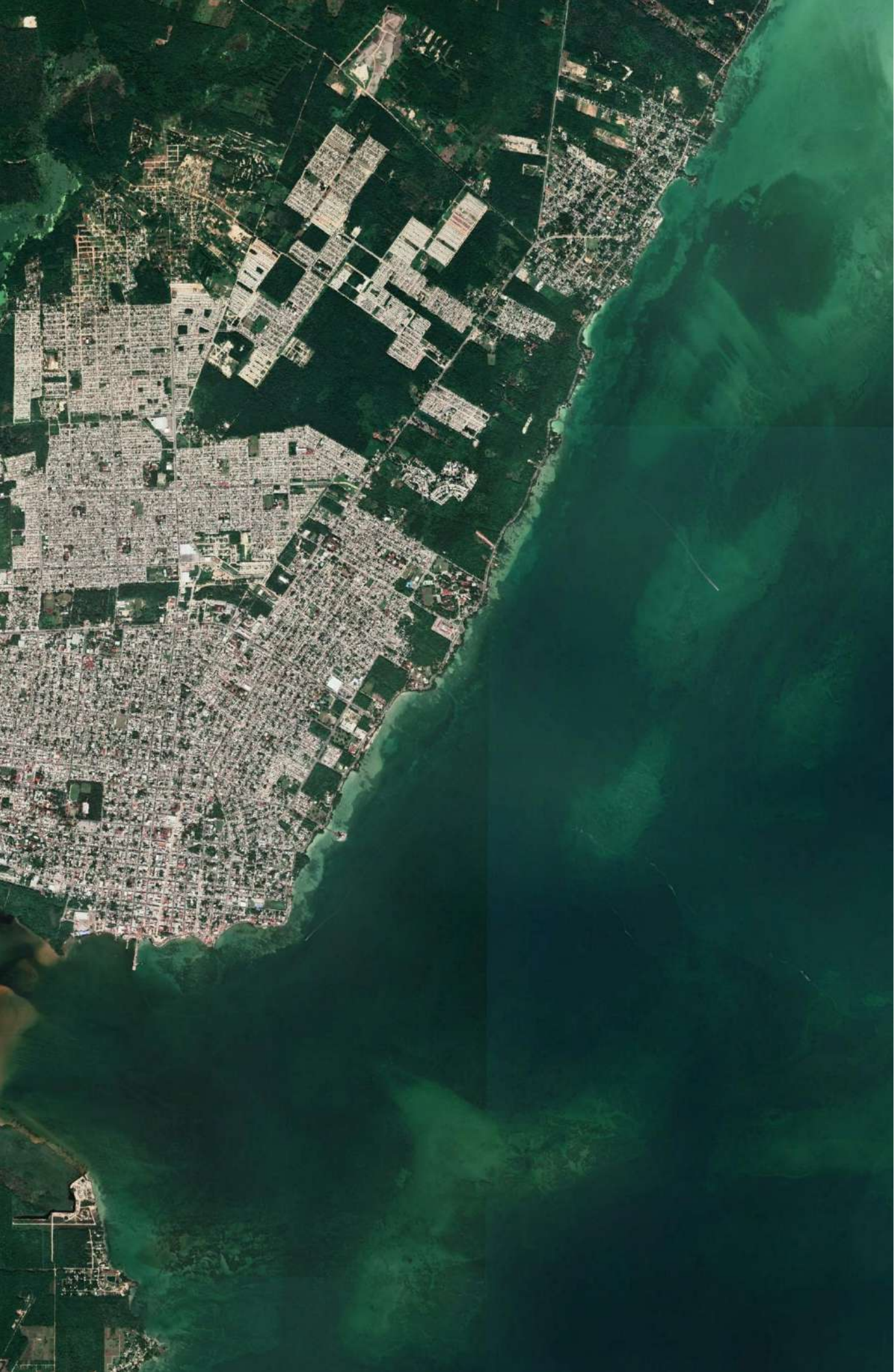


Figura: Localidad de Bacalar.
Fuente: Elaboración propia.





Figura: Localidad de Chetumal.
Fuente: Google Earth, 2021.



2.2

CHETUMAL



Figura: Localidad de Calderitas.
Fuente: Elaboración propia.



Inventario urbano-ambiental

La capital de Quintana Roo alberga 169,028 habitantes (INEGI, 2021) y cuenta con 11.75km de frente costero en la Bahía de Chetumal, donde se concentran las principales actividades comerciales y turísticas. Su aeropuerto es el segundo más importante del estado de Quintana Roo, recibiendo alrededor de 1,756,045 turistas en 2019 (SEDETUR, 2020). La ciudad se ubica sobre la formación geológica Estero Franco del periodo Mioceno-Oligoceno donde predomina la roca caliza y un sistema de agua subterránea poco profundo, entre otros aspectos (López-Ramos, 1975); en algunas zonas de la ciudad el acuífero está a sólo un metro de profundidad (Fragoso-Servón, 2018). La vegetación alrededor de Chetumal es una mezcla de humedales con manglares, pastizales, selvas bajas y medianas (CONAFOR et al., 2018).

El clima en Chetumal es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw"1 g) con temperatura media anual de 26.7 °C, el mes más cálido es Mayo. La precipitación media anual es de 1307.5 mm, las lluvias se presentan principalmente en los meses de junio a octubre (García, 2004).

Ríos y Lagunas

- Laguna Guerrero
- Laguna Milagros
- Laguna Orquídea
- Laguna Encantada
- Río Hondo
- La Sabana o "La Aguada"

Playas

- Playa Calderitas
- Dos Mulas

Inventario urbano

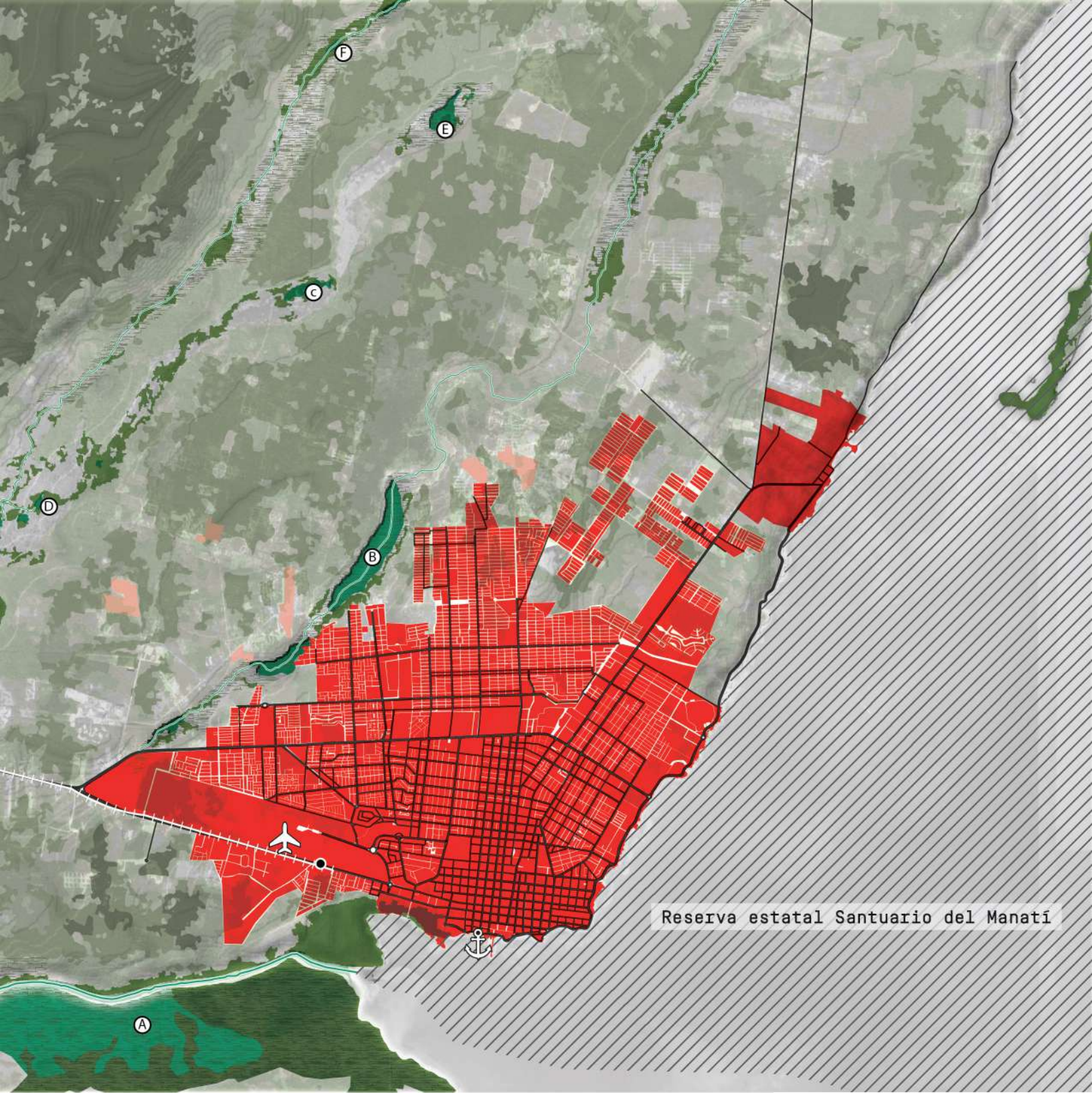
- Zoológico Payo Obispo
- Cementerio
- Aeropuerto Internacional
- Mercado
- Museo de la Ciudad de Chetumal
- Museo de la Cultura Maya
- Muelle pesquero
- Muelle deportivo
- Club Náutico Chetumal Bacalar AC

Espacio público

- Malecón de Chetumal
- Fuente de los manatíes
- Fuente Maya
- El Faro
- Mirador Punta Estrella
- El Muelle Fiscal
- Corredor Escultórico del Boulevard Bahía
- Corredor Urbano Comercial Avenida de los Héroes de Chetumal

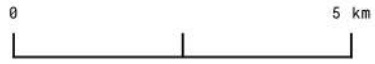
Serie de parques

- Parque de la Alameda Gral. Lázaro Cárdenas
- Parque Renacimiento
- Parque Caimanes
- Gran Parque ecológico Zazil
- Parque integral de la Amistad
- Parque Público Las Américas III
- Parque Américas



Reserva estatal Santuario del Manatí

- Localidad urbana
- Localidad rural
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Cuerpo de agua
- Escorrentía



Mapa de inventario urbano ambiental.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Caracterización de la forma urbana y tendencias de crecimiento

Tendencia de crecimiento en torno a ecosistemas clave

El área urbana de Chetumal ocupa una superficie de 2,888 ha. con una densidad bruta de 41 hab/ha y en ella predominan los usos habitacional, comercial, educacional, administrativos y recreativos [Monroy et al, 2019]. La ciudad presenta una traza reticular que se desarrolla casi en paralelo al malecón y la línea de la costa.

En los últimos 15 años, la tendencia de crecimiento urbano ha sido hacia el norte [Mayo, 2012]. Sin embargo, algunos autores también refieren que el crecimiento es hacia el surponiente en las cercanías del Río Hondo y el aeropuerto [Alonzo, L., & Vera, M., 2010]. Una buena parte del suelo natural ha cambiado a suelos antropogénicos debido a los rellenos con materiales diversos, especialmente en las zonas con depresiones y humedales de los alrededores [Fragoso-Servón, 2018]. Fragoso-Servón [2018] compara el crecimiento de la ciudad a lo largo de 40 años y observa que ha crecido 4.5 veces en superficie y ha multiplicado 6 veces su población. Menciona que para el año 2000, la ciudad creció 35.7% principalmente hacia el norte, donde los nuevos terrenos urbanos quedaron colindando con las lagunas e incluso al oeste entre zonas de humedales o entre lagunas. Estas nuevas colonias reportan inundaciones en períodos de lluvia intensa y principalmente después del paso del huracán Dean, en este periodo la superficie ocupada alcanzaba un 84% del área ocupada en 2010. En el año 2010 con una población de 154,175 habitantes, la superficie ocupada por el área urbana era de 3984.2 hectáreas y había crecido solo un 18.3 % hacia la zona noreste [Fragoso-Servón, 2018]. Las áreas que el PDU [HAOPB y SEDATU, 2018] vigente propone para el desarrollo futuro de la ciudad presentan los mismos problemas de hundimientos e inundaciones que las áreas ya desarrolladas [Fragoso-Servón, 2018].

El Plan de Desarrollo Urbano, elaborado en el año 2005, hace hincapié en que el uso de suelo debe orientarse de acuerdo a las características físicas prevaecientes en el área metropolitana, de tal manera que resultan aptas para el crecimiento urbano las áreas al nororiente de Chetumal, por ser las menos susceptibles a inundaciones, señalando que la porción noroeste y suroeste de Chetumal no es adecuada para la extensión urbana por ser susceptible a inundación. Sin embargo, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay Pix y Xul-Há el gobierno y desarrolladores han favorecido la construcción de complejos habitacionales en

el oeste de la ciudad, en zonas de inundación con Gleysols [HAOPB y SEDATU, 2018]. En esta zona, han rellenado humedales para la construcción de viviendas, rellenos sanitarios y otras obras de infraestructura urbana, causando innumerables problemas de inundación en ellas, así como la contaminación de cuerpos de agua cercanos y de las aguas subterráneas a medida que las zonas ocupadas se acercan a las corrientes de agua que drenan del sistema lagunar Bacalar hacia la bahía [Fragoso-Servón 2018].

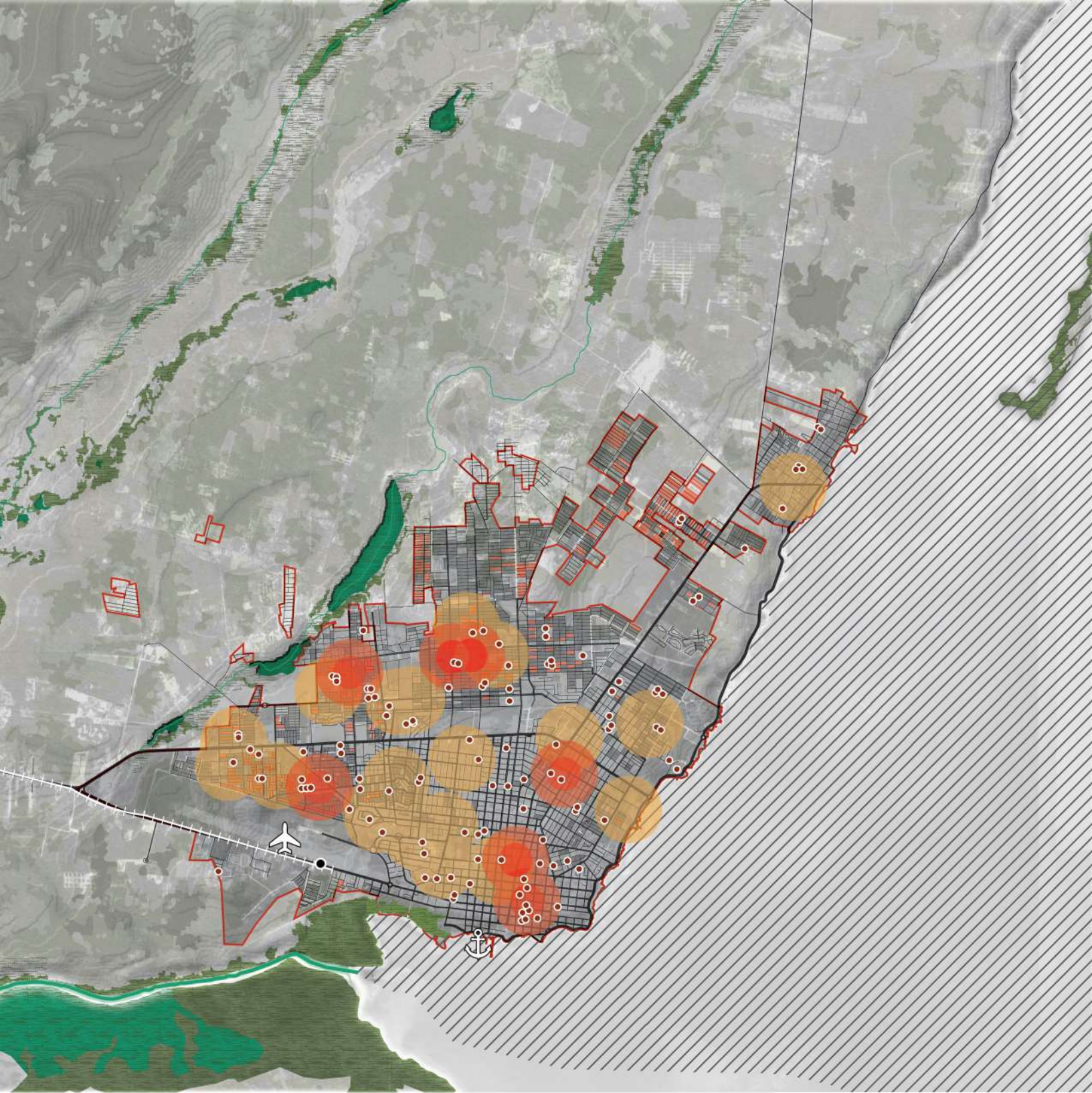
Características geopolíticas

El PDU [HAOPB y SEDATU, 2018] basa las principales fortalezas del área metropolitana para estructurar su desarrollo urbano, en su localización estratégica, en contacto directo con Belice mediante el puente internacional, y en las características del entorno que permitan potenciar actividades económicas en beneficio de su organización y de la estructuración total del territorio municipal.

Crecimiento urbano en el eje Chetumal-Calderitas

Calderitas se ubica a 10 km al norte de Chetumal. Gran parte del desarrollo y crecimiento urbano se ha dado hacia este sector durante la última década. De hecho, el PDU [HAOPB y SEDATU, 2018] señala la aptitud para el desarrollo turístico-recreativo-paisajístico de la franja costera que vincula Chetumal y Calderitas. Las diferentes instancias de gobierno federal; INFONAVIT, FOVISSSTE y del gobierno del estado; han realizado Programas de vivienda y de lotes con servicios que han extendido la mancha urbana hasta unirse con el poblado de Calderitas [Monroy et al., 2019]

Los terrenos circundantes al área urbana no figuran como escenarios de crecimiento urbano por su cercanía a cuerpos de agua cuya conservación es vital. Adicionalmente, al oeste de Chetumal se localizan terrenos inundables que limitan el crecimiento de la ciudad en esta zona [UQROO, 2011]. A pesar de estas limitaciones espaciales, la ciudad ha estado en crecimiento urbano continuo desde 1990 [UQROO, 2011]. Durante la década 2000-2010, la ciudad incrementó su tamaño en 3.56 km², lo que equivale a 9.2% de crecimiento. Y durante el periodo 2010-2018 creció 9.81 km², lo que equivale a un incremento 25.4 % [INEGI, 2021].



- Localidad urbana
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División nacional
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Cuerpo de agua
- Escorrentía

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
 - 1000 - 2000 habitantes/km²
 - 2000 - 3000 habitantes/km²
 - 3000 - 4000 habitantes/km²
 - + 4500 habitantes/km²

- Equipamiento
- Mercado [buffer 250m y 500m]
 - Centro de asistencia médica [buffer 500m]
 - Escuelas



Mapa de forma urbana.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Caracterización de la red de Espacios Públicos



Configuración y estado de la red de espacios públicos

El espacio público de mayor relevancia es el Malecón a lo largo del Blvd. Bahía. Tiene una longitud de aprox 50 km, y otorga un 100% de accesos, vistas y paisaje urbano entre la ciudad y el mar. Es parte del corredor hacia Calderitas y se caracteriza por tener diversos usos comerciales y restaurantes, lo que propicia espacios recreativos.

El Corredor escultórico es un conjunto de 24 esculturas a lo largo de la Av. Insurgentes y del Blvd Bahía, aunque actualmente algunas notas periodísticas refieren abandono y deterioro.

Chetumal cuenta con una serie de parques públicos de barrio que atienden a algunas colonias, pero carecen de una red de conectividad espacial y ecológica entre ellas. En general, existe una carencia de espacio público hacia el interior de la ciudad. El parque de La Alameda Gral. Lázaro Cardenas es la plaza principal y se ubica al lado del Palacio Municipal, tiene una cancha de basquetbol, área de juegos infantiles, corredores y arbolado, lo que propicia una utilización adecuada para el esparcimiento de la población.

También existen Playas artificiales que conforman una red en el Blvd Bahía. El municipio ha generado 5 playas artificiales en este corredor [Quintana Roo hoy, 2019].



Espacio público

Manzanas con acceso a espacio público a 6 min a pie

9.2% San Jose del Cabo

9.6% Cabo San Lucas



Corredores urbanos comerciales

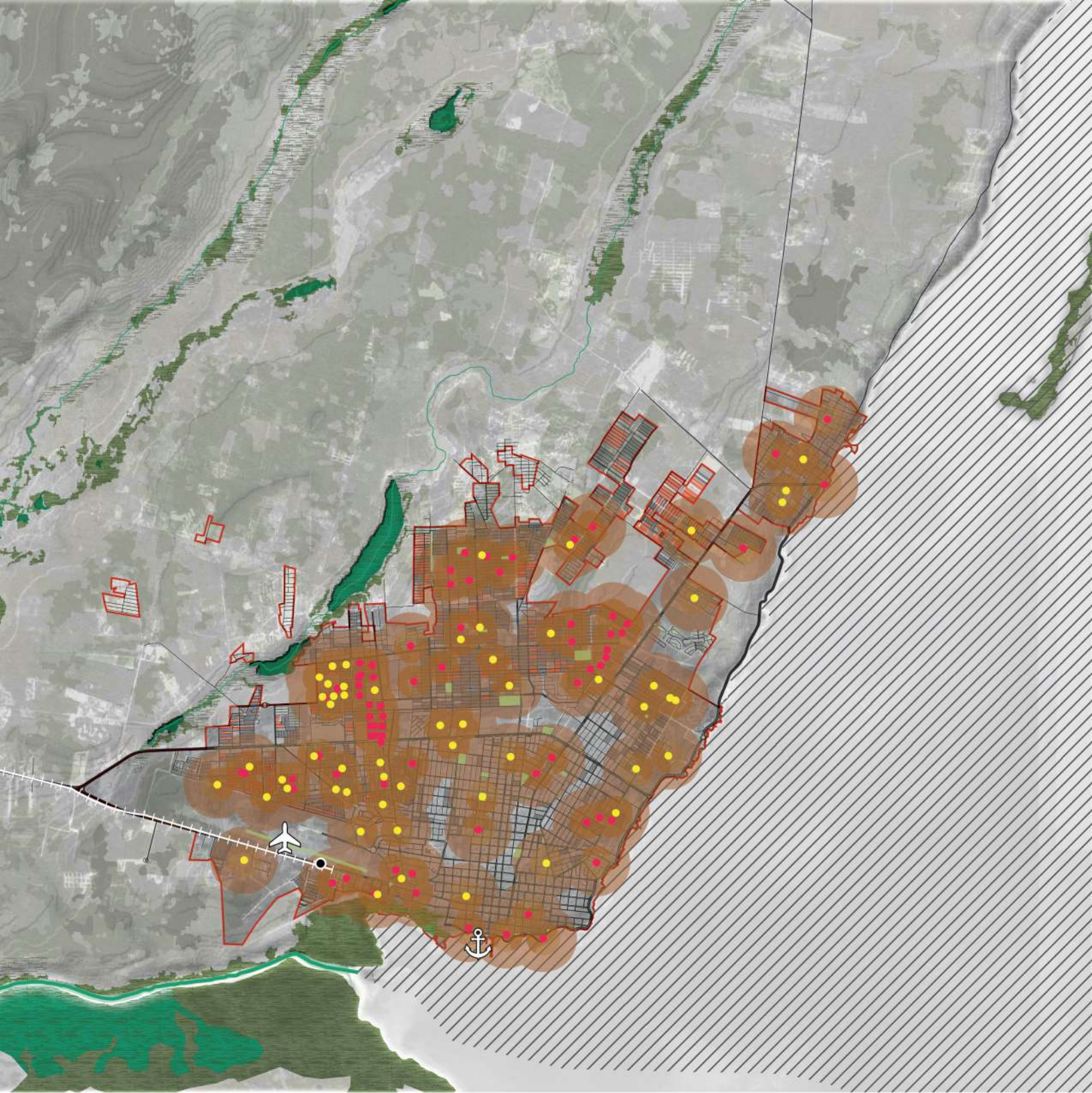
La Avenida Héroes es una de las principales y de las más emblemáticas de Chetumal. Se encuentra entre el Mercado y el Museo de la Cultura Maya. Alberga distintos monumentos, museos y el centro cultural de las artes, lo que propicia que sea un corredor comercial y cultural. Forma parte del Centro Histórico. La Av. Héroes fue el principal punto comercial durante el tiempo que Chetumal fue Zona Libre. Los vendedores pioneros lograron hacerse de fortunas con la venta de mercancías importadas. Tiene banquetas anchas y bancas distribuidas a lo largo de la avenida. Cuenta, también, con un corredor escultórico

Sin embargo, y de acuerdo a una reciente investigación [Murillo P. et al., 2020], el Corredor Urbano Comercial Avenida de los Héroes de Chetumal ha perdido su atractivo como área de espacio público, lo que manifestó el 70% de los encuestados.

Algunos autores consideran el ANP Santuario del Manatí como espacio público, siempre y cuando el uso de éste se encuentre dentro de los límites aceptables para tal fin [Salazar S., 2016]

Modificación del ámbito público para recreación

El PDU metropolitano [HAOPB y SEDATU, 2018] plantea lineamientos de diseño en materia del espacio público, movilidad y resiliencia en temas básicos y puntuales, de manera que en el momento de aplicación e implementación de las políticas, estrategias y acciones del PDU, se alcance dentro de los procesos de planeación y diseño una mejor calidad y estándares dentro de los centros de población. Esta calidad de diseño del espacio urbano se vincula con la planeación, diseño y construcción de los nuevos fraccionamientos y conjuntos de viviendas mediante los cuales la ciudad se expande. Los lineamientos de diseño en materia del espacio público se pueden consultar en el Programa de Desarrollo Metropolitano [HAOPB y SEDATU, 2018: 532] y en el Reglamento de Imagen Urbana del Centro Histórico de Chetumal.



- Localidad urbana
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División nacional
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Cuerpo de agua
- Escorrentía

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
 - 1000 - 2000 habitantes/km²
 - 2000 - 3000 habitantes/km²
 - 3000 - 4000 habitantes/km²
 - + 4500 habitantes/km²

- Espacio público
- Área verdes
 - Instalación deportiva
 - Plaza
 - Buffer 250m y 500m



Mapa de red de espacios públicos.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Usos de suelo

Cambio de uso de suelo

Los tres usos más extendidos en el área urbana de Chetumal, son el habitacional (33.67%), las vialidades (26.25%) y los baldíos (11.30%) [Ver Tabla 11] (HAOPB y SEDATU, 2018). Los baldíos están extendidos por toda el área urbana y predominan, al sur de la Av. Insurgentes, los terrenos pequeños y con una distribución más fragmentada, mientras que hacia la colindancia con el Blvd. Bahía están los baldíos de mayor tamaño. Al norte de la Av. Insurgentes, por lo general, los baldíos son más amplios y distribuidos en grandes bloques. Se aprecian patrones de uso de suelo comercial a lo largo de las vialidades principales consideradas como corredores urbanos; y también es muy notable la presencia del uso comercial en el centro de la ciudad (HAOPB y SEDATU, 2018).

De acuerdo al PDU 2018, en la Zona metropolitana de Chetumal se encuentran los Ejidos Chetumal, Calderitas, Santa Elena y Juan Sarabia. Grandes porciones de territorio de estos ejidos se han transformado en suelo urbano e ingresado al mercado inmobiliario a través del PROCEDE (HAOPB y SEDATU, 2018).

El PDU 2018, señala que la dotación del ejido Juan Sarabia ocupa el extremo poniente con 3,199.36 Ha; hacia la porción centro-poniente se ubica la dotación del ejido Santa Elena con 5,442.59 Ha; mientras que hacia el norte se ubica la dotación del ejido Calderitas con 2,540.43 Ha. Cabe aclarar que Xul-Há es una población nacida y relacionada con el ejido Juan Sarabia, mientras que Subteniente López y Huay-Pix lo están con el ejido Santa Elena, y por supuesto Calderitas con el ejido homónimo (HAOPB y SEDATU, 2018).

En los casos de los ejidos Chetumal y Santa Elena hay un número importante de parcelas en ubicaciones suburbanas y periféricas a la ciudad de Chetumal que, aun siendo de origen ejidal, a través del PROCEDE han adquirido el dominio pleno, y por lo tanto ya deben considerarse como propiedades privadas, aunque en algún momento hayan sido ejidales de origen. La expansión urbana de Chetumal ha ocurrido esencialmente sobre los ejidos Chetumal y Calderitas (HAOPB y SEDATU, 2018).

Presión inmobiliaria sobre frentes acuáticos naturales

Algunas áreas de manglar de Chetumal están bajo presión inmobiliaria que busca las ventajas de construir nuevos desarrollos sobre el frente marítimo y áreas de humedales y terrenos inundables. (CONABIO, 2021).



- Localidad urbana
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División nacional
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Cuerpo de agua
- Esorrentía

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
 - 1000 - 2000 habitantes/km²
 - 2000 - 3000 habitantes/km²
 - 3000 - 4000 habitantes/km²
 - + 4500 habitantes/km²
- Tenencia de la tierra
- Zona agrícola
 - Ejidos
 - Tierras de uso común
 - Tierras parceladas
 - suelos ejidales cambiados a dominio pleno

- Cambios asociados con actividad agrícola desde 1985
- Pérdida de vegetación a agrícola
 - Área agrícola a desarrollo antropico
- 0 4 km
-

Ocupación sociodemográfica del territorio

Densidad de población y marginación

El área metropolitana de Chetumal tendrá incrementos demográficos relativos del 21.08% en el corto plazo, del 52.69% en el mediano plazo y del 78.96% en el largo plazo. Esta realidad acentuará la presión sobre el suelo urbano propiciando la extensión de las localidades, básicamente de Chetumal sobre su territorio circundante, invadiendo zonas de vegetación natural y, lo que es más grave, sobre zonas no aptas por estar sujetas a inundaciones [SEDETUS, 2005]

De acuerdo al PDU 2018, existen 14 asentamientos irregulares identificados hasta el 2014 con una superficie aproximada de 110.24 ha y 5640 habitantes aproximadamente. El más grande tiene una superficie de 11.80 ha. con aproximadamente 350 habs. y se ubica en Calderitas (norte Fracc. Caribe). La información detallada de los 14 asentamientos se puede consultar en el PDU [HAOPB y SEDATU, 2018:66-67]. De acuerdo a CONAPO (2010), existen 10 áreas catalogadas como asentamientos de Alta vulnerabilidad, el más grande de este tipo se ubica en las inmediaciones del aeropuerto [ver Mapa: ocupación sociodemográfica].

Un centro poco denso y densidad alta en periferias

El Plan de Desarrollo Urbano Municipal reconoce que el crecimiento urbano se está produciendo en extensión, y con baja densidad, básicamente hacia el norte de Chetumal, y en algunos casos hacia zonas no aptas por ser inundables, lo que obliga a extender redes de infraestructura, al mismo tiempo que se da un bajo aprovechamiento de las ya existentes.

Las actividades económicas en el área metropolitana, de continuar con las tendencias actuales, se seguirán concentrando en Chetumal y básicamente en el área central de la misma, lo que alejará a la población de sus áreas de trabajo y dificultará la distribución de los servicios. Esto acentuará la pérdida de población en las localidades menores.

Infraestructura y dinámicas económicas

Abastecimiento de servicios básicos

Solo el 78% de las viviendas en Chetumal cuenta con agua potable y 82.83% de viviendas cuenta con drenaje [HAOPB y SEDATU, 2018]. El porcentaje de la población que cuenta con servicio de alcantarillado sanitario es de 45.11% [PIG00, 2021]. El porcentaje de volumen de agua tratado en 2018 fue de 59.72% [PIG00, 2021]. El 80.64% de viviendas en Chetumal cuenta con servicio eléctrico [HAOPB y SEDATU, 2018].

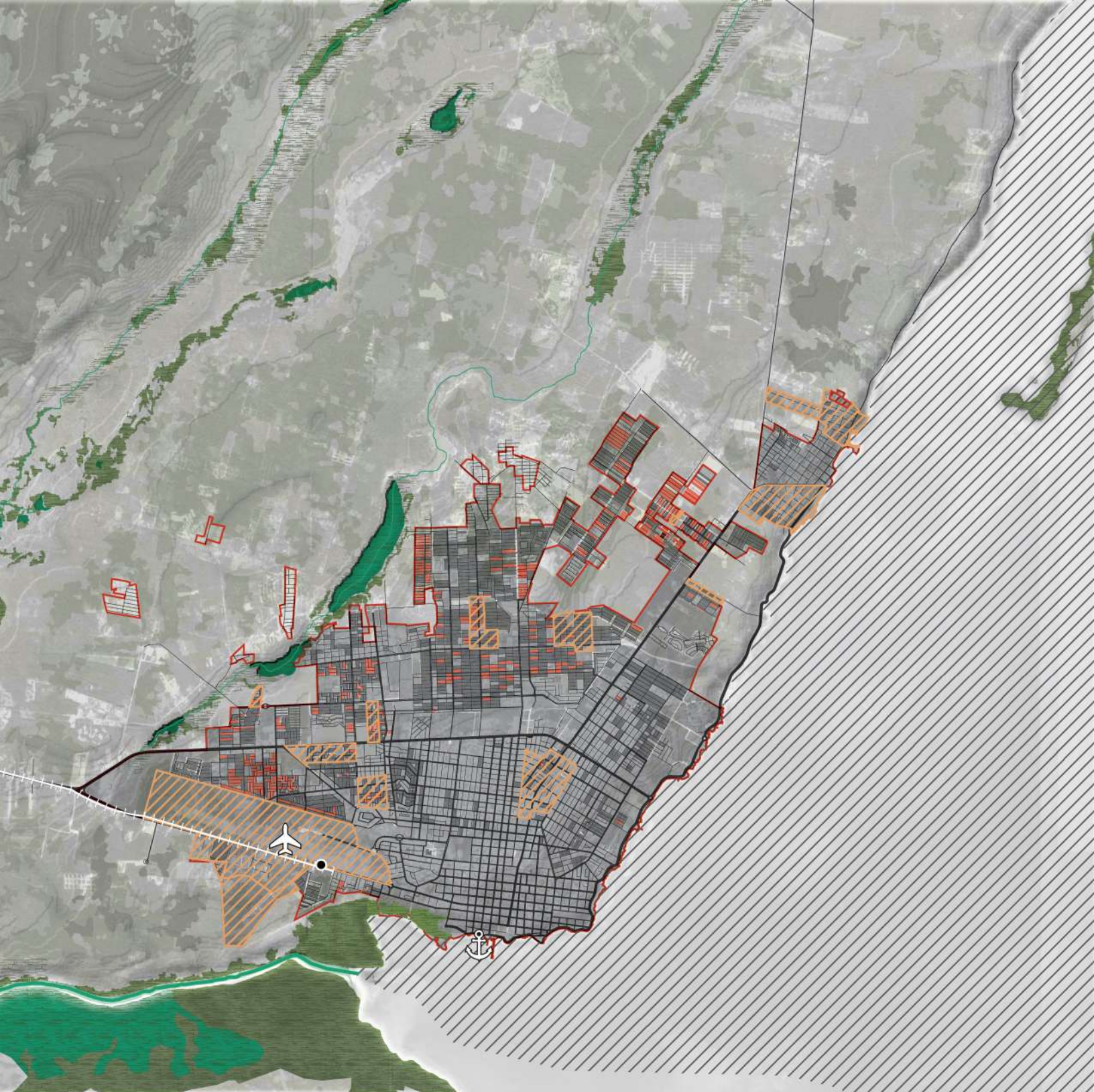
La distribución de los diferentes tipos de equipamiento urbano presentan un patrón fragmentado distribuido por toda el área urbana; aunque es apreciable su disminución hacia el extremo norte de la ciudad. El PDU [HAOPB y SEDATU, 2018], caracteriza la distribución de la siguiente forma: administración pública [1.39%], salud [0.30%], educación y cultura [3.94%], transporte [0.33%], y comunicaciones [0.12%]; pero si se suman entonces corresponden al 6.08%. Actualmente, la capacidad de los servicios urbanos, a partir del conocimiento de la infraestructura existente es de 84.5% [PIG00, 2021]












Gestión de aguas residuales






En entrevistas con especialistas locales, se indicó que aguas residuales urbanas son directamente dirigidas, en algunos puntos, hacia las aguas de la Reserva Estatal Santuario del Manatí, sin pre-tratamiento. Según datos del Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores [PIG00] en 2017, Chetumal trató únicamente el 9.93% de sus aguas residuales y la cobertura de alcantarillado reportada es de 47%.



Manejo inadecuado de residuos sólidos

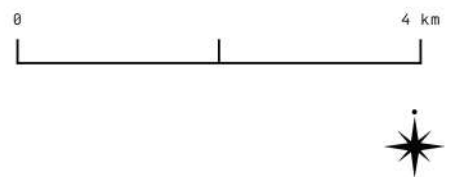
De acuerdo con SEDETUS (2005), existe una carencia en el sistema de rellenos sanitarios, lo que propicia la disposición a cielo abierto de los residuos sólidos en un tiradero y contribuye a la contaminación del suelo y los acuíferos. En este sentido, se prevé la futura apertura de un nuevo relleno sanitario dado que el relleno sanitario de Chetumal actualmente se encuentra colapsado y se ubica cerca de Calderitas y otros asentamientos. Esto representa graves riesgos ambientales y para la población como por ejemplo; la proliferación de incendios y en época de lluvias se presentan riesgos de inundación por marea de tormenta. Otro aspecto importante es la colecta ineficiente e insuficiente de basura, lo que se refleja en la proliferación de basura en muchas zonas de la ciudad.



-  Localidad urbana
-  Red vial
-  Trayecto previsto Tren Maya
-  Estación prevista Tren Maya
-  División nacional
-  Áreas Naturales Protegidas
-  Manglar
-  Tular
-  Biomasa
-  Cuerpo de agua
-  Escorrentía

- Densidad poblacional
-  0000 - 1000 habitantes/km²
 -  1000 - 2000 habitantes/km²
 -  2000 - 3000 habitantes/km²
 -  3000 - 4000 habitantes/km²
 -  + 4500 habitantes/km²

- Vulnerabilidad por AGEB
-  Alto
 -  Muy Alto



Mapa de ocupación sociodemográfica del territorio. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021, CONAPO 2010 y DENUE 2021

Riesgo y vulnerabilidad



Inundaciones, hundimientos y mareas de tormenta por huracanes

La ciudad de Chetumal por su situación geográfica y ubicación en la trayectoria de huracanes que se producen en el Atlántico la coloca en una situación de riesgo alto [Monroy et al, 2019]. Los principales riesgos en la Ciudad de Chetumal son las inundaciones y hundimientos. Las inundaciones son más comunes en las zonas donde se encuentran suelos Gleysols en zonas bajas. Los hundimientos se asocian a Leptosols con un manto freático a poca profundidad.

En Chetumal la frecuencia de impacto de huracanes no es tan alta como en la zona norte. En los últimos 60 años sólo el ojo del huracán Janet (1955) de categoría cuatro pasó sobre la ciudad. Los huracanes Carmen (1974) de categoría cuatro, Dean (2007) de categoría cinco Ernesto (2012) de categoría dos tocaron tierra entre 20 y 50 km al norte de la ciudad [CENAPRED, 2017; Fragoso-Servon & Pereira c. 2018]. El Malecón de Chetumal sufre inundaciones constantes durante la temporada de huracanes. En caso de huracanes de categoría 3, 4 y 5 el porcentaje de área urbana afectada por marea de tormenta sería de 2.3%, 8.9% y 18.9% respectivamente [INEGI, 2021].

El Atlas de Riesgos de la Ciudad de Chetumal muestra una serie de colonias afectadas por distintos tipos de riesgos, por ejemplo; ciclones tropicales, inundaciones, explosión de gasolineras y hundimientos. Así mismo, evalúa la vulnerabilidad utilizando diversos elementos que pueden ser afectados por los diferentes fenómenos meteorológicos. Finalmente, muestra una síntesis de mapas de vulnerabilidad y peligro por unidad espacial. De acuerdo al Atlas de riesgos, en la ciudad de Chetumal, las zonas que presentan menor riesgo son la zona del aeropuerto y la colonia Santa María. Las que presentan riesgo bajo son: los Fraccionamientos Caribe y Las Américas. La colonia Magisterial presenta riesgo Medio-Bajo. Los riesgos Muy altos o Altos ocupan el 46% de la superficie del área urbana y su distribución es regular en toda la mancha urbana excepto en las zonas antes mencionadas [UQROO, 2011].



Riesgos asociados a la gestión de residuos [Vertedero - Relleno sanitario]

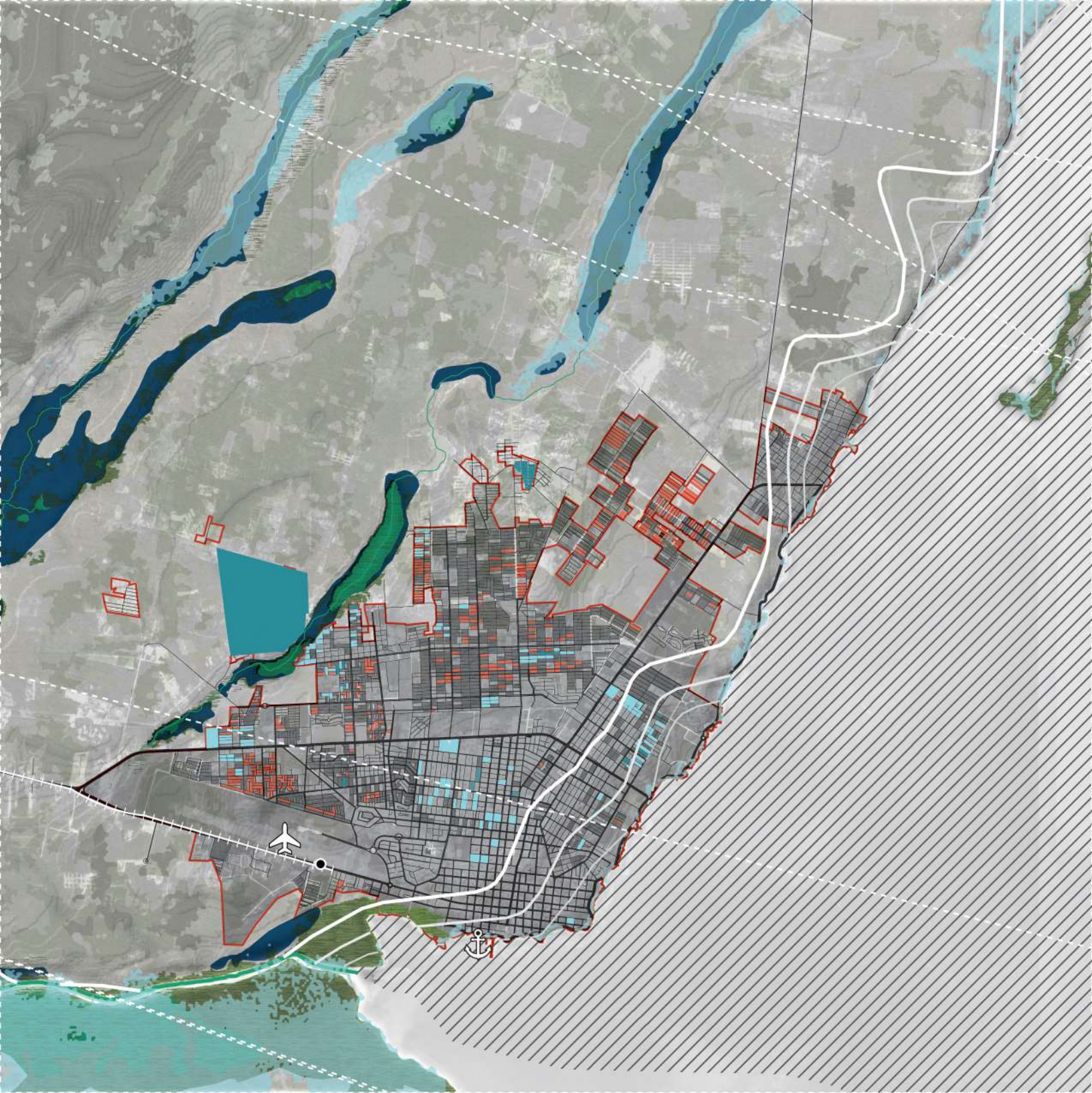
Actualmente el relleno sanitario está colapsado. Los riesgos asociados son: Contaminación de mantos freáticos y del sistema Lagunar; incendios que se originan en el relleno y son una amenaza para las colonias aledañas, e implicaciones para la salud pública.




















Riesgos asociados a vertimientos clandestinos de aguas residuales a la bahía y cuerpos de agua





De acuerdo al PDU, existen vertederos hacia la bahía de aguas residuales domésticas clandestinas. Los riesgos asociados son: pérdida de biodiversidad, contaminación de las aguas e implicaciones a la salud pública de la población y turistas.



De igual forma, el vertido de descargas de la planta de tratamiento hacia la laguna la Sabana representa riesgos a la biodiversidad, a la salud del ecosistema y a la salud pública.



-  Localidad urbana
-  Red vial
-  Trayecto previsto Tren Maya
-  Estación prevista Tren Maya
-  División nacional
-  Áreas Naturales Protegidas
-  Manglar
-  Tular
-  Biomasa
-  Cuerpo de agua
-  Escorrentía

-  Densidad poblacional
-  0000 - 1000 habitantes/km²
-  1000 - 2000 habitantes/km²
-  2000 - 3000 habitantes/km²
-  3000 - 4000 habitantes/km²
-  + 4500 habitantes/km²

-  Peligro por marea de tormenta
-  Huracán cat. 5: 7.5 m
-  Huracán cat. 4: 5.5 m
-  Huracán cat. 5: 4 m

-  Terreno sujeto a la inundación [Cenapred 2015]
-  Peligro por inundación costera para 2050






- Vulnerabilidad por viento an nivel manzana
-  Muy alto
 -  Alto
 -  Medio



Figura: Vista aérea de Calderitas - Chetumal.
Fuente: Elaboración propia.





Figura: Costa Maya y Banco Chinchorro.
Fuente: Google Earth, 2021.



2.3

MAHAHUAL



Figura: Costa Maya.
Fuente: Elaboración propia.



MAHAHUAL

2.3

En el área de Mahahual existen zonas en donde se interrumpe de manera natural la presencia de playas arenosas, para dar lugar a importantes afloramientos de roca calcárea, como sucede al sur y norte de la Terminal Marítima de Cruceros de Mahahual. Este tipo de formaciones geológicas llega a alcanzar una altitud entre 1 a 2 msnm, con una extensión de cientos de metros y una amplitud que varía entre 6 a 15 m. Por sus características estos sitios se manifiestan como una escollera natural que enfrenta el impacto del oleaje del mar Caribe (HAOPB, 2007).

Las especies vegetales se distribuyen en forma de parches de dimensiones limitadas y en donde sobresalen individuos herbáceos como: *Ageratum littorale*, *Rhynchospora cymosa*, *Sporobolus virginicus*, entre otros. Algunas especies manifiestan tallos leñosos que apenas alcanzan entre 30 y 50 cm de altura, como; *Coccoloba uvifera* [uva de mar] y *Conocarpus erectus* [mangle botoncillo]. Hacia la porción más alejada del mar y protegida por las rocas, se da paso a una somera duna arenosa y a las zonas de humedales y manglares de barrera, esta asociación se hace más diversa y se constituye en una comunidad arbustiva de entre 2 a 3 m de altura, donde las especies dominantes son: *Borrhchia arborescens*, *Cordia sebestena* [siricote de playa], *Thrinax radiata* [chit], *Suriana maritima* [pantzil], entre otras (HAOPB, 2007). De acuerdo al PDU Mahahual (HAOPB, 2007), la zona de manglares requiere un manejo especial, puesto que se encuentra naturalmente integrada a la zona federal como una extensión de la misma, encontrándose disgregada de los predios costeros por el camino costero considerado como ampliación del Malecón Mahahual. En esta zona denominada como de Protección, solamente se permitirán las actividades relacionadas con el uso de la zona federal, en la cual no se considera la construcción o instalación de servicios, siendo la vocación predominante la conservación de la zona y de la vegetación de duna costera.

Mahahual, un pequeño pueblo de pescadores ubicado entre los manglares, se identificó como el sitio idóneo para ser el principal centro urbano del proyecto turístico de la Costa Maya (HAOPB, 2007). Con el desarrollo del proyecto y el turismo masivo que en 2019 llevó a 1,4 millones de visitantes al puerto de cruceros, ha sufrido importantes transformaciones que derivan en graves impactos ambientales (Daltabuit et al. 2012; Vázquez,

2021). El área es reconocida por sus ecosistemas marinos tales como arrecifes y atolones y Proximidad con Áreas Naturales Protegidas: Reserva de la Biosfera “Sian Ka’an” [al Norte], Reserva de la Biosfera “Banco Chinchorro” [al Este], Área Natural Marina Protegida “Arrecifes de Xcalak” [al Sureste], Reserva Marina “Bacalar Chico” al Sur (Belice), Reserva Estatal Santuario del Manatí” [al Suroeste], Área de Protección de Flora y Fauna “Uaymil” [al Noroeste].

El clima del área es sub-húmedo y muy cálido, con temporada de lluvias en verano y humedad relativa proveniente del mar Caribe, entre 93% en el mes de Julio y 80.9% en el mes de Marzo. La temperatura promedio anual es de 28°C, con máxima de 35°C y mínima de 14°C y la precipitación promedio anual es de 1249 mm.

Mahahual es considerado un puerto de altura debido al arribo de cruceros de la ruta del caribe, buques que alcanzan esloras de hasta 366m.

Inventario Costero - Mahahual

- ① Playa Mahahual
- ② Playa Costa Maya
- ③ La Bamba Beach
- ④ Franja costera de playas de casi 130 kilómetros de largo
- ⑤ Reserva urbana Mahahual
- ⑥ Área de protección de Manglar
- ⑦ Clínica
- ⑧ Mercado
- ⑨ Primaria
 - Muelle cruceros
 - Muelle pescadores.
 - Aeródromo
 - Faro
 - Parques:
 - a. El Domo
 - b. Parque arrecifes de Xcalak
 - Espacio público:
 - a. Malecón del muelle y playas



Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil

Arrecifes del Caribe Mexicano

MAHAHUAL

- Manzanas localidad
- Red vial
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Escorrentías
- Pastos marinos y macroalgas
- Comunidad de pastos marinos
- Macroalgas



Mapa de inventario urbano-ambiental.
 Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 e IMPLAN 2013.

Caracterización de la forma urbana y tendencias de crecimiento



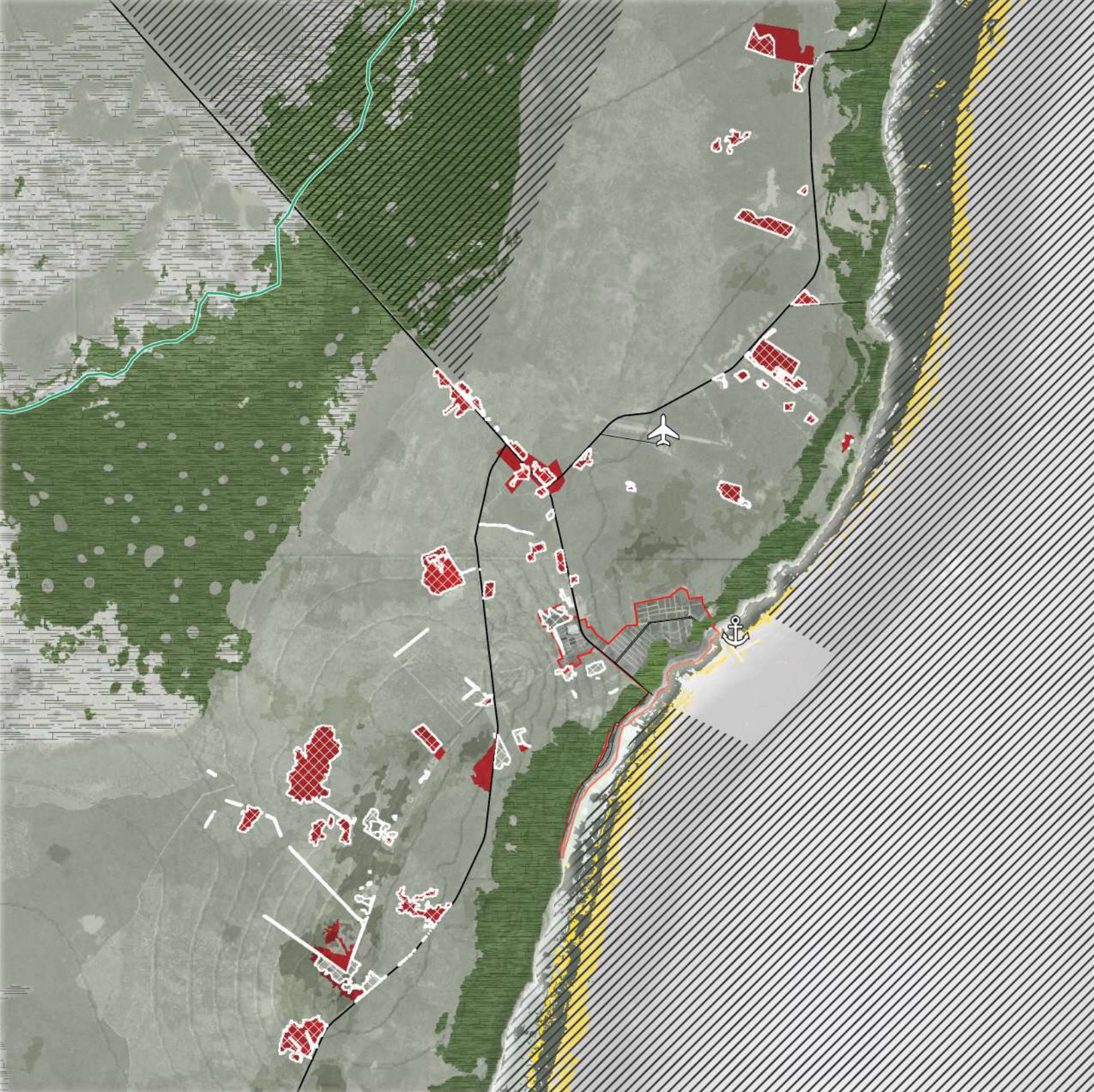
Tendencia de crecimiento en torno a ecosistemas clave

El paisaje de Mahahual ha sido caracterizado por ser un destino planeado y desarrollado en torno a la actividad de cruceros, lo que ha determinado su forma y estructura urbana. El estado del asentamiento original de Mahahual es el de un poblado con bajo nivel de consolidación, con falta de equipamiento, servicios y en el que se encuentran muchos terrenos baldíos [HAOPB, 2007]. La traza urbana se ha ido desarrollando en paralelo a la costa de forma irregular, con manzanas y predios de diferentes dimensiones. El muelle es un elemento importante que caracteriza al poblado y la forma urbana del mismo. Una de las tendencias que se expresa es que Mahahual viejo y los demás elementos existentes en la reserva urbana evolucionen como elementos independientes unos de otros con diferentes grados de consolidación y calidad [SEDETUS, 2021]. En Mahahual, se distinguen tres áreas principales dentro del contexto urbano: la costa, con hoteles y comercios importantes; el fraccionamiento o zona residencial que destaca por las construcciones de un mismo tipo; y el Km 55 que se encuentra alejado de la costa y es considerado un asentamiento irregular que carece de servicios urbanos básicos [Ek Ek, 2015].

Dentro de la reserva urbana se encuentra el Fraccionamiento Nuevo Mahahual con 100 hectáreas de superficie, que presenta un estado de urbanización incipiente: ya están construidas la vialidad de acceso [avenida con camellón al medio] y algunas vialidades secundarias, también viviendas de interés social. Sobre la vialidad principal, donde el uso del suelo es mixto, se encuentran funcionando algunos comercios y servicios como restaurantes y una oficina de Telmex, y al final de esta vialidad está el acceso a la Terminal Terrestre con su centro comercial, estacionamiento y muelle de cruceros [HAOPB, 2007].

En cuanto al crecimiento espacial la mancha urbana en 1990 era de 11.81 has.; en 2000 de 20.78 has.; y en 2007 llega hasta los 160.17 has. Se puede observar que en el primer periodo la tasa anual de crecimiento espacial fue de 5.8%; sin embargo, esta tasa aumentó a 33.9% en el segundo periodo [Castillo et al., 2010]. Existe una dotación de tierra del IPAE que puede ser un detonante del desarrollo urbano-turístico de Mahahual. A partir de la observación en el tiempo, este desarrollo urbano se va dando hacia el interior de la costa, principalmente hacia el Noroeste y también existe expansión del asentamiento Km. 55 [Google Earth Timelapse, 2021].

En la localidad, la Avenida Mahahual sirve como la vialidad conectora con el entronque con la Carretera Federal 307, además existen algunas calles secundarias en Mahahual Original y la Av. Principal y las transversales en el Fraccionamiento Nuevo Mahahual [SEDETUS, 2021].



- Manzanas localidad
- Red vial
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Escorrentías
- Pastos marinos y macroalgas
- Comunidad de pastos marinos
- Macroalgas

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 500 - 2000 habitantes/km²

- Zona agrícola

- Cambios asociados con actividad agrícola desde 1985
- Pérdida de vegetación y humedales a agrícola
 - Área agrícola a desarrollo antropico



Mapa de áreas agrícolas.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 e IMPLAN 2013.

Caracterización de la red de Espacios Públicos



Configuración y estado de la red de espacios públicos

Las principales áreas que se pueden considerar como espacio público son: el Malecón, la playa en Mahahual, la zona hotelera y comercial del muelle turístico para cruceros y de pescadores, y el parque arrecifes de Xcalak. El Malecón se considera como uno de los espacios públicos más representativos de Mahahual y en la Modificación al PDU Mahahual (HAOPB, 2007) se considera su ampliación y mejoramiento como el eje articulador entre Mahahual viejo y Nuevo, lo que permitirá un reordenamiento de actividades económicas y mejora de la imagen urbana del centro de población.

El muelle de cruceros, que podría considerarse como eje articulador de espacio público, es una área cerrada, aislada y resguardada con acceso controlado exclusivo para los visitantes provenientes de los cruceros y los prestadores de servicios turísticos. En general Mahahual carece de una red de espacios públicos al interior del poblado. De acuerdo al PDUCP-Mahahual (SEDETUS, 2021), únicamente se cuenta con una cancha de usos múltiples con domo, ubicada sobre la calle Huachinango, y un centro comunitario que cuenta con canchas y diversos talleres ubicado en el fraccionamiento "Casitas". De acuerdo a los datos recabados en la elaboración del PDUCP (SEDETUS, 2021) 89% de la población dijo que sí hacen falta espacios públicos, sobre todo parques que sean utilizados por niños y canchas deportivas. El 33% de la población no realiza ninguna actividad recreativa por falta de espacios públicos, el 27% utiliza las canchas existentes para practicar deporte, el 21% asiste con regularidad al centro comunitario, el 8% visita las playas, el 8% practica snorkel o buceo dada la biodiversidad de los arrecifes y el 3% opta por caminar en el malecón.



Normatividad y planeación municipal de espacios públicos

Dentro de las principales estrategias y líneas de acción respecto al espacio público de Mahahual, el PDU (HAOPB, 2007) plantea lo siguiente: "Diseñar proyectos integrales de renovación urbana y fomento económico y urbano, para la reactivación o transformación de espacios públicos y urbanos ya existentes". En el Uso de Suelo Mixto Costero 3, (HAOPB, 2007:100) se plantea que: "La Plaza Comercial I, es un espacio público, amplio y descubierto en el que se suele realizar gran variedad de actividades sociales, comerciales y culturales, por lo tanto deberá contar con espacios con enclaves a cielo abierto preponderantemente en el que se fusionen elementos materiales propios de la región para armonizar con el entorno (medio ambiente)".

En el PDUCP (SEDETUS, 2021) Se plantea que por cada vivienda que comprenda los desarrollos de nuevas colonias, barrios, fraccionamientos, conjuntos urbanos, condominios y otros proyectos similares, se dotará de 10.00 m² de área verde y ajardinada, que formará parte del espacio público de la ciudad de Mahahual, y cuya propiedad será igualmente pública. (SEDETUS, 2021:144). Así mismo, se plantea crear un sistema de espacios públicos que se inicia con la zona de infraestructura verde que creará corredores verdes, y en la cual se desarrollarán espacios públicos específicos que, a su vez, tendrán infraestructura para la movilidad en estaciones multimodales que permitirán el acceso a las diferentes ciclovías y vialidades universales, lo que llevará a la concatenación de dichos espacios públicos, parques, jardines y diversos elementos que integran el sistema de la ciudad (SEDETUS, 2021).

Por otro lado, se plantea que en las zonas de conservación deberán crearse áreas verdes que formarán parte del sistema de parques y áreas verdes del asentamiento, y también en las zonas identificadas dentro de la reserva urbana por la características naturales de lagunas o humedales que poseen serán usadas sin alterar sus condiciones naturales como áreas verdes (HAOPB, 2007).



Figura: Malecón de Mahahual.
Fuente: Elaboración propia.

Usos de suelo



Cambio de uso de suelo

El terreno donde se ubica Mahahual tiene una superficie de 21.52 ha conforme lo señala la Cédula Catastral respectiva ubicada en los archivos de la Dirección de Catastro (1996) y se encuentra la siguiente distribución de usos de suelo (Ver Tabla 13) (HAOPB, 2007). Los usos del suelo predominantes alrededor del centro urbano son: comercio, educación y servicios con algunas viviendas. En el interior del poblado predomina la vivienda de baja densidad. En las inmediaciones del poblado existe uso de suelo agrícola. De acuerdo al PDU (HAOPB, 2007), en Mahahual existe una superficie de 22 ha de uso de suelo para asentamientos humanos en el sector costero central. El área prevista en el PDU-Mahahual 2005 para uso de “asentamiento humano futuro” Mahahual II es de 1,584.25 ha, mientras que en la Modificación PDU 2008 se plantea una superficie total de desarrollo urbano de 1685.23 ha, de las cuales 56.03 ha son para una superficie considerada de desarrollo llamada Triángulo Norte (HAOPB, 2007:60).

Los suelos profundos principalmente están ocupados por humedales y, en general, los suelos son delgados y poco aptos para actividades agropecuarias y forestales extensivas. Los datos del PDU reflejan que actualmente la mayor superficie de Costa Maya aún conserva un uso de suelo natural predominante. En el litoral, tanto al norte como al sur de Mahahual, algunos propietarios han limpiado sus predios para dedicarlo a actividades turísticas mediante cabañas rústicas.

Dentro de la reserva urbana (1584.25 ha.) de Mahahual se encuentra ubicado el Fraccionamiento Nuevo Mahahual (propiedad de Isacc Hamui) de aproximadamente 100 hectáreas. Este fraccionamiento incluye lotes habitacionales de diferentes categorías, mixtos, para bodegas, un área de donación en el sector más próximo a la costa, una Estación Terrestre, un muelle de cruceros y una plaza comercial.

El PDUCP Mahahual (SEDETUS, 2021), contempla tres etapas de crecimiento con un horizonte de planeación de treinta años, en una primera etapa se espera una población de 195,049 habitantes al 2030, un incremento de 117,019 habitantes al 2040 y de 79,019 habitantes al 2050, para llegar a una población total de 390,097 habitantes, lo que contribuirá a una transformación importante del uso de suelo.



- Manzanas localidad
- Red vial
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Escorrentías

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 500 - 2000 habitantes/km²

- Unidades económicas industriales [DENUE]
- 6-10 empleados
 - 10-30
 - Concentración de unidades económicas [DENUE]
 - Hoteles
 - Basureros y rellenos
 - Línea de transmisión
 - Subestación eléctrica

- Cobertura bentónica del Arrecife Catoche-Xcalak
- Arrecife rocoso
 - Tocones y pedacera de coral
 - Estructura coralina
 - Octocorales y corales
 - Octocorales
 - Pastos marinos y macroalgas
 - Comunidad de pastos marinos
 - Macroalgas
 - Sedimentos



Ocupación sociodemográfica del territorio



Densidad de población y marginación

De acuerdo con el INEGI [2010], la población de Mahahual se incrementó de 149 habitantes en el 2000 a 282 habitantes en el conteo de población de 2005. En 2007, cuando impactó el huracán Dean, se calculó que había más de 700 habitantes. SEDESOL [2010] estimó el grado de marginación en el año 2010 como Alto y el grado de rezago social en Medio, lo que pone a sus pobladores en riesgo ante eventos climáticos extremos.

En referencia a las viviendas, se detectaron 69 casas con base en la encuesta efectuada por SEDESOL [2010] para Mahahual. Casi todas las viviendas cuentan con techo de cartón [88%], mientras que la mayoría [58%] tiene muros de madera, seguido por muros de cartón [18%] y de tasiste [17%] (SEDETUS, 2005).

De acuerdo al PDU-Mahahual (HAOPB, 2007), las invasiones son un proceso que existe en la Costa Maya, y que lleva tiempo sucediendo. Los registros que se obtuvieron de invasiones son:

- Mahahual Km. 55, ubicado sobre la carretera Cafetal
- Mahahual, precisamente en el Km. 55, cerca de la Partida Naval Mahahual. Ocupan terrenos nacionales.
- Propiedad particular San Isidro, cerca de Mahahual.
- Propiedad particular Guadalupe, cerca de Mahahual.
- Zona marítima federal, desembocadura de Río Huach, y propiedad privada. Ocupada por pescadores permisionarios.
- Fundo legal de Xcalak.

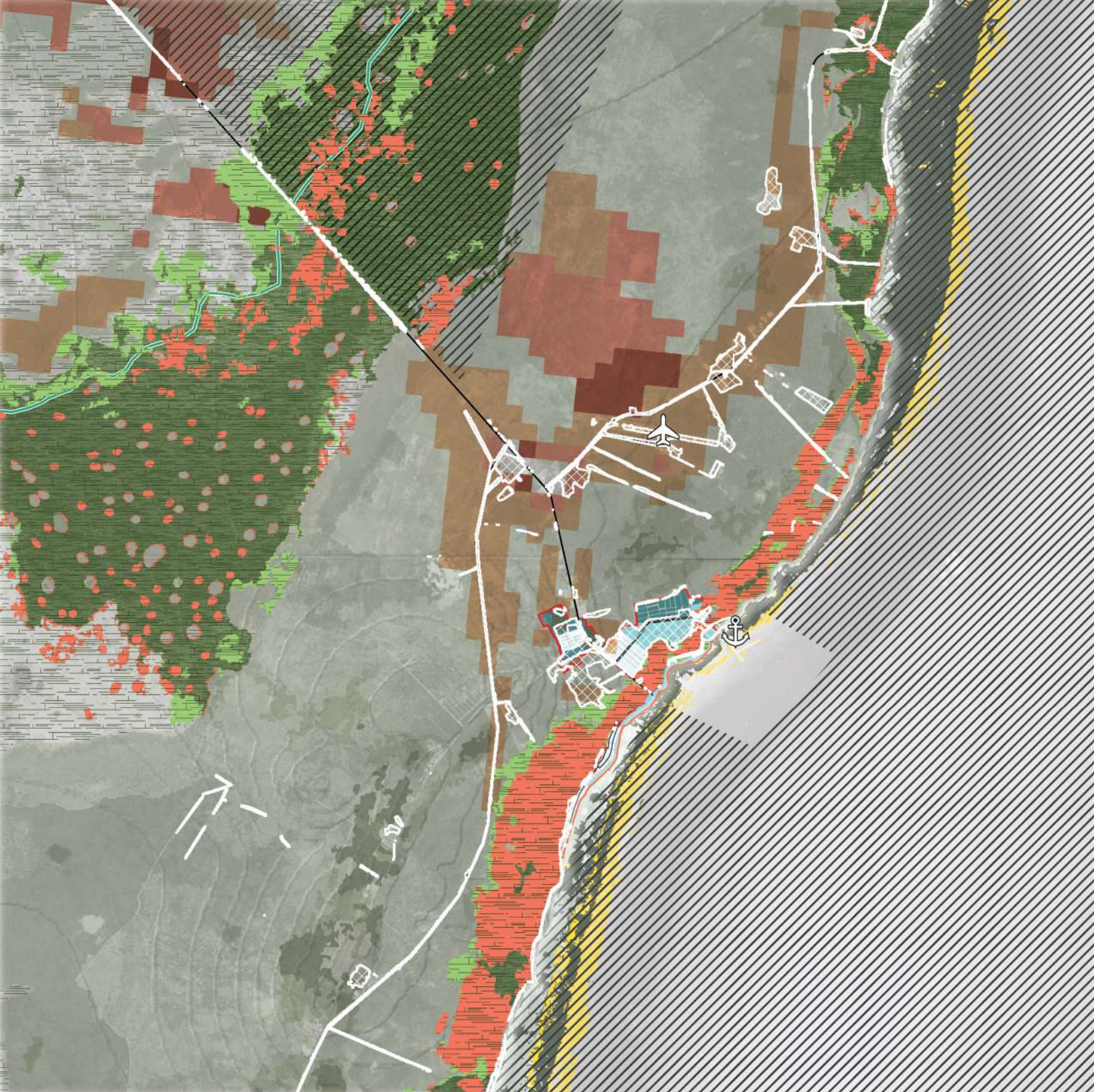


Impacto de asentamientos irregulares y marginación

Mahahual empezó a captar un gran número de inmigrantes que llegaron al lugar para atender los requerimientos de personal, primero para la etapa de construcción del muelle, de la plaza comercial y el fraccionamiento aledaño, y posteriormente para operar los servicios turísticos que empezaron a ofertarse (Ferreira, 2016). El desarrollo del asentamiento irregular Km 55 tiene graves impactos ambientales debido a la pérdida de manglar, la carencia de drenaje y los consiguientes efectos a la salud pública.

Mapa de impacto humano sobre la biodiversidad.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 e IMPLAN 2013.



- Manzanas localidad
- Red vial
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Escorrentías
- Pastos marinos y macroalgas
- Comunidad de pastos marinos
- Macroalgas

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 500 - 2000 habitantes/km²
- Cambios asociados desarrollo urbano desde 1985
- Pérdida de vegetación y humedales a desarrollo antropico
 - Expansión urbana 1985-2000
 - Expansión urbana 2000-2010
 - Expansión urbana 2010-2018

- 0 4 km
-
- Índice de presión económica a la deforestación [bosque/vegetación zona árida]
- Muy alto
 - Alto
 - Medio-Alto
- Movimeinto en los Manglares desde 1985
- Pérdidad de manglar
 - Ganancia de manglar
-

Ocupación sociodemográfica del territorio



Servicios básicos

El recurso del agua es un factor limitante para el desarrollo de Costa Maya. El abastecimiento de agua potable a las poblaciones debe realizarse desde fuera de la Costa Maya. Esto es básicamente porque el agua disponible actualmente proviene de pozos artesanales altamente susceptibles a la intrusión marina. El único cuerpo de agua con potencial regular de aprovechamiento es la laguna de Agua Dulce ubicada a casi 4 km de la costa, aproximadamente a la mitad entre Mahahual y Xcalak. Otra fuente de agua puede ser mediante pozos profundos ubicados dentro del área de protección de la flora y fauna Uaymil, a unos 10 km de la costa de Mahahual. Una opción más son los pozos ubicados en el ejido Cafetal, cerca del entronque con la carretera Chetumal-Felipe Carrillo Puerto; en este caso la línea de conducción será de aproximadamente 50 Km. hasta Mahahual, y adicionalmente hay que tomar en cuenta la conducción a otros puntos de la región (HAOPB, 2007).

El sistema de alcantarillado sanitario es combinado por vacío y gravedad, y cuenta con 3,700 mts. lineales de red de drenaje por vacío y 16,642 mts. lineales de red de atarjeas a gravedad (SEDETUS, 2021).

Las aguas residuales se reciben en una planta de vacío ubicada en la Calle Atún con Calle Sardina, con una capacidad de recolección de 7 lps., también se cuenta con un cárcamo de recolección ubicado en el Fraccionamiento Nuevo Mahahual con capacidad de 12 lps. Estas aguas residuales se conducen a una planta de tratamiento, ubicada en la Av. Caribe con Calle Cacao, la cual tiene una capacidad de 10 lps. con un proceso de tratamiento de tipo anaeróbico (SEDETUS, 2021).

De acuerdo al PDUCP (SEDETUS, 2021), Mahahual no cuenta con un sistema de recolección de basura. Tampoco con ningún sistema de tratamiento de basura, por lo que se lleva a un tiradero a cielo abierto sobre la carretera Mahahual-Xcalak a 10 km del entronque. Lo anterior deriva en graves consecuencias ambientales como la contaminación del subsuelo y los mantos acuíferos, entre otros aspectos.

Existe una subestación de electricidad instalada sobre la carretera y una línea que abastece el Fraccionamiento Nuevo Mahahual, con capacidad para abastecer el corredor (HAOPB, 2007).

Hay una planta de rebombeo para el abastecimiento de agua para el fraccionamiento Nuevo Mahahual, frente a la subestación eléctrica (HAOPB, 2007).

El Muelle tiene una estructura en forma de "Y", es de concreto premezclado, con una profundidad máxima en el brazo Este de 14 metros, no cuenta con servicios para abastecimiento de combustible, agua potable o aguas negras. Tiene alumbrado público y pueden atracar hasta tres cruceros turísticos de 366 metros de eslora; no cuenta con servicio de remolcadores (SEMAR, 2021).

Muelle de cruceros, terminal terrestre y centro comercial en Mahahual en Punta Chacchi. (HAOPB, 2007)

En Mahahual no existe aeropuerto, sin embargo al Norte, en latitud 18° 45' N y longitud 87° 41' W, se encuentra un aeródromo con pista de asfalto, con terracería compactada y capa de petróleo, con una longitud de 1200 metros de largo y 25 metros de ancho, franja de seguridad de 80 metros, plataforma de 60 x 60 metros, y elevación de 2 metros sobre el nivel del mar, operado por la empresa VIPSAESA (SEMAR, 2021).

En cuanto a las dinámicas económicas, después de las etapas de producción coprera y posteriormente de pesca como principal actividad, se inicia la fase enfocada al turismo (Higuera Bonfil, 2002), que comienza en la segunda mitad de la década de los noventa, cuando se dotó de infraestructura a la localidad en materia de comunicación y conexión (con fondos federales y estatales) con el fin de convertirla en un destino turístico y de crucero (Ferreira, 2016). Actualmente, la economía de Mahahual sucede en torno a la industria turística de los cruceros. La mayor parte de la población del asentamiento Km 55 tiene relación laboral con el turismo y los servicios asociados a éste (Ek Ek, 2015).



Impacto de la actividad turística masiva

El muelle convirtió a Mahahual en un puerto de cruceros de importancia nacional y mundial; recibiendo en su primer año de operación a 142 cruceros, que significaron una afluencia de 305 776 pasajeros [Ferreira, 2016]. En tan sólo cuatro años [2002-2006], la llegada de cruceros a Mahahual aumentó en un 145%; teniendo un incremento promedio anual de 25% de llegadas de cruceros al puerto. De igual forma, el crecimiento en la afluencia turística presentó un incremento en el mismo periodo de 165%. Para 2006, después de varios años de operación del muelle, el puerto ocupaba el segundo lugar a nivel nacional, recibía de cinco a siete cruceros a la semana en temporada alta y de tres a cuatro cruceros a la semana en temporada baja (junio, septiembre-octubre), lo que implicaba aproximadamente 14000 visitantes de cruceros por semana en el primer caso y 6000 visitantes de cruceros semanalmente en temporada baja. [Ferreira, 2016]

La llegada semanal de cruceros en simultáneo, con números de pasajeros que alcanzan aproximadamente los 3000 visitantes cada uno, representa la principal presión a la plataforma arrecifal [SEDETUR, 2019].



Pérdida de manglar

Hay pérdida de manglar por deforestación, acumulación de basura, y contaminación del agua [Daltabuit et al. 2012]. La problemática de la basura toma una escala intercontinental debido a que se registra que las corrientes traen desechos y residuos generados tanto en el Caribe como en el continente europeo. Adicionalmente, el cambio climático también está acelerando la pérdida por absorción excesiva de carbono, especialmente en las zonas de manglares vinculadas a Sian Ka'an y Mahahual [Sanderman, 2017; García García, 2021].

Un análisis de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak [Hirales-Cota et al, 2010] revela que durante 1995 a 2007 [12 años] se han perdido 1070 ha de bosque de manglar, con una tasa anual de deforestación de 0.85%, tasa relativamente alta en comparación con otras regiones de México. El principal factor que ha disparado la disminución de la cobertura de manglar es la expansión de los usos antropogénicos del suelo [e.g., la construcción de poblados y caminos]. Este estudio concluye que para asegurar que los manglares de Mahahual-Xcalak continúen

proporcionando servicios ecosistémicos claves, se necesita la implementación de programas dirigidos a su conservación y rehabilitación.



Monopolios de servicios turísticos del sector privado

Las principales actividades económicas se desarrollan en el muelle de Costa Maya y su centro comercial adyacente, por lo que la mayor parte de los ingresos se quedan fuera del pueblo [Daltabuit, 2012]. Desde el muelle y permaneciendo en su propia burbuja turística, los turistas son llevados a excursiones al pueblo, al arrecife, a Sian Ka'an, a Tulum o al Beach Club Uvero. El monopolio del Beach club elimina la competencia local [Daltabuit, 2012; Consultores locales]. Antiguos pescadores subcontratados para los tours sólo reciben el 6% de los ingresos por excursión, por lo que han tenido que elegir entre la pesca y el turismo. Hoy en día, además, se encuentran muy vulnerables económicamente debido al descenso del 70% del turismo provocado por la pandemia de Covid 19 en 2020 [Vázquez, 2021].

Riesgo y vulnerabilidad



Inundación por eventos meteorológicos extremos

Los huracanes son la principal amenaza a Mahahual y la región Costa Maya, pueden aumentar la vulnerabilidad de estos sistemas de acuerdo a su grado de exposición, el cual ya se manifiesta por su ubicación geográfica, seguido de una combinación de los factores que caracterizan a estos fenómenos naturales: elevación del nivel del mar, vientos violentos y fuerte precipitación. Todos estos factores contribuyen al aumento de la vulnerabilidad de dichas comunidades, tanto en su contexto social como material, poniendo en riesgo vidas humanas, actividades económicas, infraestructuras y edificaciones, centros de producción y de servicios, entre otros.

De acuerdo al PDUCP (SEDETUS, 2021), no se cuenta con programas específicos para la localidad, siendo éstos de suma importancia ya que tanto sus actividades como los asentamientos humanos irregulares presentan una situación de alta vulnerabilidad a los riesgos de los fenómenos hidrometeorológicos. De acuerdo a los datos proporcionados por la misma población al momento de enterarse de la posibilidad de presentarse algún fenómeno, lo que se hace es realizar la evacuación de las zonas bajas y de mayor vulnerabilidad, habilitándose escuelas en zonas más altas como refugios temporales.



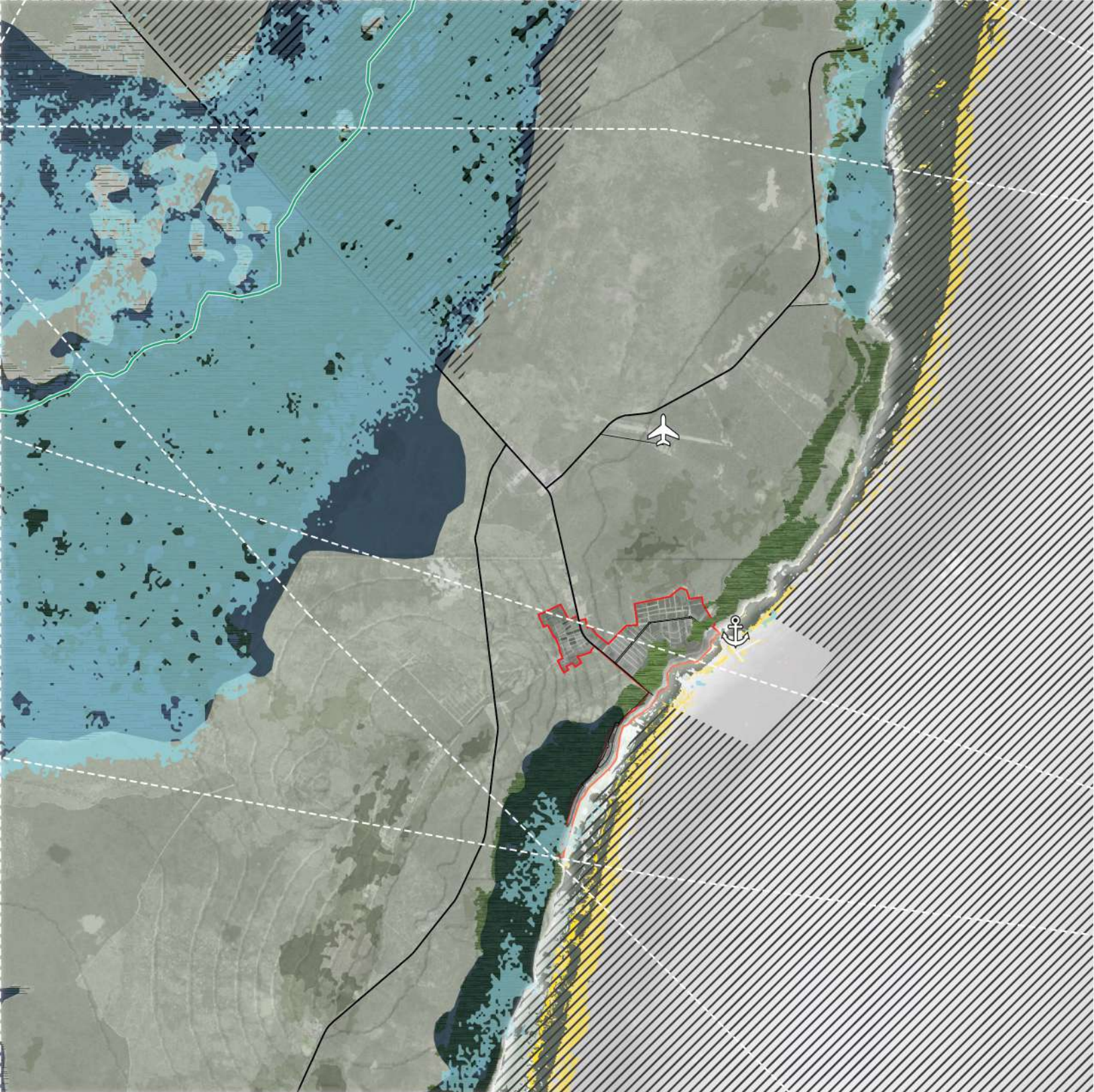
Crecimiento de sargazo

La incorporación de nuevas especies al ecosistema, aunada a la concentración de residuos orgánicos producto de actividades vinculadas a cruceros, buceadores y artes de pesca, así como el vaciado de acuarios o el consumo de marisco de otras partes del mundo, ha significado no sólo una alteración de las comunidades marinas, sino también un fuerte incremento en la producción de desechos orgánicos, lo que a su vez ha promovido la proliferación del sargazo. Y este sargazo está teniendo un impacto tanto en la calidad del agua como en la disminución del turismo.



Acidificación del océano

El fenómeno de acidificación en el Golfo de México afecta directamente el entorno marino, especialmente a los arrecifes de coral, provocando la muerte de la especie clave de uno de los ecosistemas más productivos y diversos del planeta [Ortíz et al., 2018], lo cual no exenta a la región de la Costa Maya.



- Manzanas localidad
- Red vial
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Escorrentías
- Pastos marinos y macroalgas
- Comunidad de pastos marinos
- Macroalgas
- Ciclones y huracanes históricos 1998 - 2020

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
- 0500 - 2000 habitantes/km²
- Terreno sujeto a la inundación [Cenapred 2015]
- Peligro por inundación costera para 2050



Mapa de riesgos hidrometeorológicos.
Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 e IMPLAN 2013.



Figura: Borde costero de Mahahual.
Fuente: Elaboración propia.



ÁREAS RELEVANTES

PARA LAS DINÁMICAS URBANAS EN OPB Y BACALAR

3.1 Evaluación de áreas y ecosistemas en conflicto urbano-ambiental

1. Bacalar

1. Litoral de la Laguna de Bacalar:
localidad urbana
2. Litoral de la Laguna de Bacalar:
norte de la localidad urbana [ZDC]
3. Ejido Salamanca [zona agrícola]

2. Chetumal

4. Sistema Bacalar - Xul ha -
Huay Pix - Chetumal
5. Laguna La Sabana
6. Corredor del malecón de Chetumal
7. Delta del Río Hondo - Chetumal
8. Relleno sanitario de Chetumal

3. Mahahual

9. Centro de población Mahahual
 - a. Km. 55
 - b. Sistema de lagunas en ZDC
10. Borde costero Mahahual - Xahuayxol

EVALUACIÓN DE ÁREAS Y ECOSISTEMAS EN CONFLICTO URBANO-AMBIENTAL

La selección de ecosistemas clave en conflicto con las dinámicas urbanas recoge los principales hallazgos recolectados hasta el momento, en la revisión de literatura técnica y la caracterización inicial de los mapeos de dinámicas urbanas, y los cruza con una espacialización principales de conflictos urbano-ambientales mediante dos ejercicios. El primero es un taller entre los enlaces regionales de GIZ, el equipo consultor y los expertos locales urbano y ambiental. Este tiene como objetivo reconocer entre 5 y 10 áreas de ecosistemas clave en conflicto con las dinámicas urbanas de la localidad. El segundo ejercicio es una confirmación de selección de estas áreas y retroalimentación con información más precisa de estos conflictos con el apoyo de especialistas y actores locales multisectoriales.

Los criterios utilizados para la selección de estos ecosistemas principales incluyen: i) valor social, cultural en los medios de vida y resiliencia percibido por los usuarios de los ecosistemas; ii) valor económico del ecosistema; iii) estado de salud/conservación de los ecosistemas; iv) nivel de presión/fragilidad del ecosistema; y v) la contribución del ecosistema a la resiliencia de la región piloto frente al cambio climático:

Bacalar:

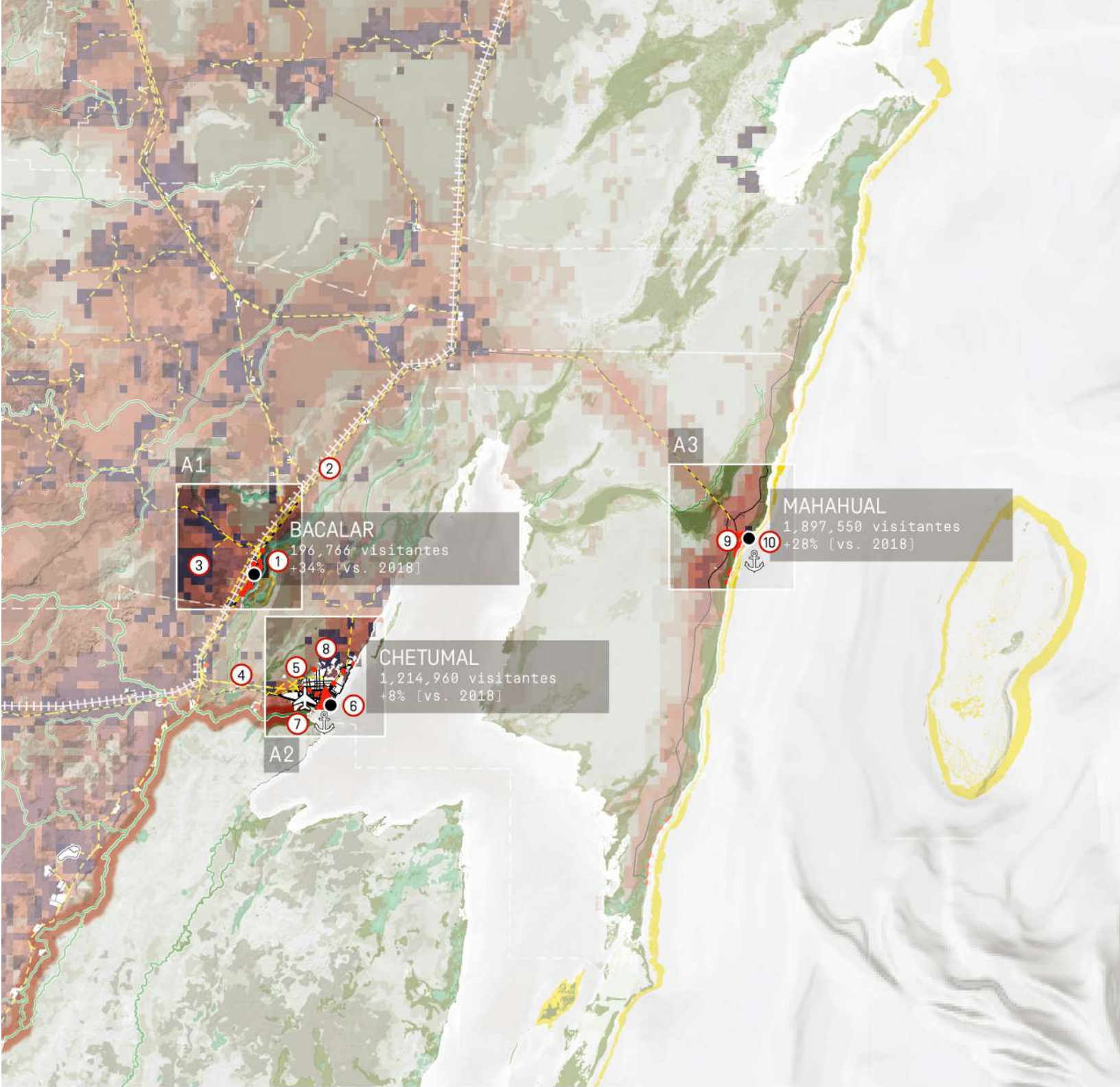
1. Litoral de la Laguna de Bacalar: localidad urbana
2. Litoral de la Laguna de Bacalar: norte de la localidad [Zona de Desarrollo Controlado]
3. Ejido Salamanca (zona agrícola)

Chetumal:

4. Sistema Bacalar - Xul ha - Huay Pix - Chetumal
5. Laguna La Sabana
6. Corredor del malecón de Chetumal
7. Delta del Río Hondo - Chetumal
8. Relleno Sanitario Chetumal

Mahahual

9. Centro de Población de Mahahual
 - a) Kilómetro 55
 - b) Sistema de Lagunas en Zona de Desarrollo Urbano
10. Borde costero Mahahual - Xahuayxol



- Localidades
- Red vial
- División estatal
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Arrecifes de coral
- Hoteles
- Red de alta tensión
- Manglares
- Trazado proyectado Tren Maya
- Aeropuerto
- Puerto



Mapa síntesis del Municipio de Los Cabos. Fuente: elaboración propia con datos de Conabio 2014, INEGI 2020 y INEGI 2021.

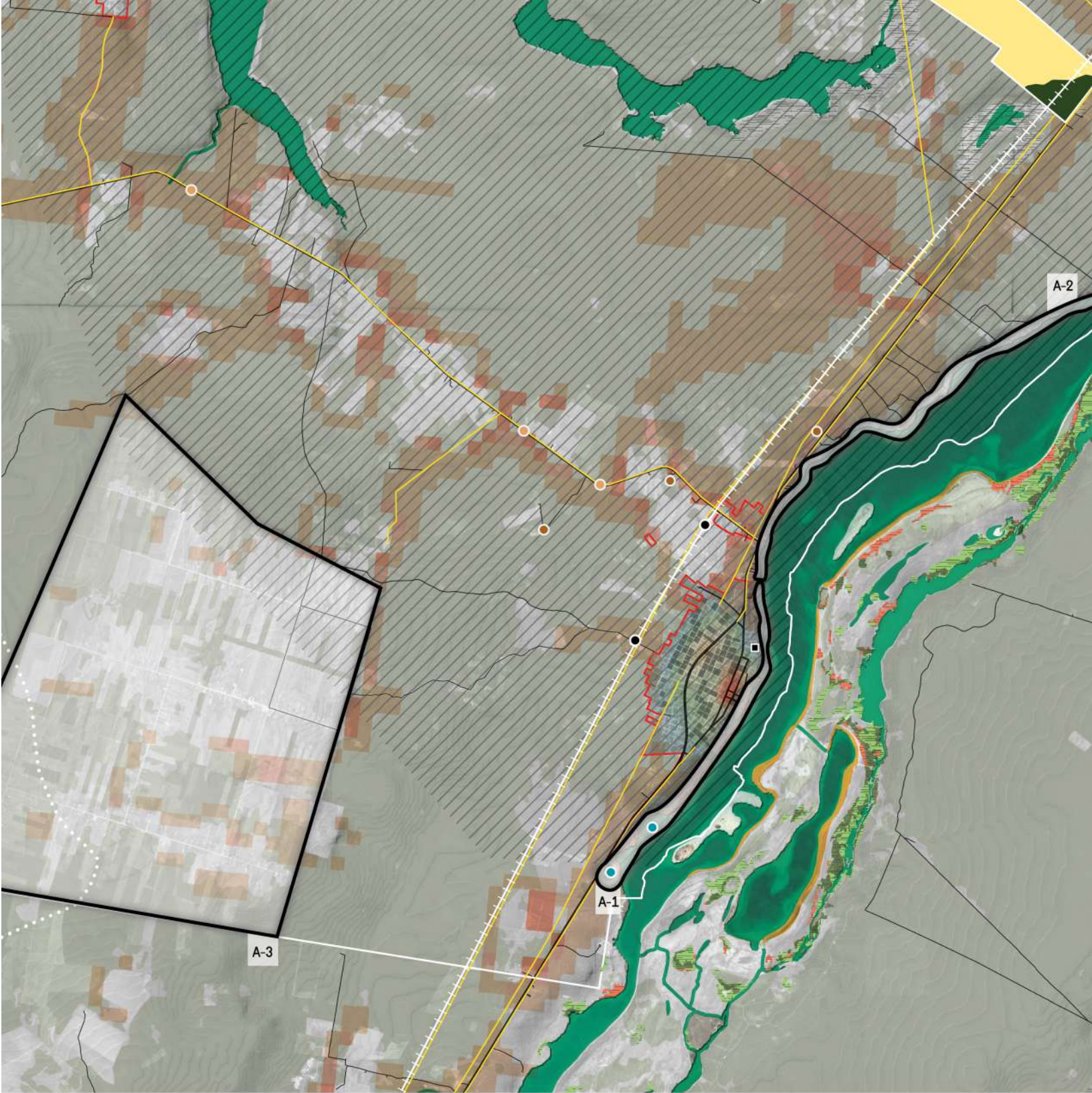
Bacalar

A-1. Litoral de la Laguna de Bacalar: localidad urbana

A-2. Litoral de la Laguna de Bacalar: norte de la localidad [Zona de Desarrollo Controlado]

A-3. Ejido Salamanca [zona agrícola]

Mapa de síntesis de la localidad de Bacalar. Fuente: elaboración propia con datos de Conabio 2014, INEGI 2020 y INEGI 2021.



- Localidades
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División municipal
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Zona de dunas y arenas
- Vegetación Bosque/Selva
- Subcuenca
- Cuerpos de agua
- Áreas relevantes para las dinámicas urbanas

- Densidad poblacional
- 0000 - 500 habitantes/km²
 - 1000 - 1500 habitantes/km²
 - Concentración de unidades económicas [DENUE]
 - Basureros y rellenos
 - Línea de transmisión
 - Subestación eléctrica
 - Banco de material
 - Cenote
 - Suelo parque solar proyecto
 - conservación

- 0 4 km
- Índice de presión económica a la deforestación [bosque/vegetación zona árida]
- Muy alto
 - Alto
 - Medio-Alto
- Movimeinto en los Manglares desde 1985
- Pérdidad de manglar
 - Ganancia de manglar



LAGUNA DE BACALAR: LOCALIDAD URBANA

Tipo: Laguna

Colonias asociadas al área: perímetro ubicado al borde de la laguna en la localidad urbana de Bacalar en las colonias Boulevard Costero Sur, Magisterial, Centro y Mario Villanueva Madrid

Dimensión: 8.52 km

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:
 - . Lagunas, cenotes
 - . Humedales
 - . Manglares
- Servicios ecosistémicos:
 - Abastecimiento:
 - . Agua dulce
 - . Pesca
 - . Zonas de protección, alimentación y reproducción de especies
 - Regulación:
 - . Recarga de acuíferos
 - . Protección contra inundaciones pluviales y eventos meteorológicos extremos
 - . Protección y estabilización del suelo
 - Cultural:
 - . Recreación y turismo
- Factores de presión:
 - . Contaminación del agua debido al vertimiento de aguas residuales a la Laguna como consecuencia de la falta de drenaje en los asentamientos ubicados en el borde de la laguna. Tan sólo el 32 % del Centro de Población cuenta con infraestructura de drenaje [SEDETUS, 2016]. La población que no se encuentra conectada a la red de drenaje utiliza letrinas y pozos que vierten sus aguas residuales en el subsuelo, lo que genera contaminación del acuífero y de la Laguna.
 - . La localidad urbana carece de drenaje pluvial, por lo que los escurrimientos provenientes de las aguas de lluvia son vertidos por la pendiente natural de las calles hacia la Laguna. En este recorrido las aguas pluviales recogen basura y otros materiales que contaminan y afectan directamente a la Laguna. [SEDETUS, 2016] La deficiencia en el manejo de residuos sólidos agrava esta problemática debido a los lixiviados que también son vertidos hacia la Laguna [Mussa, 2019].
 - . La urbanización del litoral de la Laguna de Bacalar responde al crecimiento exponencial del sector turístico con el desarrollo de hoteles y viviendas temporales o de segunda residencia. Se espera que esta tendencia continúe debido a la especulación y crecimiento del sector turístico a partir del proyecto del Tren Maya.
 - . Una de las principales problemáticas derivadas de esta ocupación del suelo es la privatización del borde de la laguna, ya que los usos residenciales y turísticos bloquean el acceso. Si bien existen tres accesos públicos, esta infraestructura no es suficiente para atender la demanda tanto de la población local como de turistas, y tampoco es suficiente el equipamiento básico que da servicio a la población [baños, mesas, regaderas].



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Ganancia de manglares
- Cuerpo de agua



Mapa zoom de la localidad de Bacalar.
 Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

LITORAL DE LA LAGUNA DE BACALAR: NORTE DE LA LOCALIDAD URBANA

Tipo: Laguna

Colonias asociadas al área: al norte de la localidad urbana hacia Limones principalmente en el Ejido Aarón Merino Fernández con consideración hacia el Ejido Buenavista y el Ejido Pedro Antonio Santos.

Dimensión: 8.96 km de litoral con nueva zona urbana de desarrollo controlado

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:
 - . Lagunas, cenotes
 - . Humedales
 - . Manglares
- Servicios ecosistémicos:
 - Abastecimiento:
 - . Agua dulce
 - . Pesca
 - . Zonas de protección, alimentación y reproducción de especies
 - Regulación:
 - . Recarga de acuíferos y limpieza del agua
 - . Protección contra inundaciones pluviales y eventos meteorológicos extremos
 - . Protección y estabilización del suelo
 - Cultural:
 - . Recreación y turismo
- Factores de presión:
 - . De acuerdo a Gómez et al. [2018], los 55.3 km del litoral de la Laguna de Bacalar cuentan con un 45% de ocupación del suelo. Dicha ocupación se concentra en la localidad de Bacalar y el Ejido Aarón Merino Fernández con un 88% y 94% de ocupación del suelo respectivamente. Al norte del Ejido Aarón Merino Fernández, se presenta una ocupación del 10%, hasta llegar al Ejido Buenavista con 35% y el Ejido Pedro Antonio Santos con el 13%.
 - . La expectativa de desarrollo urbano es incompatible con la fragilidad ambiental de la Laguna. Si bien la ocupación del suelo es menor al norte de la localidad urbana de Bacalar, el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bacalar delimita el suelo ubicado al norte de la localidad como una Zona de Desarrollo Controlado [ZDC]. Dicha zona se define como una zona urbanizada, o en proceso de desarrollo, colindante a la Laguna de Bacalar donde se pueden aplicar políticas de consolidación, mejoramiento y redensificación, asegurando -según este mismo PDUCP- que los impactos sobre la Laguna no impacten su resiliencia.
 - . La urbanización de la Zona de Desarrollo Controlado significará que la localidad de Bacalar cuadruplicará su tamaño actual, al pasar de 696 ha. a 2911 ha., lo que significa una adición de terreno de 318 %. Con ella la zona de litoral con ocupación urbana duplica de 8.52 km a 17.48 km, que es una adición de 105.2 %.
 - . El área ubicada en el litoral de la Laguna de Bacalar hacia el norte de la ZDC Ejido Buenavista y el Ejido Pedro Antonio Santos tienen una tendencia similar en la urbanización y especulación del suelo, lo que resulta problemático frente a la necesidad de la preservación de los servicios ecosistémicos de la Laguna.



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Ganancia de manglares
- Cuerpo de agua



Mapa zoom al litoral norte de la Laguna de Bacalar.
 Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

EJIDO SALAMANCA

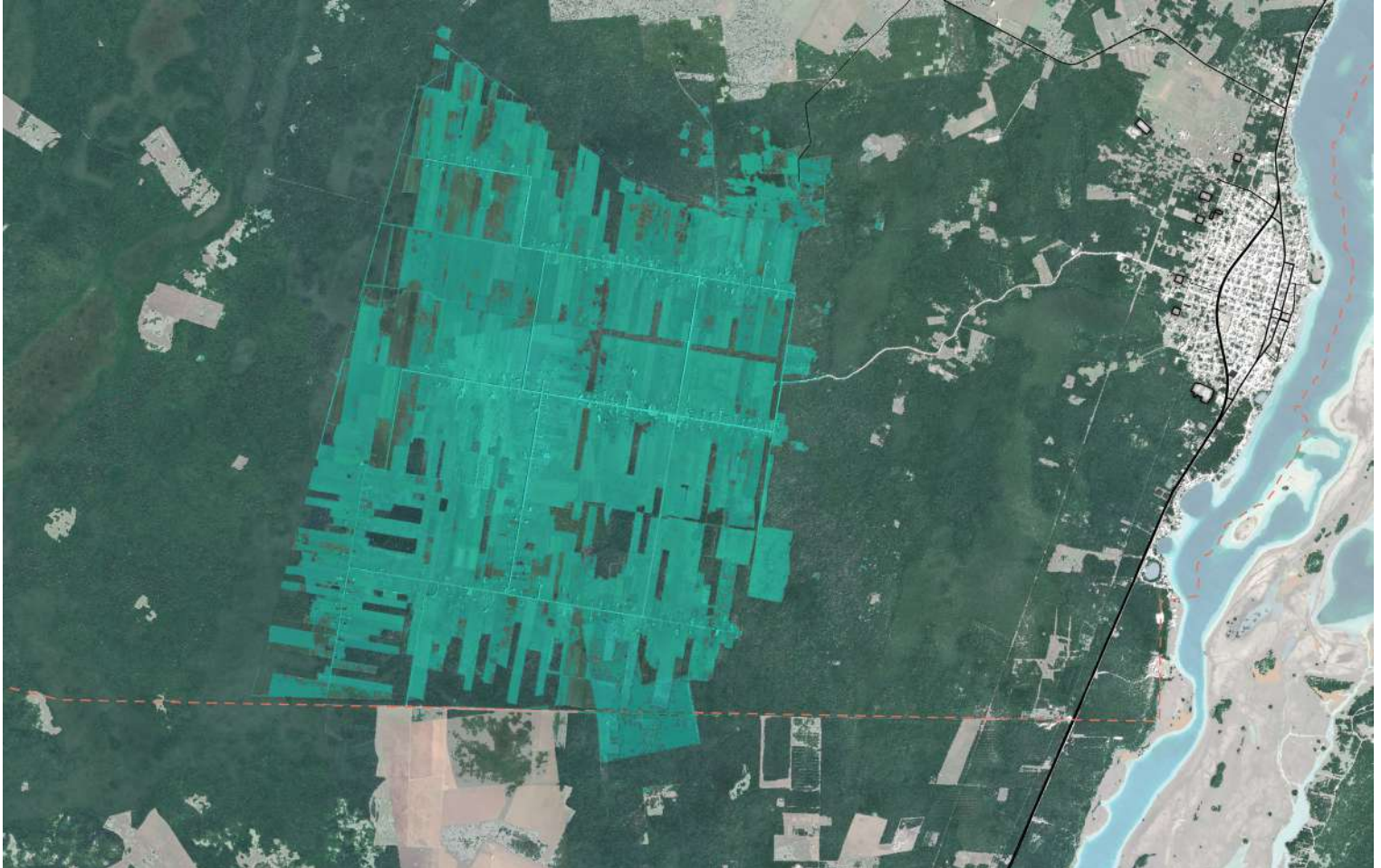
Tipo: Selva

Colonias/población asociadas al área: Ejido Salamanca en conexión hacia el Centro de Población de Bacalar .

Dimensión: Zona agrícola menonita de 4,958.37 ha [Google Earth 2021]

Estado actual:

- Ecosistemas asociados
 - . Selva mediana subperennifolia
- Servicios ecosistémicos
 - Regulación:
 - . Protección contra huracanes y eventos meteorológicos extremos
 - . Captura de carbono
 - Cultural:
 - . Estaciones biológicas permanentes para el estudio de la fauna y vegetación submarina
 - Soporte:
 - . Polinización
 - . Captura de carbono
 - . Biodiversidad / conectividad
- Factores de presión:
 - . Bacalar es uno de los municipios con mayor deforestación en el Estado de Quintana Roo. Registra una tasa del -0.70 y representa el 23% de la deforestación total del Estado [Comisión Nacional Forestal et al., 2018; Ellis et al. 2020]. Las actividades agropecuarias y crecimiento de la mancha urbana inciden directamente en la transformación del uso de suelo y la destrucción de ecosistemas clave, como la selva baja de Bacalar.
 - . En Bacalar se identifica a cultivos como la caña de azúcar, soya y sorgo, así como a la actividad porcícola, como algunas de las principales actividades que propician la deforestación [Comisión Nacional Forestal et al., 2018]. El uso intensivo de agroquímicos y la deforestación tienen efectos negativos sobre el ecosistema, debido a la contaminación de las aguas subterráneas. Aunque hoy en día existen programas de producción que contribuyen a la restauración y conservación del ecosistema, por ejemplo Sembrando Vida o Producción para el bienestar, llevados a cabo por SEMARNAT, aún persisten programas de apoyo y subsidios estatales y federales - como Pro Campo- que han exacerbado las prácticas de deforestación, al impulsar la producción de cultivos industriales y el uso de agroquímicos en siembras de monocultivo.
 - . El núcleo agrario del Ejido Salamanca es identificado como una de las principales áreas afectadas, con 5,050 ha. de superficie deforestada. De acuerdo al análisis realizado a través de fotografías satelitales, desde el 2004 se puede observar una dramática transformación del uso de suelo y expansión del área agrícola que está vinculada a la comunidad menonita. La agricultura expansiva podría continuar esta tendencia de crecimiento a lo largo del camino que conecta al Ejido Salamanca con la localidad urbana de Bacalar.



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Ganancia de manglares
- Cuerpo de agua



Mapa zoom al Ejido Salamanca.
Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Chetumal

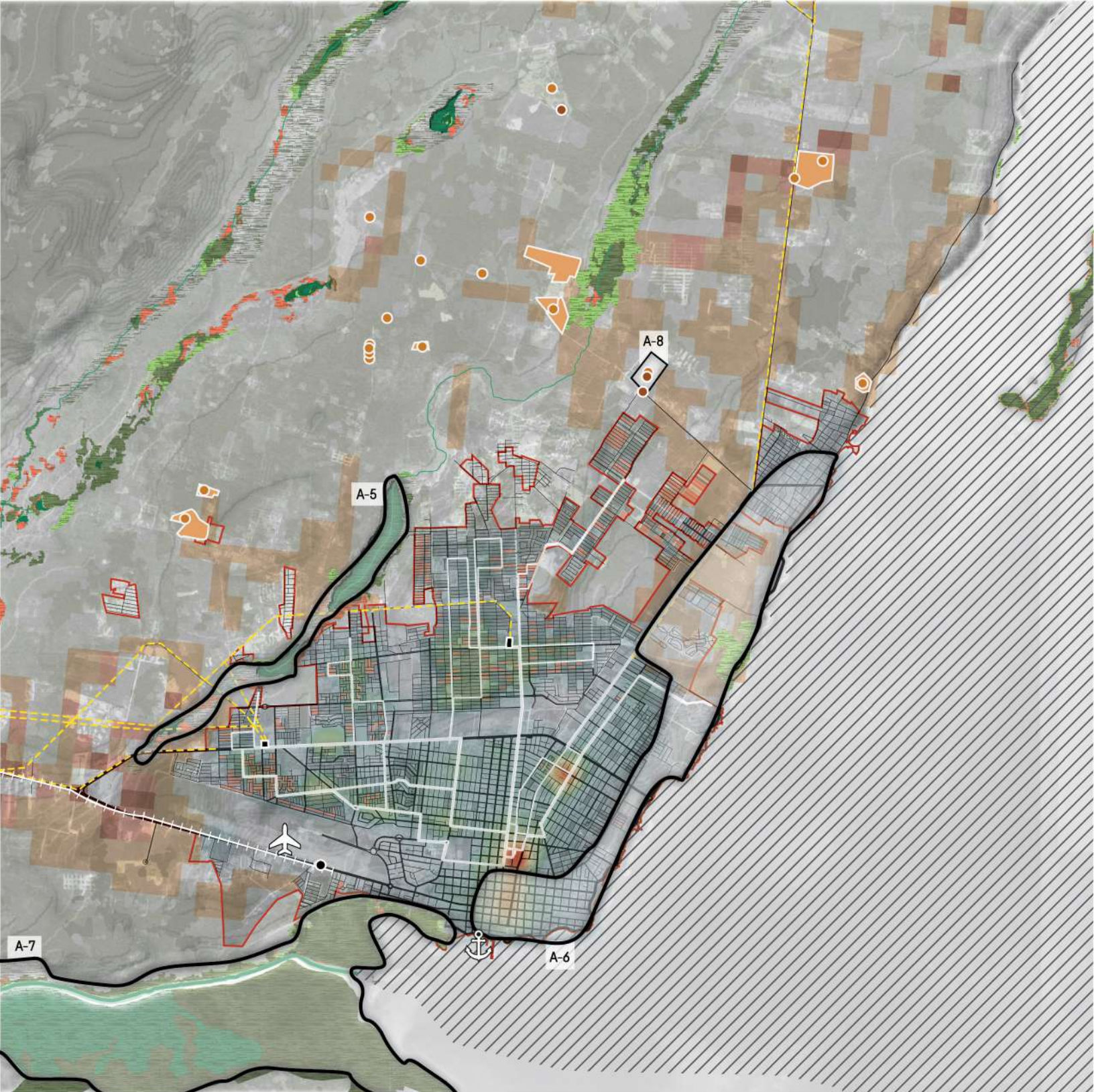
A-4 Sistema Bacalar - Xul ha - Huay Pix -
Chetumal

A-5 Laguna La Sabana

A-6 Corredor del malecón de Chetumal

A-7 Delta del Río Hondo - Chetumal

A-8 Relleno Sanitario Chetumal



- Localidad urbana
- Red vial
- Trayecto previsto Tren Maya
- Estación prevista Tren Maya
- División nacional
- Áreas Naturales Protegidas
- Manglar
- Tular
- Biomasa
- Cuerpo de agua
- Escorrentía

- Áreas relevantes para las dinámicas urbanas

- Densidad poblacional
- 0000 - 1000 habitantes/km²
 - 1000 - 2000 habitantes/km²
 - 2000 - 3000 habitantes/km²
 - 3000 - 4000 habitantes/km²
 - + 4500 habitantes/km²

 - Concentración de unidades económicas [DENUE]
 - Líneas de "combis"
 - Basureros y rellenos
 - Línea de transmisión
 - Subestación eléctrica
 - Áreas bancos de material principales
 - Banco de material



Índice de presión económica a la deforestación [bosque/vegetación zona árida]

- Muy alto
- Alto
- Medio-Alto

Movimiento en los Manglares desde 1985

- Pérdida de manglar
- Ganancia de manglar



SISTEMA BACALAR - XUL HA - HUAY PIX - CHETUMAL

Tipo: Lagunas

Colonias asociadas al área: Zonas turístico recreativas en las localidades de Xul-ha [Laguna de Bacalar] y Huay-Pix [Laguna Milagros] en las carreteras federales 307 [Chetumal-Cancún] y 186 [Villahermosa-Chetumal].

Dimensión:

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:

- . Lagunas
- . Humedales

- Servicios ecosistémicos:

Abastecimiento:

- . Agua dulce

Regulación:

- . Recarga de acuíferos y limpieza del agua
- . Protección contra inundaciones pluviales y eventos meteorológicos extremos
- . Protección y estabilización del suelo

Cultural:

- . Recreación y turismo

- Factores de presión:

. Xul-ha se encuentra a un costado de la Laguna de Bacalar, conectado por medio de la carretera federal 307 -parte del corredor Chetumal-Cancún. Su ubicación le permite posicionarse como la puerta de entrada a los flujos comercial y turístico. Huay-Pix se ubica a un costado de la Laguna Milagros, a un costado de la carretera federal 186 en el corredor Villahermosa-Chetumal.

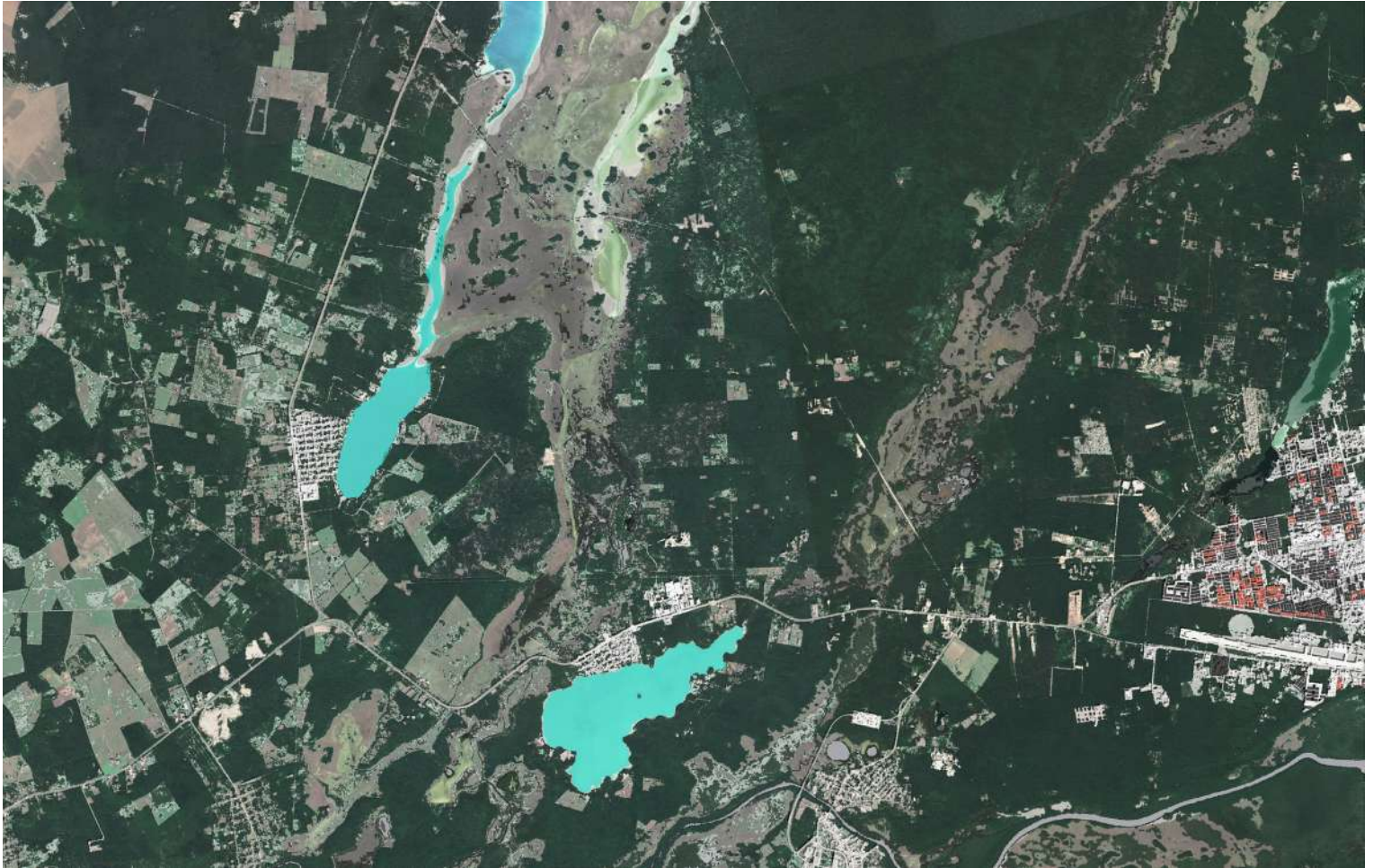
. Xul-ha y Huay-Pix son localidades que están expuestas a seguir la tendencia de crecimiento urbano de expansión horizontal y de baja densidad de la región. Actualmente, el crecimiento urbano incipiente sobrepasa la carretera 307 hacia el oeste, una dinámica que podría ser acelerada de cara al proyecto del Tren Maya. Ambas localidades presentan potencial turístico-recreativo que puede detonar el desarrollo urbano en la zona.

. De acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo Urbano y el PDU Chetumal las localidades de Xul-ha y Huay-Pix, en conjunto, duplicarán su población al 2038. Xul-ha pasaría de 2,037 hab. [INEGI, 2010] a 3,630, mientras que Huay-Pix pasaría de 1,649 a 4,711 habitantes. Si bien es inevitable que el crecimiento poblacional venga acompañado de expansión urbana, es necesario promover políticas para el uso sostenible del territorio.

. El PDU delimita las zonas contiguas a las localidades como área de expansión urbana. Sin embargo, destaca la falta de instrumentos de planeación para ambas localidades, dado que si el desarrollo urbano no se da de manera planeada y articulada puede suponer un deterioro ambiental en la Laguna de Bacalar y la Laguna Milagros.

De acuerdo al Atlas de Riesgos de la ciudad de Chetumal - Municipio de Othón P. Blanco, 2011 ubicado en el PDU Othón P. Blanco la localidad de Xul-ha presenta riesgo muy alto por peligro de huracanes, mientras que el sur de la Laguna Milagros presenta riesgo alto por peligro de inundación.

. Las localidades de Xul-ha y Huay-Pix presentan carencia de equipamientos principalmente al noroeste y oeste de cada localidad respectivamente.



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Ganancia de manglares
- Cuerpo de agua

- Densidad de población [hab / mza.]
- 01-10
 - 11-20
 - 21-30
 - 31-45
 - >45

0 2 km



Mapa zoom al sistema Bacalar-Chetumal.

Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

LAGUNA LA SABANA

Tipo: Laguna

Colonias asociadas al área: Payo Obispo, 16 de Septiembre, Caribe y asentamientos al norte

Dimensión: Superficie de la laguna La sabana: 299.98 ha. aprox. [Google Earth, 2021]

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:

- . Lagunas
- . Humedales

- Servicios ecosistémicos:

Abastecimiento:

- . Agua dulce

Regulación:

- . Recarga de acuíferos y limpieza del agua
- . Protección contra inundaciones pluviales y eventos meteorológicos extremos

Cultural:

- . Recreación y turismo

- Factores de presión:

. El crecimiento urbano de Chetumal hacia la zona de la laguna La Sabana implica riesgos para los asentamientos ubicados en las inmediaciones y riesgos ambientales como deforestación de manglar, contaminación de la laguna y la pérdida en general de servicios ecosistémicos.

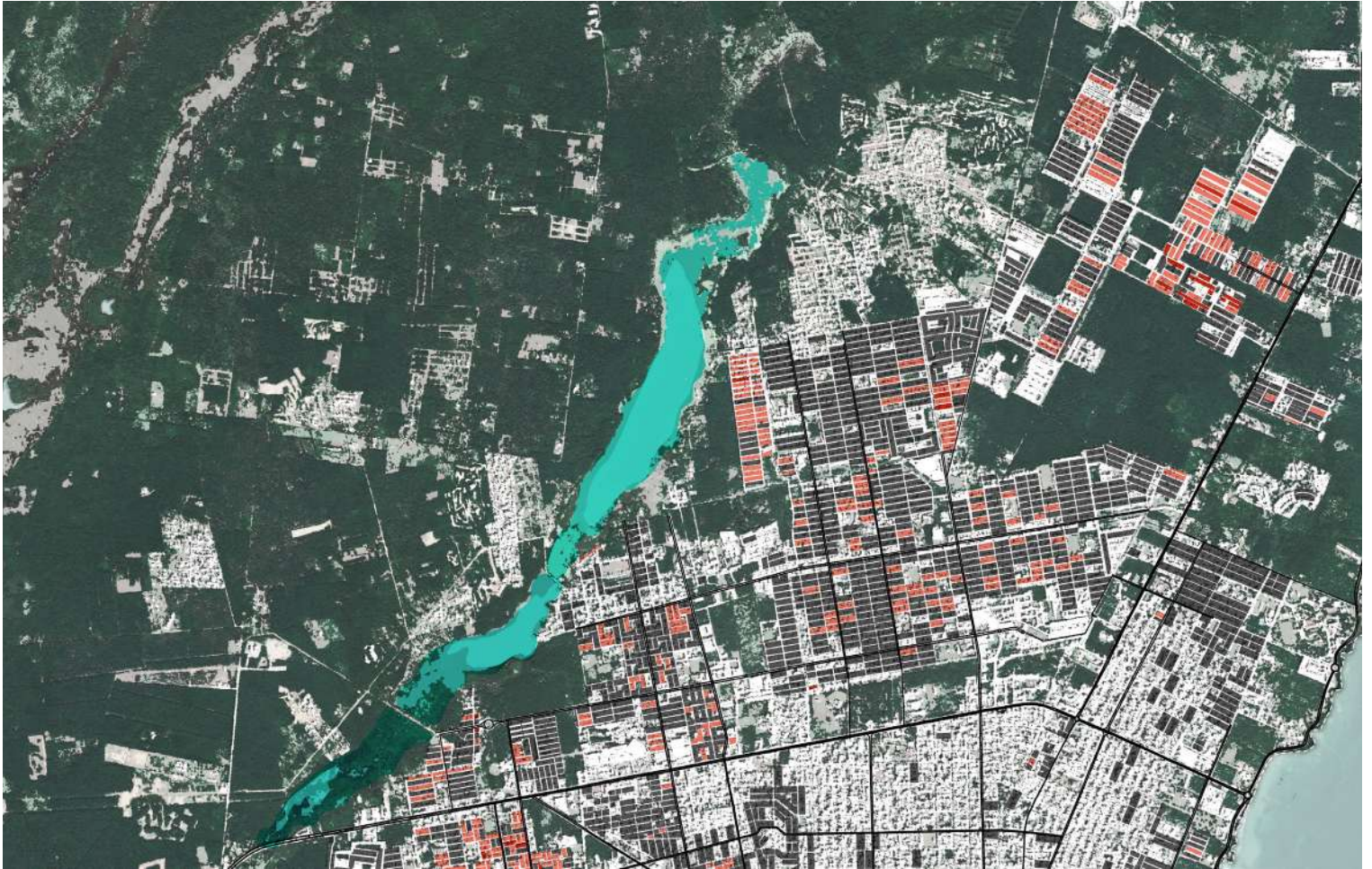
Presencia de la planta Pistiastratiotes, mejor conocida como lechugas acuáticas, que invaden el ecosistema e impiden la entrada de luz y oxígeno, vitales para la biodiversidad del sitio.

. El área de las descargas de la Planta de Aguas Residuales El Centenario es un aspecto importante dado que la evidencia muestra que en esta zona se distribuye el zooplancton y se observa actividad de pesca. La planta de tratamiento opera con el tipo de proceso de lodos activados en su modalidad de aireación extendida, dando tratamiento diario a 6,912m³ [80 lps] de agua residual y produciendo 3.0 m³/día aprox. de lodos residuales en base seca, con un 77% de humedad. El crecimiento demográfico ha originado un incremento en la cantidad de aguas residuales de tipo municipal, contaminadas principalmente con materia orgánica y nitrógeno, que son vertidas directamente a la Región Lagunar Norte [Alpuche, 2014].

. Un aporte importante de contaminación, principalmente de amonio, proviene de la escorrentía terrestre y aguas subterráneas con efluentes domésticos. La ubicación de la Laguna hace que reciba una gran cantidad de las descargas de toda la ciudad de Chetumal [Alpuche, 2014].

La construcción de pasos de caminos como el puente de concreto que une las colonias Nuevo Progreso y Mártires Antorchistas, generan obstrucción del flujo natural de agua. Esto provoca que en época de lluvias intensas haya inundaciones de las inmediaciones, ejemplo de ello fue el caso de Av. Insurgentes en 2013 y 2014 [HAOPB y SEDATU, 2018:p. 22].

. El cuerpo de agua La Sabana también se ha convertido en un tiradero a cielo abierto de residuos domésticos, especialmente de electrónicos, lo que genera contaminación, pérdida de servicios ecosistémicos y riesgos a la salud pública [Por Esto, 2021].



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Ganancia de manglares
- Cuerpo de agua

- Densidad de población [hab / mza.]
- 01-10
 - 11-20
 - 21-30
 - 31-45
 - >45



Mapa zoom a la Laguna La Sabana.
 Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

CORREDOR DEL MALECÓN CHETUMAL - CALDERITAS

Tipo: Frente Bahía

Colonias asociadas al área: Chetumal - Calderitas

Dimensión: 50 km de largo [SEMAR, s.f.]

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:
 - . Lagunas
 - . Humedales
- Servicios ecosistémicos:
 - Abastecimiento:
 - . Agua dulce
 - Regulación:
 - . Recarga de acuíferos y limpieza del agua
 - . Protección contra inundaciones pluviales y eventos meteorológicos extremos
 - Cultural:
 - . Recreación y turismo
- Factores de presión:
 - . De acuerdo al PDU 2018 [HAOPB y SEDATU, 2018], la integración Chetumal-Calderitas es un hecho y este proceso ha creado grandes vacíos urbanos tanto al poniente como oriente, y que en este último caso logran extenderse hasta alcanzar el Blvd. Bahía. Todos estos baldíos constituyen una importante área de reserva para el crecimiento. Este desarrollo pone en riesgo la cobertura vegetal, en su mayoría manglar. Así mismo, es una zona de alto riesgo ante eventos meteorológicos extremos derivados del cambio climático, dada su inmediatez a la línea costera.
 - . Construcción del Proyecto del corredor turístico Chetumal-Calderitas.
 - . Existen fuentes de contaminación hacia la Bahía de Chetumal provenientes de descargas sanitarias de la ciudad [HAOPB y SEDATU, 2018].



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Manglares
- Cuerpo de agua

- Densidad de población [hab / mza.]
- 01-10
 - 11-20
 - 21-30
 - 31-45
 - >45



Mapa zoom al corredor del malecón de Chetumal - Calderitas
 Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.



DELTA DEL RÍO HONDO - CHETUMAL

Tipo: Delta de río / Manglares

Colonias asociadas al área: Las Huertas, INFONAVIT Flores Magon, zona de aeropuerto

Dimensión: Por definir

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:
 - . Praderas marinas
 - . Manglares
 - . Corales

- Servicios ecosistémicos:
 - Abastecimiento:
 - . Pesca
 - Regulación:
 - . Limpieza del agua
 - . Protección contra inundaciones pluviales, costeras y eventos meteorológicos extremos
 - Cultural:
 - . Recreación y turismo

- Factores de presión:
 - . De acuerdo al PDU [HAOPB y SEDATU, 2018], el crecimiento urbano proyectado para el sector surponiente, llevará a la mancha urbana a las cercanías de la ribera del Río Hondo.
 - . Se han establecido fraccionamientos cercanos al aeropuerto, específicamente en la parte sur y sur oeste. La perspectiva apunta que con el crecimiento y expansión de la ciudad de Chetumal, hacia el largo plazo el aeropuerto de la ciudad quede rodeado completamente por el área urbana.
 - . Esto ejercerá presión sobre la región de manglares, la cual sirve como zona de amortiguamiento ante huracanes y crecidas del Río Hondo, así como la disminución de sus servicios ecosistémicos.



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Manglares
- Cuerpo de agua

- Densidad de población [hab / mza.]
- 01-10
 - 11-20
 - 21-30
 - 31-45
 - >45

0 1 km



Mapa zoom al Delta del Río Hondo.
 Fuente: elaboración propia con datos
 de Google Earth 2021 e INEGI 2021.



RELLENO SANITARIO CHETUMAL

Tipo: Relleno sanitario

Colonias asociadas al área: Calderitas, Las Américas III

Dimensión: 31.9 ha aprox.[Google Earth, 2021]

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:

. Selva mediana subperennifolia

- Servicios ecosistémicos:

Regulación:

. Protección contra huracanes y eventos meteorológicos extremos

. Captura de carbono

Cultural:

. Estaciones biológicas permanentes para el estudio de la fauna y vegetación submarina

Soporte:

. Polinización

. Captura de carbono

. Biodiversidad / conectividad

- Factores de presión:

. El Relleno Sanitario está ubicado cerca a la población de Calderitas y a la Colonia Las Américas III y tiene una superficie de 31.9 ha. Actualmente está colapsado, la superficie del terreno está agotada para continuar sirviendo como relleno sanitario y se utiliza como un tiradero a cielo abierto, lo que deriva en graves problemas ambientales [contaminación del suelos y de los mantos freáticos por lixiviados] y de salud pública.

. Otro riesgo importante es la propagación de incendios en este sitio. De acuerdo al PDU 2008, en 2011 se registró un incendio que consumió 80% de los residuos, equivalentes a 2 mil toneladas de desechos sólidos, lo que afectó a colonias cercanas como Fraccionamientos Caribe, Las Américas I, II y III y Pacto Obrero. Este riesgo de incendios es una amenaza constante para la población de Chetumal.

. Existe además el peligro de inundación por marea de tormenta, que se presenta durante los huracanes y tormentas tropicales, lo que deriva en situaciones de riesgo para los asentamientos aledaños.

. De acuerdo al PDU, no hay posibilidades de expansión física, por lo que deberá cerrar sus operaciones y cumplir con las normas técnicas y disposiciones locales aplicables.



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Manglares
- Cuerpo de agua

- Densidad de población [hab / mza.]
- 01-10
 - 11-20
 - 21-30
 - 31-45
 - >45



Mapa zoom al relleno sanitario de Chetumal. Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mahahual

A-9 Centro de Población de Mahahual

a) Kilómetro 55

b) Sistema de Lagunas en Zona de
Desarrollo Urbano - PDU Mahahual

A-10 Borde costero Mahahual - Xahuayxol



- Localidades
- Red vial
- Vegetación
- Concentración de unidades económicas
- Hoteles
- Industria + 5 empleados
- Basureros y rellenos
- Arrecifes de coral

- Densidad poblacional
- 00-05 habitantes/km²
 - 05-10 habitantes/km²





CENTRO DE POBLACIÓN DE MAHAHUAL CON MUELLE Y KM 55

Tipo: Centro de población / Asentamientos / Reserva / Litoral

Colonias/población asociadas al área: Mahahual Viejo, Mahahual Nuevo, Km.55

Dimensión:

Estado actual:

- Ecosistemas asociados:

- . Arrecifes corales
- . Manglares
- . Paredera marina
- . Playas y dunas de arena

- Servicios ecosistémicos:

Abastecimiento:

- . Pesca

Regulación:

- . Protección costera contra la erosión, huracanes y eventos meteorológicos extremos
- . Control del oleaje sin la modificación de la hidrodinámica costera

Cultural:

- . Recreación y turismo
- . Estaciones biológicas permanentes para el estudio de la fauna y vegetación submarina

- Factores de presión:

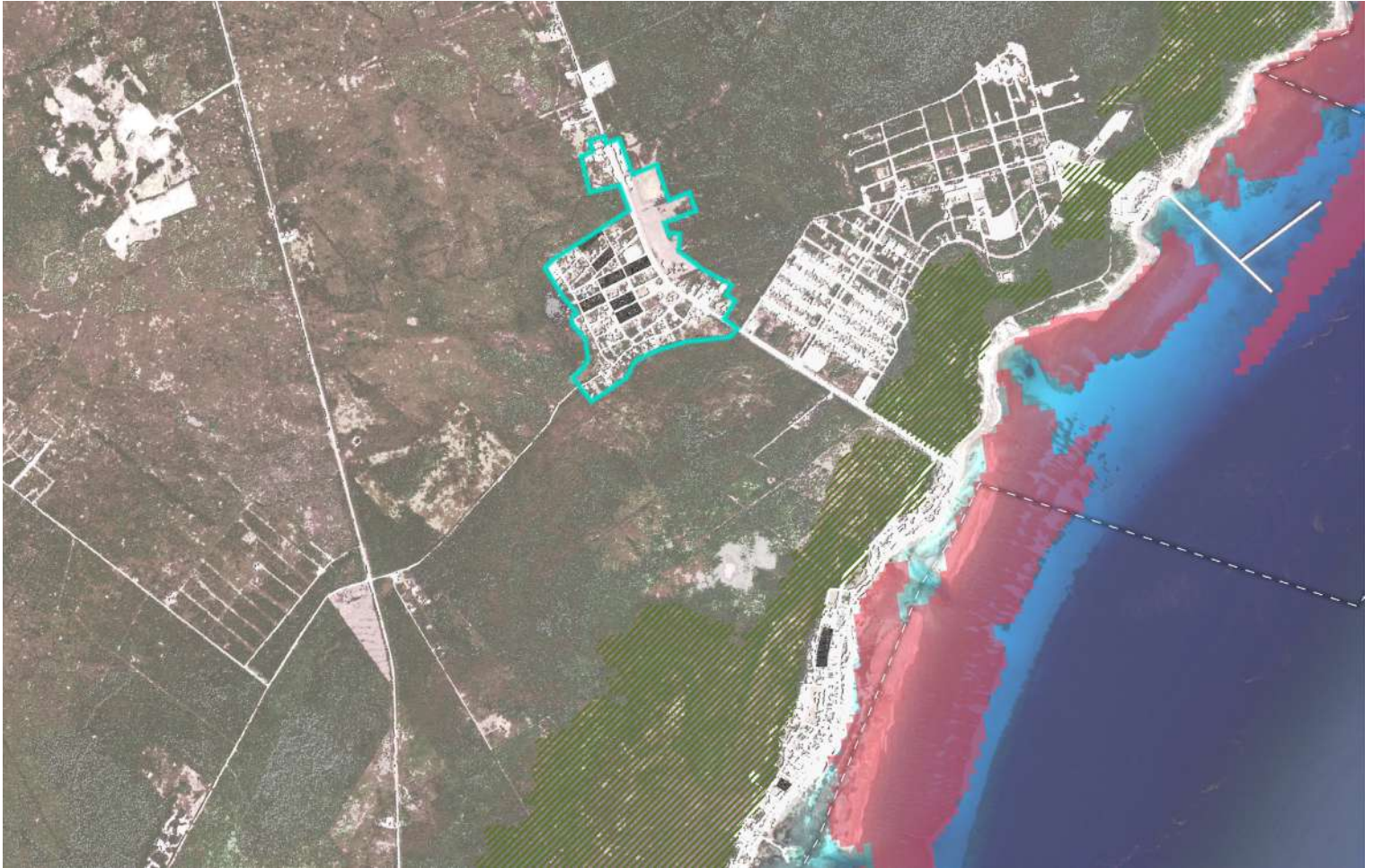
. El turismo proveniente de los cruceros es la principal amenaza al ecosistema si no se toman las medidas necesarias. El muelle y sus inmediaciones carecen de infraestructura de drenaje suficiente para satisfacer las demandas de los visitantes y ejercer un adecuado manejo de aguas residuales, así como evitar vertidos hacia la línea de costa y las inmediaciones.

. El crecimiento desregulado es un factor importante que ejerce presión sobre las zonas de reserva.

. El Km 55 representa un riesgo para sus habitantes y para la zona dado que carecen de servicios básicos de saneamiento y de infraestructura, lo que deriva en problemas de salud pública [como la propagación de dengue] para su población [Ek Ek, 2015]. Este asentamiento se encuentra en un área de mucha vegetación: una selva baja con suelos negros que retienen agua, y es una zona de suelos inundables, pantanosos y cenagosos [Ek, 2015].

. Los manglares están amenazados tanto por el crecimiento del centro de población como por el efecto que tiene el arribo de cruceros con miles de turistas.

. No existe una integración urbana entre el Km 55 y el centro de población de Mahahual.



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Manglares
- Cuerpo de agua
- Arrecifes de coral

Densidad de población [hab / mza.]

- 01-10
- 11-20



Mapa zoom al Centro de población de Mahahual. Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

BORDE COSTERO MAHAHUAL - XAHUAYXOL - XCALAK

Tipo: Selvas, dunas, manglares, lagunas costeras, playas y arrecifes

Colonias/población asociadas al área: Localidad de Mahahual [Arrecife Tampalam y El Placer] , Playa Punta Paytocal, Playa Caretta, Localidad Xahuayxol [Arrecife Xahuayxol] y Localidad Xcalak [Arrecife Xcalak], y Puerto Bravo.

Estado actual:

Xahuayxol cuenta con arrecifes de franja en la “sombra” del Banco Chinchorro que permiten que las terrazas del sistema arrecifal se extiendan hasta la playa. Dichos arrecifes forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Esta zona también es un hábitat de interanidación y corredor migratorio de 4 especies de tortugas marinas [de carey, verde, golfina y caguama] catalogadas como especies en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La zona también alberga peces para su reproducción, por lo que las actividades de acuicultura están prohibidas. [CONANP, 2014]

Xcalak cuenta con el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak [PNAX] considerada como sitio Ramsar. Al norte cuenta con el sistema lagunar Río Uach. La hidrología natural del área incluye varios cuerpos de agua interconectados. El PNAX también se ubica dentro del sitio prioritario del manglar Sian Ka’an-Xcalak. Coexisten varios ecosistemas como arrecifes de coral, ceibadales, lagunas costeras, playas, dunas y selvas.

- Ecosistemas asociados

- . Arrecifes corales
- . Manglares
- . Pradera marina
- . Playas y dunas de arena

- Servicios ecosistémicos:

Abastecimiento:

- . Pesca

Regulación:

- . Protección costera contra la erosión, huracanes y eventos meteorológicos extremos
- . Control de oleaje sin la modificación de la hidrodinámica costera

Cultural:

- . Recreación y turismo
- . Estaciones biológicas permanentes para el estudio de la fauna y vegetación submarina

- Factores de presión:

- . Presencia de sargazo en el borde costero de Mahahual - Xahuayxol y Xcalak. El sargazo es también un agente perturbador de los ecosistemas marinos, sobre todo en los corales, ya que no permite el paso de luz y bloquea la fotosíntesis tanto para los corales como para las algas de especies locales. Altas concentraciones de amonio y sulfuro están aniquilando especies nativas poniendo a los ecosistemas bajo presiones sin precedentes. [NYT, 2019]
- . El borde costero de Mahahual - Xahuayxol - Xcalak, también conocido como Costa Maya, tiene presencia de dunas que se ven amenazadas por el desarrollo de infraestructura como carreteras, caminos, muelles de cruceros y desarrollos turísticos [Simbangala et al., 2015].
- . Impactos derivados del cambio climático, como subida del nivel del mar, incremento de la temperatura del océano, acidificación, e incremento en la frecuencia y magnitud de huracanes que moldean el Sistema Arrecifal [Seidl et al., 2017; Romero-Lankao et al., 2014].



- Área de estudio
- Edificios
- Red vial
- Límite municipal
- Asentamientos irregulares
- Manglares
- Cuerpo de agua
- Arrecifes de coral

0 20 km



Mapa zoom al borde costero Mahahual - Xcalak. Fuente: elaboración propia con datos de Google Earth 2021 e INEGI 2021.

UN PROCESO COLABORATIVO

CON PERSPECTIVA DE GÉNERO PARA UNA VISIÓN COLECTIVA

4.1. Aproximación al proceso participativo de planeación

- Entrevistas Multiactor
- Talleres Participativos

4.2. Mapeo de actores relevantes

APROXIMACIÓN AL PROCESO PARTICIPATIVO DE PLANEACIÓN

4.1

A lo largo de la consultoría se realizaron diferentes entrevistas, reuniones y talleres con actores clave de manera virtual y presencial. Cada una de estas sesiones tuvo la finalidad de presentar avances y recibir retroalimentación en las diferentes etapas del proyecto. El proceso colaborativo fue clave para la elaboración de cada una de las etapas del proyecto, desde la etapa de diagnóstico, selección de las áreas prioritarias, desarrollo de una cartera de acciones y proyectos, así como la selección de cuatro acciones prioritarias que forman parte del Plan de Acción para la integración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el desarrollo urbano costero.

Cabe resaltar que el proceso colaborativo contó con la participación equitativa de hombres y mujeres de diversos sectores, hacia la integración de una perspectiva de género al proyecto a través de un proceso de participación representativa de los grupos e instituciones presentes en el municipio. A continuación se describen las diferentes actividades desarrolladas dentro del proceso.

Entrevistas Multiactor

Con el apoyo de los consultores locales se consolidó una red de actores, instituciones y aliados que participaron en entrevistas estructuradas en torno al reconocimiento y validación del estado actual de los ecosistemas, las áreas prioritarias para las dinámicas urbano ambientales, y los factores de presión que continuamente comprometen los servicios ecosistémicos en el municipio. A través de videollamadas y/o sesiones presenciales, los diferentes actores compartieron sus perspectivas sobre las problemáticas principales en materia urbano-ambiental, las experiencias de gestión desde los sectores público, privado, academia y sociedad civil, posibles escenarios y frentes prioritarios de acción y oportunidades de integración urbano ambiental, reconociendo las realidades del municipio y los diferentes alcances de las instituciones presentes en el mismo. Entre los actores entrevistados, figuran representantes de las siguientes instituciones: Agua Clara Ciudadanos por Bacalar A.C., Caminos Sagrados - Red de Turismo Comunitario de la Zona Maya de Quintana Roo, Canaco Servytur Chetumal - Tulum, Colegio de la Frontera Sur - ECOSUR, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Fondo Nacional de Fomento al Turismo - Chetumal - Calakmul, Instituto Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas Quintana Roo, SELBA A.C., Secretaría de Ecología y Medio Ambiente Quintana Roo.

Las entrevistas fueron realizadas con el apoyo de los consultores locales de Bacalar y Othón P. Blanco para el proyecto, Carolina Hernandez Wences y Ricardo Ochoa, e incluyeron consultas generales y específicas bajo los siguientes temas:

Caracterización del entorno urbano ambiental

- Estructura urbana y ambiental del territorio: Evolución urbana, normativa, traza urbana, asentamientos humanos irregulares, expansión urbana, accesibilidad a vivienda, infraestructuras y servicios públicos, movilidad urbana, estrés hídrico, industria, actividades económicas.

- Principales ecosistemas y áreas de valor ambiental: Estado actual, especies de flora y fauna estratégicas, servicios ecosistémicos proporcionados por los principales ecosistemas, principales beneficiarios y usuarios de las áreas de valor ambiental.

Definición de problemática urbano ambiental

- Conflicto urbano-ambiental: Relación entre la ciudad y las áreas de valor ambiental, factores de presión a los ecosistemas asociados al desarrollo económico, urbano, cambios en el uso del suelo, y escenarios de cambio climático.

Identificación de actores asociados a los ecosistemas y áreas estratégicas

- Contexto multisectorial: Público, privado, academia, sociedad y organizaciones civiles; sus intereses, áreas de influencia, conflictos y espacios de colaboración entre instituciones y organismos.

Visión sobre escenarios de integración urbano-ambiental

- Acciones existentes: actualización de planes y programas de manejo, alcances de declaratoria de áreas protegidas, normativas, reportes periódicos y monitoreo, modificaciones en las diferentes estructuras de gestión urbano-ambiental, etc.

- Oportunidades potenciales: áreas estratégicas para la protección, conservación y restauración, integración de estudios y esfuerzos existentes, modelos de aprovechamiento turístico y económico del territorio.

Este componente del proceso de participación multiactoral se llevó a cabo en simultáneo con el proceso de caracterización del territorio. Esto representó una oportunidad de retroalimentación continua, validación de los hallazgos del análisis a escala municipal y local, y la definición conjunta de las áreas estratégicas para las dinámicas urbano ambientales en Bacalar y Othón P. Blanco. Los testimonios y experiencias de los entrevistados reafirman las temáticas de normativas de regulación de la Laguna de Bacalar, la proyección de crecimiento urbano en Chetumal y la protección del borde costero como prioritarias para las medidas de integración urbano-ambiental, así como la oportunidad de dichas acciones a reconocer problemáticas de mayor escala y alcance como la gestión de residuos, asentamientos irregulares, movilidad, accesibilidad y justicia socio-espacial en los procesos de conservación, protección y restauración de los ecosistemas.

Al mismo tiempo, se reconocen los esfuerzos desde diferentes sectores para abordar estas y otras temáticas; desde el planteamiento de agendas y programas de protección y de áreas de valor ambiental desde las direcciones municipales de ecología, hasta la consolidación y actualización de estudios sobre el estado actual de los ecosistemas, por parte de instituciones como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. A partir de las entrevistas se empieza un proceso de ampliación de la red de contactos, donde los mismo entrevistados contribuyen a la integración de otros actores e instituciones que también harán contribuciones esenciales en los talleres virtuales y presenciales para el desarrollo del Plan de Acción para Bacalar y Othón P. Blanco.

Talleres Participativos

Los talleres participativos representan un componente fundamental de la metodología para el Plan de Acción, siendo un recurso clave de retroalimentación y comunicación continua entre las contrapartes federales, estatales, locales y otros actores vinculados al proyecto. Para cada región piloto se llevaron a cabo seis (6) sesiones de trabajo, 5 virtuales y la última de manera presencial, diseñadas para la promoción de un espacio común de conversación, identificación y definición colectiva de las diferentes formas de integración y desarrollo urbano ambiental de las regiones costeras. Entre los actores incluidos en los talleres participativos, se encuentran representantes de las siguientes instituciones:

- Agua Clara Ciudadanos por Bacalar A.C.
- AHYRB - Asociación De Hoteles y Restaurantes de Bacalar A.C
- APIQROO
- Caminos Sagrados - Red de Turismo Comunitario de la Zona Maya de Quintana Roo
- Canaco Servytur Chetumal - Tulum
- Colegio de la Frontera Sur - ECOSUR
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
- Comisión Nacional del Agua
- Deltares
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo - Chetumal - Calakmul
- IBANQROO
- Instituto Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas - Quintana Roo
- Ithaca Environmental
- Oficina de Representación de SEMARNAT en Quintana Roo
- Oficina de Resiliencia Urbana
- ProNatura
- Proyecto Akk Mahahual
- SELBA A.C.
- Secretaría de de Ecología y Medio Ambiente - Quintana Roo
- Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable - Quintana Roo
- Sin Plástico es Fantástico
- SUSTENTUR
- Urbanística

El diseño e implementación de los talleres se realizó con el apoyo de los consultores locales de cada municipio y los asesores regionales de GIZ para el proyecto BIOCITIS. Estos últimos también consolidaron enlaces y contactos previos con los municipios y secretarías, que en la mayoría de los casos designaron actores específicos que participaron en representación de las instituciones públicas. De acuerdo a la metodología, se realizaron los talleres bajo la siguiente estructura:

Taller 1: Definición de áreas estratégicas - 30 de julio de 2021

- Revisión de cartografía e información recopilada en la primera fase del proceso de caracterización del territorio.
- Identificación de conflictos y factores de presión a escala regional y local, entendiendo las interacciones urbano ambientales entre ambos municipios.
- Identificación conjunta de 8 a 10 áreas estratégicas para las dinámicas territoriales y reconocimiento de actores e instituciones con presencia e influencia en estas áreas.

Taller 2: Caracterización de estratégicas e introducción al mapeo de actores - 7 de septiembre de 2021

- Repaso y validación de áreas identificadas, con el reconocimiento de particularidades locales y vínculos urbano ambientales con el municipio.
- Propuesta de recomendaciones preliminares de acción a partir de los factores de presión, oportunidades y actores presentes en las áreas estratégicas.
- Validación conjunta de estrategia de mapeo de actores locales, logística y agenda de convocatoria a talleres y entrevistas en las siguientes etapas de la consultoría.
- Presentación de herramientas de análisis y síntesis hacia la identificación de presencia e influencia de actores e instituciones asociadas a las áreas estratégicas.

Taller 3: Presentación y retroalimentación de hallazgos preliminares - 9 de septiembre de 2021

- Presentación del alcance y agenda de la consultoría a los representantes de las contrapartes federales y municipales en el marco del proyecto BIOCITIS en las regiones piloto.
- Explicación de la metodología aplicada para el desarrollo del plan de acción y hallazgos preliminares del proceso de caracterización.
- Descripción detallada de factores de presión y oportunidades de acción en las áreas prioritarias para las dinámicas territoriales para la retroalimentación y validación de hallazgos hasta la fecha.

Taller 4: Visión colectiva del Plan de Acción y líneas de acción preliminares - 27 de septiembre de 2021

- Identificación conjunta de visión, objetivos generales y específicos del "Plan de Acción para la integración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en el desarrollo urbano costero en Bacalar y Othón P. Blanco"
- Presentación y discusión de las iniciativas preliminares en la región para las diferentes escalas de acción, a partir de líneas de enfoque ambiental, urbano y de mitigación de riesgos.

Taller 5: 4 acciones prioritizadas para la integración urbano-ambiental - 26 de octubre de 2021

- Presentación y discusión de la metodología de análisis multicriterio aplicada para la selección de las 4 acciones prioritarias.
- Validación y retroalimentación de alcances para las medidas prioritizadas, incluyendo aliados estratégicos de implementación y gestión urbano-ambiental.

Taller 6: Presentación final de acciones y metodología del Plan de Acción - 3 de noviembre de 2021

- Presentación de los diferentes componentes de la metodología aplicada en el municipio para el desarrollo del Plan de Acción de integración de ecosistemas y servicios ecosistémicos de la planeación urbano-costera.
- Revisión de la última versión de las acciones prioritizadas, que integran los procesos previos de retroalimentación, hacia la identificación de próximos pasos y recomendaciones para la implementación en el marco de los instrumentos y agendas de gestión urbano-ambiental actuales.

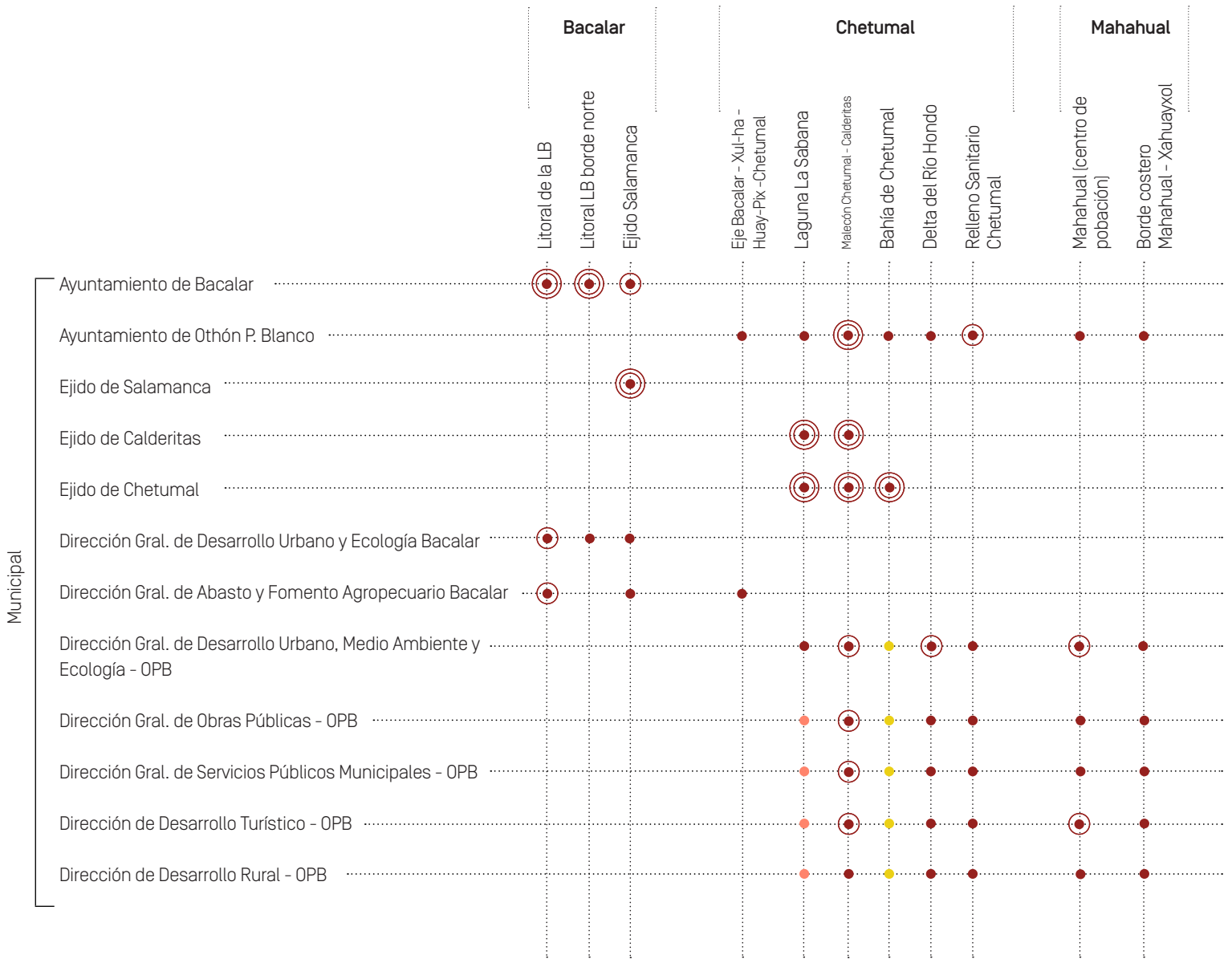
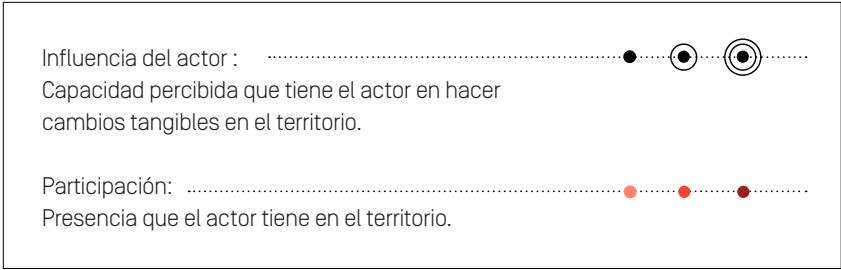


MAPEO DE ACTORES RELEVANTES

4.2



Matriz de participación e influencia de actores en áreas estratégicas del municipio:

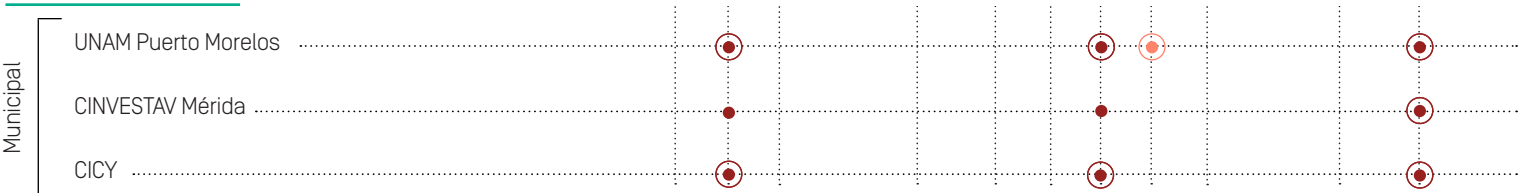


MAPEO DE ACTORES RELEVANTES

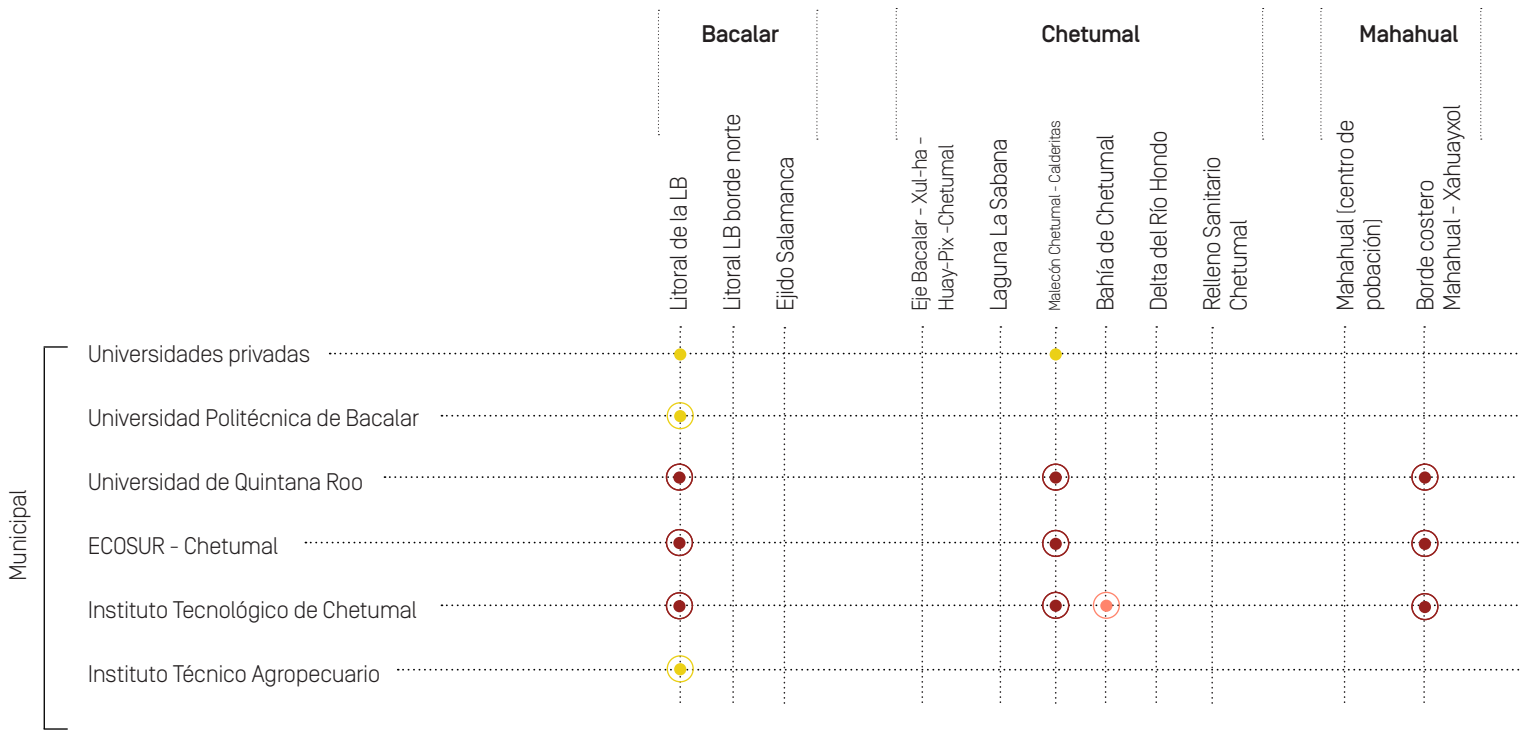
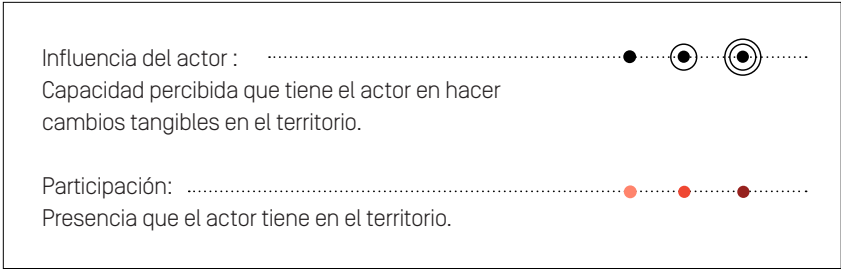
4.2



Organizaciones Académicas



Matriz de participación e influencia de actores en áreas estratégicas del municipio:



Organizaciones de la Sociedad Civil / Organismos multilaterales



VISIÓN COLECTIVA

DE INTEGRACIÓN URBANO-AMBIENTAL

5.1. Visión y objetivos

5.1 Visión

5.2 Objetivo general

5.3 Objetivos específicos

5.4. Diagrama de líneas de acción y cartera de acciones preliminares

- Introducción a las líneas de acción
- Línea 1: Mitigación de Riesgos
- Línea 2: Medio Ambiente
- Línea 3: Urbano

VISIÓN Y OBJETIVOS

5.1

Visión

Los Cabos: Un municipio que planea oportunamente su territorio a partir de un enfoque de integración urbana sensible a las estructuras ecológicas de la costa, los sistemas de dunas, arroyos y esteros, priorizando un enfoque de ‘conservación activa’.

Objetivo general

Definir un Plan de Acción -replicable y escalable- informado por un proceso participativo con perspectiva de género que identifique las cuatro acciones más viables en el corto plazo, a través de la integración de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos para la planeación de la infraestructura urbano-costera de áreas prioritarias en Los Cabos, Baja California Sur.

Objetivos específicos

- 1.** Planificar oportunamente el territorio mediante un enfoque intermunicipal, de cuenca y costero, para preparar a la región frente a los desafíos del cambio climático.
- 2.** Conservar activamente la estructura ecológica de los ecosistemas fundamentales para las dinámicas urbanas e introducir un fuerte componente de educación ambiental.
- 3.** Integrar a los ecosistemas como elemento clave en la red de infraestructura, proporcionando servicios ecosistémicos con enfoque de resiliencia e impulso económico.

DIAGRAMA DE LÍNEAS DE ACCIÓN Y CARTERA DE ACCIONES PRELIMINARES

5.2

Línea de acción 1. Mitigación de Riesgos

Una de las líneas más intuitivas y rápidas en la integración de los ecosistemas en las dinámicas urbanas es mediante la gestión de riesgos. El enfoque de riesgo amerita conocer la vulnerabilidad de los habitantes de los centros urbanos a las inundaciones mediante recursos generados desde el municipio, como el atlas de riesgos, con impacto directo en los procesos de zonificación y desarrollo urbano.

En este contexto, la espacialización gráfica del riesgo también es un insumo fundamental en la generación de planes de contingencia y de manejo de inundaciones. Adicionalmente, estos ejercicios deben realizarse de manera sistémica y en vinculación con programas que actualizan periódicamente la información de riesgos, hacia la consolidación de una visión de resiliencia al crecimiento demográfico, urbano y los cambios climáticos con capacidad de generar transformaciones socio espaciales en el territorio.

Línea de acción 2. Medio Ambiente

Esta línea se relaciona con proyectos vinculados a una lectura ambiental del territorio y en soluciones basadas en la naturaleza. Las acciones planteadas se vinculan principalmente con proyectos de ordenamiento ecológico y de infraestructura verde y azul, con programas de manejo de cuencas y arroyos y gestión de la costa y proyectos pilotos de conservación activa con miras hacia un futuro resiliente en el contexto del cambio climático.

También, se reconocen los instrumentos de gestión ambiental existentes, hacia la redefinición de sus posibles alcances en acciones tangibles en el territorio. Estas medidas producto de herramientas como los planes de manejo pueden proveer oportunidades desde la actualización de información e integración de datos, hasta estrategias de conservación, regulación y monitoreo desde los diferentes sectores presentes en el municipio.

Línea de acción 3. Urbano

Esta línea se vincula a proyectos de gestión del desarrollo urbano, red de calles y espacio público en los centros de población con enfoque de resiliencia vinculada a la movilidad sustentable, conectividad vial y ecológica. Así mismo, destaca la oportunidad de gestionar el crecimiento sostenible de las ciudades de una manera innovadora para tomar la oportunidad de aprender y evolucionar más allá de los patrones actuales de desarrollo, e implementar estrategias para proporcionar servicios a toda la población.

Las ciudades siguen creciendo en número de habitantes y activos económicos. De igual manera, esto exacerba la gran competencia para acceder recursos y oportunidades, en una realidad de cambio climático y transformaciones drásticas del territorio por múltiples factores. En este contexto, es importante considerar ecosistemas como activos naturales y soluciones basadas en la naturaleza como infraestructura que proporciona la oportunidad de generar servicios a los ciudadanos de una manera inclusiva y eficiente en términos de costo de inversión y mantenimiento, a través de infraestructura urbano-ambiental resiliente a los impactos del futuro.

VISIÓN Y OBJETIVOS

5.1 - 5.3

5.1 Visión

Bacalar y Othón P. Blanco son dos municipios que planean su territorio integrando un enfoque intermunicipal y de 'conservación activa' de las estructuras ecológicas de la costa, la selva, las bahías, los manglares y los acuíferos.

5.2 Objetivo general

Definir un Plan de Acción -replicable y escalable- informado por un proceso participativo con perspectiva de género que identifique las cuatro acciones más viables en el corto plazo, a través de la integración de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos para la planeación de la infraestructura urbano-costera de áreas prioritarias en Bacalar y Othón P. Blanco, Quintana Roo.

5.3 Objetivos específicos

1. Planificar oportunamente el territorio mediante un enfoque intermunicipal, de cuenca y costero, para preparar a la región frente a los desafíos del cambio climático.
2. Conservar activamente la estructura ecológica de los ecosistemas fundamentales para las dinámicas urbanas e introducir un fuerte componente de educación ambiental.
3. Integrar a los ecosistemas como elemento clave en la red de infraestructura, proporcionando servicios ecosistémicos con enfoque de resiliencia e impulso económico.

DIAGRAMA DE LÍNEAS DE ACCIÓN Y CARTERA DE ACCIONES PRELIMINARES

5.4

Línea de acción 1. Mitigación de Riesgos

Una de las líneas más intuitivas y rápidas en la integración de los ecosistemas en las dinámicas urbanas es mediante la gestión de riesgos. El enfoque de riesgo amerita conocer la vulnerabilidad de los habitantes de los centros urbanos a las inundaciones mediante recursos generados desde el municipio, como el atlas de riesgos, con impacto directo en los procesos de zonificación y desarrollo urbano.

En este contexto, la espacialización gráfica del riesgo también es un insumo fundamental en la generación de planes de contingencia y de manejo de inundaciones. Adicionalmente, estos ejercicios deben realizarse de manera sistémica y en vinculación con programas que actualizan periódicamente la información de riesgos, hacia la consolidación de una visión de resiliencia al crecimiento demográfico, urbano y los cambios climáticos con capacidad de generar transformaciones socio espaciales en el territorio.

Línea de acción 2. Medio Ambiente

Esta línea se relaciona con proyectos vinculados a una lectura ambiental del territorio y en soluciones basadas en la naturaleza. Las acciones planteadas se vinculan principalmente con proyectos de ordenamiento ecológico y de infraestructura verde y azul, con programas de manejo de cuencas y arroyos y gestión de la costa y proyectos pilotos de conservación activa con miras hacia un futuro resiliente en el contexto del cambio climático.

También, se reconocen los instrumentos de gestión ambiental existentes, hacia la redefinición de sus posibles alcances en acciones tangibles en el territorio. Estas medidas producto de herramientas como los planes de manejo pueden proveer oportunidades desde la actualización de información e integración de datos, hasta estrategias de conservación, regulación y monitoreo desde los diferentes sectores presentes en el municipio.

Línea de acción 3. Urbano

Esta línea se vincula a proyectos de gestión del desarrollo urbano, red de calles y espacio público en los centros de población con enfoque de resiliencia vinculada a la movilidad sustentable, conectividad vial y ecológica. Así mismo, destaca la oportunidad de gestionar el crecimiento sostenible de las ciudades de una manera innovadora para tomar la oportunidad de aprender y evolucionar más allá de los patrones actuales de desarrollo, e implementar estrategias para proporcionar servicios a toda la población.

Las ciudades siguen creciendo en número de habitantes y activos económicos. De igual manera, esto exagera la gran competencia para acceder recursos y oportunidades, en una realidad de cambio climático y transformaciones drásticas del territorio por múltiples factores. En este contexto, es importante considerar ecosistemas como activos naturales y soluciones basadas en la naturaleza como infraestructura que proporciona la oportunidad de generar servicios a los ciudadanos de una manera inclusiva y eficiente en términos de costo de inversión y mantenimiento, a través de infraestructura urbano-ambiental resiliente a los impactos del futuro.

Línea de acción 1 : Mitigación de Riesgos

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
Atlas de Riesgo					
1.1 Elaboración del Atlas de Riesgos y diseño de programa de medidas de prevención y contingencia para la localidad de Bacalar incluye el enfoque de adaptación y mitigación a cambio climático	Municipal	Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Protección Civil del Municipio de Bacalar, CENAPRED
1.2 Actualización del Atlas de Riesgos y diseño de programa de medidas de prevención y contingencia de la ciudad Chetumal (2011). Incluye un estudio de vulnerabilidad de los asentamientos informales y enfoque de adaptación y mitigación a cambio climático.	Municipal	Othón P. Blanco Ciudad de Chetumal	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Protección Civil del Municipio de Othón P. Blanco, CENAPRED
1.3 Elaboración Atlas de Riesgos Regional que integre medidas de mitigación regional para los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco. Incluye enfoque de adaptación y mitigación a cambio climático.	Inter-municipal	Bacalar y Othón P. Blanco	Largo Plazo 2021-2031	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Protección Civil de los Municipios de Bacalar y Othón P. Blanco, CENAPRED
1.4 Implementación de geoportal municipal, que integre información del sistema lagunar, humedales, manglares, dunas y costa maya para contar con información de los Atlas de Riesgos municipales. El geoportal podría tener información catastral.	Municipal	Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estrategia de Diseño, Financiamiento, Construcción, Operación, Mantenimiento y Comunicación de la herramienta	Protección Civil de los Municipios de Bacalar y Othón P. Blanco, CENAPRED

Status	Descripción	Observaciones
Nueva iniciativa	Enfoque en la gestión de paisaje de las planicies de inundación que afecta a Bacalar. Objetivo es analizar los riesgos (mapeo y evaluación) e identificar acciones de mitigación: i) definición de zonificación y estándares de construcción; ii) identificación de infraestructura gris y verde de gestión de inundaciones; iii) proteger o rehabilitar sistemas naturales o planicies de inundación sin desarrollo; iv) capacitación, educación y cultura del agua. Diseño de medidas de no arrepentimiento + Preparación de cartera de inversiones incluyendo infraestructura gris y verde.	Los resultados del Atlas pueden ser insumos al Plan de Desarrollo Urbano y zonificación. El esfuerzo de generación del Atlas propone acciones de prevención pero notamos que en otras regiones (Los Cabos) se realizan dos ejercicios separados, atlas y plan de contingencia según la Ley de Gestión de Riesgos y Protección Civil. Idealmente se establece un programa de mapeo que actualice los mapas de riesgos periódicamente. Se pide incluir en el análisis de riesgo, escenarios de cambio climático para tener visión a futuro.
Existente, pendiente por actualizar.	Enfoque en la gestión de paisaje de las planicies de inundación que afecta a Chetumal. Objetivo es analizar los riesgos (mapeo y evaluación) e identificar acciones de mitigación: i) definición de zonificación y estándares de construcción; ii) identificación de infraestructura gris y verde de gestión de inundaciones; iii) proteger o rehabilitar sistemas naturales o planicies de inundación sin desarrollo; iv) capacitación, educación y cultura del agua. Diseño de medidas de no arrepentimiento + Preparación de cartera de inversiones incluyendo infraestructura gris y verde.	Los resultados del Atlas pueden ser insumos al Plan de Desarrollo Urbano y zonificación. El esfuerzo de generación del Atlas propone acciones de prevención pero notamos que en otras regiones (Los Cabos) se realizan dos ejercicios separados, atlas y plan de contingencia según la Ley de Gestión de Riesgos y Protección Civil. Idealmente se establece un programa de mapeo que actualice los mapas de riesgos periódicamente. Se pide incluir en el análisis de riesgo, escenarios de cambio climático para tener visión a futuro.
Nueva Iniciativa. Se retoman las actividades existentes.	Enfoque en la gestión de paisaje de las planicies de inundación que afecta a Bacalar, Chetumal a Mahahual. Objetivo es analizar los riesgos (mapeo y evaluación) e identificar acciones de mitigación: i) definición de zonificación y estándares de construcción; ii) identificación de infraestructura gris y verde de gestión de inundaciones; iii) proteger o rehabilitar sistemas naturales o planicies de inundación sin desarrollo; iv) capacitación, educación y cultura del agua. Diseño de medidas de no arrepentimiento + Preparación de cartera de inversiones gris y verde.	Se considera mejor práctica que los municipios que comparte planicie de inundación generen atlas y medidas de prevención y contingencia de manera conjunta, ya que las medidas implementadas por una municipalidad pueden tener consecuencias negativas en otras municipalidades. Generación de un programa de actualización del Atlas y las medidas de prevención y contingencia. Se pide incluir en el análisis de riesgo, escenarios de cambio climático para tener visión a futuro. Y que se vincule el Atlas de Riesgo a los PDU. Desde la CONANP han impulsado los programas de adaptación al cambio climático. Este año acabaron el programa de adaptación al CC de la Selva Maya. Información en general de los Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas
Nueva iniciativa	Generación de un Geoportal con información del atlas de riesgos, así como usos de suelo, vegetación, etc. Proyecto de infraestructura digital que incluye el lanzamiento de un Geoportal con visualizador de información del Atlas de Riesgo, sus nuevos componentes y escenarios de cambio climático, y un alcance de acceso a datos abiertos al público en temas de uso de suelo y vegetación	Sobre el GeoPortal Intermunicipal, desde el proyecto de gestión costera, identificamos que Bacalar cumple en buena medida con sus obligaciones de transparencia, por ejemplo, publican ahí las autorizaciones que emiten en cuanto a uso del suelo; una posibilidad puede ser que el GeoPortal se base en la práctica de transparencia que muestra Bacalar y la fortaleza: https://transparenciabacalar.com.mx/fraccion-xx/

Línea de acción 2 : Medio Ambiente

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
Creación de una red de infraestructura verde					
2.1 Diseño e implementación de medidas de restauración de ecosistemas en la Laguna de Bacalar como parte de la red de infraestructura verde del centro de población	Municipal	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Corto Plazo 2021-2023		Municipios de Bacalar y Othon P. Blanco, Dirección de Ecología
2.2 Programa de Corredores Biológicos para Bacalar. Incluye: 1. Vincular las Unidades de Gestión Territorial (PMOTEDU - Bacalar) para incorporar medidas de no arrepentimiento como proyectos de protección, conservación activa, y desarrollo productivo y económico como apicultura y medidas para recarga del acuífero. Por ejemplo: 2. Zonas de Reserva Territorial	Municipal	Entre la localidad de Bacalar y los campos de cultivo expansivos (Ejido Salamanca), y entre las localidades de Bacalar, Xul Ha y Huay Pix	Largo Plazo 2021-2031	Estrategia de Implementación con alcances de Estudios de factibilidad, Cartera de Proyectos, Estrategias de Financiamiento, Operación, Mantenimiento. Estrategia de financiamiento de campañas de comunicación y capacitación a participantes involucrados.	Dirección de Ecología, SEMA, SEMARNAT.
2.3 Programa de Corredores Biológicos para OPB. Vincular las UGA's [POEL-Othón P. Blanco] con el PDU para incorporar a éste medidas de no arrepentimiento como proyectos de protección, conservación activa, y desarrollo productivo y económico como apicultura y medidas para recarga del acuífero.	Municipal	OPB, Malecón Blvd Bahía-Delta Río Hondo. Conexión Huay Pix, Xul-ha	Largo Plazo 2021-2031		Dirección de Ecología, SEMA, SEMARNAT, SEDATU
Programa de conservación activa y uso sostenible					
2.4 Programa de conservación activa y uso sostenible en Bacalar - Creación de una red de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación - Establecimiento de programas de Bonos de Carbono Verde y Azul - Fomentar prácticas de agricultura sostenible (Ejido Salamanca o Ejido Buenavista) - Implementación de un sistema de monitoreo y gobernanza	Municipal	Bacalar Ejido Salamanca Ejido Buena Vista	Largo Plazo 2021-2031	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Ecología, SEMA, CONANP

Status	Descripción	Observaciones
Nueva iniciativa	XXX	Buen candidato para acciones. Medida basada en estudios recientes de ecosistemas y áreas de valor ambiental en Bacalar/OPB [ECOSUR, Chetumal, CINEVESTAV-Mérida, UNAM] que ya identifican buenos candidatos para la restauración en esta zona. El proyecto Canal de los Piratas [drenaje y restauración] es un ejemplo de zona que ya está en proceso de adquisición de consultoría. Los procesos de restauración deben incluir reforestación con atención a la hidrología de los humedales. Considerar el papel de los ejidatarios para la reforestación, y también el hecho de que el litoral de la laguna de Bacalar es compartido por ambos municipios.
Nueva iniciativa	Generación de un programa de corredores verdes biológicos para el área de Bacalar. Vincular con programas existentes de reforestación UGA'S y PMOTEDU	Para la restauración de manglares debe considerarse los estudios que realiza el CINEVESTAV, y las recomendaciones del uso de plántulas nativas y no de otras zonas, y la metodología a implementar para la restauración y reforestación El INIFAP de Bacalar está trabajando con el tema de reforestación con especies maderables locales
Nueva iniciativa	Programa de de corredores verdes Biológicos. Por ejemplo Malecón/Blvd. Bahía y diseño de medidas de no arrepentimiento enfocadas en la rehabilitación de la zona verde urbana en el delta del Río Hondo -Malecón Chetumal Calderitas, corredor Xul-ha Huay Pix	Para la restauración de manglares debe considerarse los estudios que realiza el CINEVESTAV, y las recomendaciones del uso de plántulas nativas y no de otras zonas, y la metodología a implementar para la restauración y reforestación
Existente	Enfoque en agricultura resiliente urbana y periurbana: i) gestión de suelo; ii) productividad de la agricultura y la ganadería; iii) gestión de agua y riego; iv) agroforestal. Identificación de medidas de no arrepentimiento Asociadas a los atlas de riesgo con inversiones de no arrepentimiento bajo la potestad de la municipalidad destinadas a crear un cinturón verde.	Hacer los corredores AVC importante para conservar vegetación, compete a la CONANP apoyar el proyecto AVC carbono verde y azul. Hay un consorcio entre universidades que realizan la caracterización de manglares, ahí se sabe donde se requiere la implementación de proyectos y existen datos de la cuantificación de carbono. La compensación con créditos voluntarios de carbono azul requiere la propiedad o posesión de los terrenos con manglar y en la zona esto significa ejidos o terrenos federales/nacionales, y estos últimos no han sido elegibles para los créditos hasta ahora. Es importante considerar el trabajo cercano con las autoridades ejidales y comunidades.

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
2.5 Programa de conservación activa y uso sostenible en Othón P. Blanco - Creación de corredores biológicos a través de una red de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación - Establecimiento de programas de Bonos de Carbono Verde y Azul - Fomentar prácticas de agricultura sostenible [Definición de ejido piloto] - Implementación de un sistema de monitoreo y gobernanza	Municipal	Othón P. Blanco Corredor Calderitas-Xul-Ha-Huay Pix	Largo Plazo 2021-2031	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Ecología, SEMA, CONANP, SAGARPA

Planes de conservación activa para la Laguna de Bacalar

2.6 Estudio de estado actual de la Laguna de Bacalar	Inter-municipal	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Ecología, SEMA.
2.7 Plan Maestro de la Laguna, con alcance de estrategia de socialización, que asegure la conservación, y manejo, de la Laguna de Bacalar en el corto plazo. En el mediano y largo plazo se debería convertir en un instrumento regulatorio.	Federal	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	SEMARNAT, Dirección de Ecología, SEMA.
2.8 Declaratoria de la laguna como área ambiental estratégica de protección	Inter-municipal	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Mediano Plazo 2021-2026	Regulatorio	SEMA, CONANP, Dirección de Ecología de Bacalar y Othón P. Blanco, SEMARNAT
2.9 Formular un Programa de Manejo de la Laguna de Bacalar	Inter-municipal	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Largo Plazo 2021-2031	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Ecología, SEMA.

Status	Descripción	Observaciones
Existente	<p>Manejo del suelo ambiental (bosques, humedales) bajo el mandato de SEMARNAT. Identificación y priorización de activos ambientales, adoptar planes de gestión forestal [comunitaria, protección, productivo], conexión con los planes de manejo de cuenca [CONAGUA]</p> <p>Enfoque en agricultura resiliente urbana y periurbana. i) gestión de suelo; ii) productividad de la agricultura y la ganadería; iii) gestión de agua y riego; iv) agroforestal. Identificación de medidas de no arrepentimiento: Corredor biológico, zona de amortiguación, ecoturismo, plan de protección de abejas</p>	<p>Hacer los corredores AVC importante para conservar vegetación, compete a la CONANP apoyar el proyecto AVC carbono verde y azul. Hay un consorcio entre universidades que realizan la caracterización de manglares, ahí se sabe donde se requiere la implementación de proyectos y existen datos de la cuantificación de carbono.</p> <p>La compensación con créditos voluntarios de carbono azul requiere la propiedad o posesión de los terrenos con manglar y en la zona esto significa ejidos o terrenos federales/nacionales, y estos últimos no han sido elegibles para los créditos hasta ahora. Es importante considerar el trabajo cercano con las autoridades ejidales y comunidades.</p>
Nueva iniciativa	<p>Estado del Sistema Lagunar y generación de programa de monitoreo de indicadores clave (flora, fauna, recurso hídrico, sedimentos, estromatolitos), identificación de principales presiones, incluyendo puntos de polución. Vinculación con el geo portal y con el proceso de zonificación y licencias ambientales</p>	<p>Este esfuerzo sirve de insumo para justificar medidas de no arrepentimiento y como insumo al planeamiento urbano, municipal y de manejo del sistema lagunar</p>
Existente	<p>Vigilancia de la implementación de los instrumentos de conservación y manejo ecológico en los municipios de Bacalar y Othón P Blanco.</p>	<p>Un Plan Maestro es un documento orientador que puede contribuir consolidar una visión compartida, conciliar intereses, proponer una cartera de proyectos que prioricen la adecuada integración urbano-ambiental. En un siguiente paso se podría buscar cómo el Plan Maestro puede informar el instrumento regulatorio para la implementación de los proyectos en fases</p>
-	<p>Formular declaratoria de la Laguna de Bacalar como sitio relevante para la conservación. Reconociendo las diferentes denominaciones y alcances de formas de conservación como las ANP, sitios RAMSAR, Unidades de Gestión Ambiental y Áreas destinadas Voluntariamente a la Conservación, se prioriza la identificación de la Laguna de Bacalar como área estratégica para la protección, conservación y restauración de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos clave para las dinámicas urbanas, económicas y culturales en la localidad.</p>	<p>Tener comunicación con las poblaciones, ejidos etc, primero explicando claramente qué son las ANP, sus categorías y la gestión. Gobernanza para que los involucrados no se sientan amenazados o excluidos. Fortalezas y puntos de mejora que tienen las comunidades, ejidos al ser parte de un proyecto como ANP</p>
Nueva iniciativa	<p>Programa de manejo a escala de paisaje identificando estado, presiones (incluyendo gestión de residuos), servicios ecosistémicos y gestión de la actividad económica relacionada (turismo, pesquerías). Conexión con sistema de gestión de cuencas y gestión humedales nacional e internacional (Ramsar). Diseño de medidas de no arrepentimiento and un programa de inversión incluyendo infraestructura gris y verde. Estudio para la extensión del Área Municipal Protegida de Laguna de Bacalar al lado occidental de la Laguna.</p>	<p>Conexión con PMOTEDU. Programa de Ordenamiento Ecológico de Laguna de Bacalar (2005) establece la Laguna de Bacalar y le proporciona el mandato a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente la actualización e implementación de los planes, programas y esquemas de desarrollo urbano y turístico a realizar en la zona, y promover y que en el otorgamiento de las concesiones, permisos, licencias, autorizaciones se respete la vocación de suelo.</p>

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
2.10 Plan de Gestión de la Laguna de la Sabana [remediación y rehabilitación]	Municipal	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Ecología, SEMA.
2.11 Plan de Manejo del Delta del Río Hondo	Cuenca	Bacalar y Othón P. Blanco Laguna de Bacalar	Largo Plazo 2021-2031	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	CONAGUA, SEMARNAT, Dirección de Ecología, SEMA.
2.12 Programa de Manejo Costero de la Costa Maya: Mahahual - Xcalak [con enfoque de biodiversidad - ANP Marinas, Xcalak y Banco Chinchorro]	Municipal	Othón P. Blanco Mahahual - Xcalak - Banco Chinchorro	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	CONANP, SEMARNAT, Dirección de Ecología, SEMA.

Status	Descripción	Observaciones
Existente	Plan de gestión a escala de paisaje identificando estado, presiones (incluyendo gestión de residuos), servicios ecosistémicos (manglares) y gestión de la actividad económica. Conexión con sistema de gestión de cuencas. Diseño de medidas de no arrepentimiento and un programa de inversión incluyendo infraestructura gris y verde.	Identificar institucionalidad líder de este plan. Podemos identificar una medida de no arrepentimiento relacionada con la rehabilitación de los manglares.
Nueva iniciativa	Incluyendo estudio del estado de delta (procesos geológicos y biológicos), comportamiento de sedimentos, impactos actuales (erosión, inundaciones) y futuros (elevación del nivel del mar). Modernización del manejo de sectores económicos, agricultura, pesquerías, sector turismo y desarrollo urbano. gestión de ecosistemas clave, uso de suelo y recursos hídricos. Zonificación costera y propuesta de zonas protegidas adicionales. Diseño de medidas de no arrepentimiento y preparación de cartera de inversiones.	El río Hondo escurre desde Belice a México -- se propone enfocar el plan en el Delta del Río para acotar el ejercicio a la zona de influencia mexicana.
Nueva iniciativa	Incluyendo estudio del estado de la costa (procesos geológicos y biológicos), comportamiento de sedimentos, impactos actuales (erosión, inundaciones) y futuros (elevación del nivel del mar). Considerando el manejo del sistema de dunas, arrecifes, lagunas costeras, manglares y otros ecosistemas clave en la costa. Modernización del manejo de las pesquerías, sector ecoturismo, construcción (extracción de arena) y manejo del sargazo. Zonificación costera y propuesta de zonas protegidas adicionales. Diseño y preparación de medidas de no arrepentimiento y cartera de inversión.	Basado en los conceptos de gestión incluidos en el POEL Othon P. Blanco 2015

Línea de acción 3 : Urbano

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
Gestión del Desarrollo Urbano					
3.1 Elaboración y publicación del Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población y para el Municipio de Bacalar, vinculando estudios de gestión de la urbanización y uso sostenible de la tierra e instrumentos de planeación.	Municipal	Bacalar Localidad de Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Municipio de Bacalar, SEDATU
3.2 Revisión, actualización y publicación del Programa de Desarrollo urbano para Chetumal, vinculando estudios e instrumentos de planeación.	Municipal	Othón P. Blanco Chetumal	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Obras Públicas, Ecología, y Desarrollo Urbano, Municipio de Othón P. Blanco, SEMA, SEDATU
3.3 Revisión, actualización y publicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual	Municipal	Othón P. Blanco Mahahual	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	
3.4 Vinculación de estudios con los instrumentos de planeación como el Atlas de Riesgos, el estudio de gestión de la urbanización y POEL al Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal - Calderitas - Subteniente López - Huay-Pix y Xul-Há.	Municipal	Othón P. Blanco Mahahual	Mediano Plazo 2021-2026	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Protección Civil, Dirección de Ecología, Dirección de Obras Públicas, SEDATU

Status	Descripción	Observaciones
Nueva iniciativa. Generación de un PDUCP para Bacalar	Análisis de la expansión urbana, evaluación de tierra disponible y estrategia para la resiliencia de los procesos administrativos de aprobación de Zonificación y la provisión de servicios (transporte, gestión de residuos, electricidad, abastecimiento de agua y saneamiento). Enfoque en el desarrollo urbano resiliente evitando la construcción de zonas de riesgo o de protección de ecosistemas -- integración con el proceso de licencias.	Actualmente existe una versión no oficial, disponible en internet, con proyecciones de zonas de desarrollo controlado. Este estudio sirve de puente para vincular con los instrumentos de planeación como el Atlas de Riesgos y PMOTEDU al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bacalar. Es recomendable realizar un estudio estratégico para informar el crecimiento de la mancha urbana. El PDUCP Bacalar no es un documento oficial aprobado
Existente PDU Chetumal - Calderitas- Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Há - 2018	Análisis de la expansión urbana, evaluación de tierra disponible y estrategia para la resiliencia de los procesos administrativos de aprobación de Zonificación y la provisión de servicios (transporte, gestión de residuos, electricidad, abastecimiento de agua y saneamiento). Enfoque en el desarrollo urbano resiliente evitando la construcción de zonas de riesgo o de protección de ecosistemas -- integración con el proceso de licencias. Especial enfoque a la posibilidad de desarrollar áreas urbanas/infraestructuras verdes (ejidales, terrenos baldíos, dominio pleno) y considerar el corredor turístico Xul-Ha - Huay-Pix - Chetumal-Calderitas. Vincular los resultados con el geoportal.	Este estudio puede ser muy útil para informar el crecimiento urbano esperado por iniciativas como el Tren Maya y el crecimiento turístico.
Existente	Análisis de la expansión urbana, evaluación de tierra disponible y estrategia para la resiliencia de los procesos administrativos de aprobación de Zonificación y la provisión de servicios (transporte, gestión de residuos, electricidad, abastecimiento de agua y saneamiento). Enfoque en el desarrollo urbano resiliente evitando la construcción de zonas de riesgo o de protección de ecosistemas -- integración con el proceso de licencias. Especial enfoque al desarrollo inclusivo urbano y turismo sostenible.	Validar el estado actual del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual
Existente PDU metropolitano	Iniciativa en desarrollo por parte del SEMA + conexión con El Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-ha. Municipio de Othon P. Blanco. Edo. de Quintana Roo.[2018]	

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
<p>3.5 Incorporar las Normas Mexicanas de Edificación Sustentable [NMX-AA-164-SCFI-2013] al reglamento de construcción y al Reglamento de Imagen Urbana para el Municipio de Bacalar.</p> <p>Actualización de la zonificación de la localidad de Bacalar basado en el Atlas de Riesgo y en el estudio de gestión de la urbanización.</p>	Municipal	Bacalar Localidad de Bacalar	Mediano Plazo 2021-2026	Regulatorio	Protección Civil, Dirección de Ecología, Dirección de Obras Públicas, Municipio de Bacalar
<p>3.6 Incorporar las Normas Mexicanas de Edificación Sustentable [NMX-AA-164-SCFI-2013] al reglamento de construcción del Municipio de Othón P. Blanco.</p> <p>Actualización de la zonificación del área metropolitana de Chetumal basado en el Atlas de Riesgo y en el estudio de gestión de la urbanización.</p>	Municipal	Othón P. Blanco Chetumal	Mediano Plazo 2021-2026	Regulatorio	Protección Civil, Dirección de Ecología, Dirección de Obras Públicas, Municipio de Othón P. Blanco
<p>3.7 Vinculación de estudios con los instrumentos de planeación como el Atlas de Riesgos y PMOTEDU al Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual</p>	Municipal	Othón P. Blanco Mahahual	Mediano Plazo 2021-2026	Estudio Técnico	Protección Civil, Dirección de Ecología, Dirección de Obras Públicas, Municipio de Othón P. Blanco, SEDATU
<p>3.8 Diseño de programa de acceso a vivienda digna y servicios públicos</p>	Municipal	Othón P. Blanco Chetumal	Mediano Plazo 2021-2026	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Protección Civil, Dirección de Obras Públicas, Municipio de Othón P. Blanco SEDATU

Red de Espacios Públicos

<p>3.9 Rehabilitación y extensión del Malecón de Chetumal - Calderitas</p>	Municipal	Othón P. Blanco Malecón Delta Río Hondo-Chetumal-Calderitas	Corto Plazo 2021-2023	Estrategia de Implementación con alcances de Estudios de factibilidad, Cartera de Proyectos, Estrategias de Financiamiento, Operación, Mantenimiento. Estrategia de financiamiento de campañas de comunicación y capacitación a participantes involucrados.	Dirección de Obras Públicas, Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo, SEDATU
---	-----------	--	-----------------------	---	---

Status	Descripción	Observaciones
Nueva iniciativa	Generación del Reglamento de Construcciones de la localidad de Bacalar. Inclusión de Normas Mexicanas de Edificación Sustentable al reglamento de construcción y al RIU del Municipio de Bacalar	No hay reglamento de construcciones de Bacalar. Vincular con el Reglamento de Imagen Urbana de Bacalar.
Nueva iniciativa	Inclusión de Normas Mexicanas de Edificación Sustentable al reglamento de construcción y al RIU del Municipio de Othón P. Blanco	Incorporación elementos de arborización en reglamentos de construcción.
Nueva iniciativa	Inclusión de los estudios de riesgo y PMOTEDU al programa de Desarrollo Urbano de Mahahual.	Responde a la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; a la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo; a la Ley de Acciones Urbanísticas del Estado de Quintana Roo.
Existente	Basado en un mapa de riesgo actualizado y conectado a programas sociales y de vivienda. Implementación de medidas de no arrepentimiento.	Conexión a programas de acceso a vivienda nacionales/ estatales. Esta actividad tiene consecuencias sociales altas y graves. Se recomienda seguir buenas prácticas internacionales para reasentamiento involuntario. Aquí se pueden realizar actividades de no arrepentimiento entendiendo que el reasentamiento es un proceso complejo y largo.
Existe un proyecto de SEDATU que abarca un tramo	Programa de rehabilitación del Malecón Chetumal Blvd Bahía Río Hondo-Calderitas - En fases de implementación i) Rehabilitación del malecón en el delta del Río Hondo y Diseño de medidas de no arrepentimiento enfocadas en la rehabilitación de la zona verde urbana (buen candidato para el Plan de Acción y ii) Rehabilitación del Blvd de Bahía/Calderitas	Medida relacionada con el plan de manejo del delta del río Hondo. Las medidas verdes de no arrepentimiento incluidas aquí se pueden desarrollar como infraestructura urbana o como rehabilitación del delta, dependiendo de qué autoridad (municipio, SEMARNAT) esta en mejor posición de implementarlas.

Línea de acción 3 : Urbano

Planes, programas, proyectos o acciones	Escala	Área	Temporalidad	Intervención	Responsable/s
Gestión del Desarrollo Urbano					
3.10 Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos Bacalar	Municipal	Bacalar Localidad de Bacalar	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Obras Públicas, SEMA, Municipio de Bacalar
3.11 Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos Othón P. Blanco	Municipal	Othón P. Blanco Zona Metropolitana Chetumal	Corto Plazo 2021-2023	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Obras Públicas, SEMA, Municipio de Othón P. Blanco
3.12 Estudio técnico para la creación de un relleno sanitario	Inter-municipal	Othón P. Blanco Bacalar	Mediano Plazo 2021-2026	Estudio Técnico con alcance de propuestas implementables	Dirección de Obras Públicas, SEMA, Municipios de Othón P. Blanco y Bacalar
3.13 Programa de infraestructuras de manejo de aguas residuales en Bacalar - Implementación de una red de drenaje - Tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales	Municipal	Bacalar Laguna de Bacalar	Largo Plazo 2021-2031	Dirección de Obras Públicas, SEMA, Municipio de Bacalar	Protección Civil, Dirección de Ecología, Dirección de Obras Públicas, SEDATU

Status	Descripción	Observaciones
Nueva iniciativa pero algo se menciona en el PDU-metropolitano	Con un enfoque al vertido de residuos en el sistema lagunar y Diseño de inversiones gris y verdes. Diseño de un sistema de monitoreo. Diseño de medidas de no arrepentimiento (biodigestores).	Posibilidad de desarrollo como un documento independiente o como parte del PDUCP-Bacalar
Nueva iniciativa	Con un enfoque al vertido de residuos en el sistema lagunar, reciclaje y Modernización/clausura de rellenos sanitarios	Posibilidad de desarrollo como un documento independiente o como parte del PDU Metropolitano Chetumal - Calderitas- Huay-Pix -Xul-Há - Subteniente López
Nueva iniciativa	Implementación de un relleno sanitario que sirva a los dos municipios. Clausura del actual relleno sanitario de Chetumal	El programa que elaboró la UQR00 incluye acciones, pláticas, talleres para generar política pública ambiental está armonizada con la ley de residuos, sin embargo no se ha pasado a cabildo para que sea vinculante y sirva como política pública municipal y pasarlo a la procuraduría ambiental municipal. OPB genera 360 toneladas al día de basura y es el mayor productor de residuos de la zona. La Planta de tratamiento intermunicipal se tendría que establecer en OPB.
Nueva iniciativa	Generación de una red de drenaje de aguas residuales. Implementación de colectores para el tratamiento de aguas residuales vertidas a la laguna. Incluye una red de manejo de aguas pluviales en el entorno urbano.	Ver Posibilidad de extensión en todo el borde de la laguna que son áreas urbanizadas incluyendo aquellas en el municipio de Othón P. Blanco

PRIORIZACIÓN DE ACCIONES Y MEDIDAS

6.1. Priorización de acciones en el marco del proyecto BIOCITIS

6.2. Matriz multicriterio



PRIORIZACIÓN DE ACCIONES EN EL MARCO DEL PROYECTO BIOCITIS

6.1

El proceso de caracterización y análisis se enfoca en la lectura y diagnóstico integrado del territorio, resultando en la identificación de diversas áreas estratégicas y múltiples oportunidades de acción a lo largo del municipio. Sin embargo, el proyecto de Desarrollo sustentable de regiones costeras urbanas mediante la integración de servicios ecosistémicos y biodiversidad (BIOCITIS) cuenta con una agenda precisa de inversión e implementación en las regiones piloto, cuyos fundamentos y temáticas específicas proveen una primera aproximación a la priorización de medidas e iniciativas a incluir en el Plan de Acción.

De acuerdo a la Agencia de Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México [GIZ], el proyecto BIOCITIS busca “la optimización de la gestión de 40 000 hectáreas de ecosistemas urbanos y periurbanos en tres regiones costeras”, a través del planteamiento y implementación de 4 iniciativas de protección y restauración de ecosistemas [GIZ, 2020]. Estas medidas, a su vez, deben promover procesos de cooperación multisectorial a través de la integración de la biodiversidad en la planificación urbana y el fortalecimiento de las capacidades locales para la gestión de las zonas costeras frente al inminente crecimiento de las ciudades y los escenarios de cambio climático. En este sentido, la GIZ prioriza en este proceso de selección a las medidas que cubran que respondan a los siguientes alcances:

- Propuestas viables que abonen al cumplimiento de objetivos e indicadores del proyecto en su marco temporal [2020-2023]
 - Iniciativas que cuenten con el interés, voluntad y contribuciones de actores locales claves
 - Medidas con el potencial de mover la participación ciudadana e incorporar necesidades de grupos vulnerables.
 - Acciones replicables y escalables, con proyectos de amplia escala que ofrecen resultados concretos y que cuentan con mecanismos para su sostenibilidad en el tiempo

Criterios v Puntuación >	-2	-1
Impactos Ecómicos	La medida supone más coste económico que beneficio o beneficia solo a un sector de la población.	Los beneficios económicos de la medida son menores que los costos o benefician solo a un sector de la población
Impactos Sociales	La medida impacta muy negativamente a un sector de la sociedad o beneficia exclusivamente a un sector de la sociedad.	La medida impacta negativamente a un sector de la sociedad o captura los beneficios a un sector de la sociedad
Impactos Ambientales	La medida tiene un impacto neutro o la causalidad con un impacto positivo es incierta.	La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas – disminuyendo la presión – y a largo plazo
Robustez	La medida no tendrá un desempeño positivo en distintos escenarios climáticos futuros.	No está claro si la medida tendrá un desempeño positivo en una variedad de escenarios climáticos.
Flexibilidad	Esta medida no es adaptable y supone la limitación de medidas futuras con un alto costo e impacto.	Esta medida se puede adaptar en cierta manera con un alto costo e impacto y/o supone la limitación de medidas futuras.
Viabilidad Institucional	La medida no tiene respaldo institucional, líder, coordinación o capacidad para la implementación.	La medida cuenta con el respaldo de algunas de las agencias responsables de su implementación, pero no todas. Necesidad de generar apoyo, coordinación y liderazgo.
Viabilidad Financiera	Los costos son altos y no hay financiamiento identificado. – GIZ no puede financiar.	Los costos son altos y se tiene que buscar financiamiento, pero las fuentes están identificadas. – GIZ no puede financiar.

Tabla 2. Guía de la puntuación para el análisis multi criterio

0	1	2
Los beneficios económicos de la medida no están claros o son iguales a los costos.	Los beneficios económicos de la medida son positivos y a corto plazo.	Los beneficios y co-beneficios económicos de la medida son muy positivos, se extienden a largo plazo y están repartidos igualmente a toda la población.
El impacto social de la medida es neutro.	La medida afecta positivamente y generalmente a la población en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas, mejora en medios de vida, o mejora en resiliencia.	La medida afecta muy positivamente a toda la población incluyendo grupos marginalizados en asuntos como uso y disfrute de los ecosistemas, mejora en medios de vida, o mejora en resiliencia.
La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas - disminuyendo la presión.	La medida tiene un impacto positivo en los ecosistemas y contribuye a la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales.	La medida tiene un impacto muy positivo y directo en los ecosistemas mediante la protección, conservación y restauración de ecosistemas y sus servicios ambientales.
La medida tiene un impacto positivo a un grado de separación de los ecosistemas - disminuyendo la presión.	La medida tiene un desempeño positivo en ciertos escenarios climáticos futuros.	La medida tiene un desempeño muy positivo en una variedad de escenarios climáticos futuros
No está claro si la medida se puede adaptar o limita la implementación de otro tipo de medidas.	La medida puede ser adaptada, con cierta implicación en presupuesto e impactos. Esta medida no limita o suponen una baja limitación en la implementación de otro tipo de medidas.	La medida puede ser adaptada, puede extenderse, ser abandonada o añadida a otra acción futura con un bajo costo y escasos impactos ambientales, sociales y económicos. Esta medida no limita la implementación de otro tipo de medidas.
La medida es aceptada, pero requiere de coordinación entre agencias y no hay un líder claro. Necesidad de fortalecimiento de capacidades	La medida es aceptada y existe voluntad de coordinación, pero no hay un líder de implementación claro. Es la primera vez que se implementa una medida de esta clase o se necesita de fortalecimiento de capacidades.	Hay un arreglo de implementación claro, liderazgo, coordinación y capacidad para la implementación. Esta medida ya se ha implementado o forma parte de un programa en implementación.
Los costos son altos y cuenta con cierto nivel de financiación. Existen otras fuentes de inversión, pero la accesibilidad de los fondos es incierta. - GIZ puede financiar.	La medida es aceptada y existe voluntad de coordinación, pero no hay un líder de implementación claro. Es la primera vez que se implementa una medida de esta clase o se necesita de fortalecimiento de capacidades..	La medida tiene un bajo costo y cuenta con financiación pública o privada. La medida está preparada a nivel de concepto o cuenta con estudios que justifican su factibilidad. - GIZ puede financiar.

MATRIZ MULTICRITERIO

6.3

Mitigación de Riesgo	<p>Atlas de Riesgos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración del Atlas de Riesgos y diseño de programa de medidas de prevención y contingencia para la localidad de Bacalar incluye el enfoque de adaptación y mitigación a cambio climático • Actualización del Atlas de Riesgos y diseño de programa de medidas de prevención y contingencia de la ciudad Chetumal (2011). Incluye un estudio de vulnerabilidad de los asentamientos informales y enfoque de adaptación y mitigación a cambio climático. • Elaboración Atlas de Riesgos Regional que integre medidas de mitigación regional para los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco . Incluye enfoque de adaptación y mitigación a cambio climático. • Implementación de geoportal municipal, que integre información del sistema lagunar, humedales, manglares, dunas y costa maya para contar con información de los Atlas de Riesgos municipales. El geoportal podría tener información catastral.
Medio Ambiente	<p>Creación de una red de infraestructura verde</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e implementación de medidas de restauración de ecosistemas en la Laguna de Bacalar como parte de la red de infraestructura verde del centro de población • Programa de Corredores Biológicos para Bacalar: Incluye: <ol style="list-style-type: none"> 1. Vincular las Unidades de Gestión Territorial (PMOTEDU - Bacalar) para incorporar medidas de no arrepentimiento como proyectos de protección, conservación activa, y desarrollo productivo y económico como apicultura y medidas para recarga del acuífero. Por ejemplo: <ol style="list-style-type: none"> 2. Zonas de Reserva Territorial • Programa de Corredores Biológicos para Othón P. Blanco. <p>Vincular las UGA's (POEL-Othón P. Blanco) con el PDU para incorporar a éste medidas de no arrepentimiento como proyectos de protección, conservación activa, y desarrollo productivo y económico como apicultura y medidas para recarga del acuífero.</p> <p>Desarrollo de propuesta corredor en Malecón - Delta Río Hondo - Humedales - Corredor Xul-ha - Huay-Pix.</p>
Medio Ambiente	<p>Programa de conservación activa y uso sostenible</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de conservación activa y uso sostenible en Bacalar <ul style="list-style-type: none"> - Creación de una red de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación - Establecimiento de programas de Bonos de Carbono Verde y Azul - Fomentar prácticas de agricultura sostenible (Ejido Salamanca o Ejido Buenavista) - Implementación de un sistema de monitoreo y gobernanza • Programa de conservación activa y uso sostenible en Othón P. Blanco <ul style="list-style-type: none"> - Creación de corredores biológicos a través de una red de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación - Establecimiento de programas de Bonos de Carbono Verde y Azul - Fomentar prácticas de agricultura sostenible [Definición de ejido piloto] - Implementación de un sistema de monitoreo y gobernanza
Medio Ambiente	<p>Plan de conservación activa para la Laguna de Bacalar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compilación de estudios de estado actual de la Laguna de Bacalar • Plan Maestro de la Laguna, con alcance de estrategia de socialización, que asegure la conservación, y manejo, de la Laguna de Bacalar en el corto plazo. En el mediano y largo plazo se debería convertir en un instrumento regulatorio. • Declaratoria de la Laguna de Bacalar como área ambiental estratégica de protección • Formular un Programa de Manejo de la Laguna de Bacalar • Plan de Gestión de la Laguna de la Sabana (remediación y rehabilitación) • Plan de Manejo del Delta del Río Hondo • Plan de Adaptación Costera de la Costa Maya: Mahahual - Xcalak (con enfoque de biodiversidad - ANP Marinas, Xcalak y Banco Chinchorro)

Temporalidad
2021 2023 2026 2031

	Impactos Económicos	Impactos Sociales	Impactos Ambientales	Robustez	Flexibilidad	Viabilidad Insitucional	Viabilidad Financiera	Puntuación Final
	2	2	1	2	2	1	0	1.43
	2	2	1	2	2	2	0	1.57
	2	1	0	2	2	-1	0	0.86
	-1	-1	0	1	1	1	-1	0.00
	2	2	2	2	2	2	2	2.00
	1	2	1	2	2	1	2	1.71
	1	2	1	2	2	1	2	1.57
	1	2	1	2	2	1	2	1.57
	1	2	1	2	2	1	2	1.57
	1	1	1	0	1	2	2	1.14
	1	1	1	1	0	2	2	1.14
	1	1	2	1	1	-1	0	0.71
	1	1	0	1	1	-1	0	0.43
	1	1	1	1	1	1	1	1.00
	2	2	1	2	2	1	1	1.57
	2	2	1	2	2	2	2	1.86

MATRIZ MULTICRITERIO

6.3

Urbano	Gestión del Desarrollo Urbano	<ul style="list-style-type: none">• Incluir consideraciones ambientales y climáticas en el Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población y para el Municipio de Bacalar, vinculando estudios de gestión de la urbanización y uso sostenible de la tierra e instrumentos de planeación.• Incluir consideraciones ambientales y climáticas en el Programa de Desarrollo urbano para Chetumal, vinculando estudios e instrumentos de planeación.• Incluir consideraciones ambientales y climáticas en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual• Estrategia metodológica para la incorporación de insumos del Atlas de Riesgos, estudio de gestión de la urbanización y POEL dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há.• Incorporar las Normas Mexicanas de Edificación Sustentable (NMX-AA-164-SCFI-2013) al reglamento de construcción y al Reglamento de Imagen Urbana para el Municipio de Bacalar. Actualización de la zonificación de la localidad de Bacalar basado en el Atlas de Riesgo y en el estudio de gestión de la urbanización.• Incorporar las Normas Mexicanas de Edificación Sustentable (NMX-AA-164-SCFI-2013) al reglamento de construcción del Municipio de Othón P. Blanco. Actualización de la zonificación del área metropolitana de Chetumal basado en el Atlas de Riesgo y en el estudio de gestión de la urbanización.• Estrategia metodológica para la incorporación de insumos del Atlas de Riesgos y PMOTEDU al Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual• Diseño de programa de acceso a vivienda digna y servicios públicos
	Red de espacios públicos	<ul style="list-style-type: none">• Rehabilitación y extensión del Malecon de Chetumal - Calderitas
	Gestión de residuos sólidos y aguas residuales y pluviales	<ul style="list-style-type: none">• Estrategia de articulación del iniciativas para el tratamiento de residuos sólidos• Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos Othón P. Blanco y Bacalar• Implementación de una red de calles esponja con potencial de introducir infraestructura verde Chetumal, Mahahual, Bacalar• Estrategia metodológica para la integración de la actualización del Atlas de Riesgos de Chetumal y desarrollo de Atlas de Riesgos de Bacalar y Mahahual, desde un enfoque regional, a escala de cuencas y considerando escenarios de cambio climático

Temporalidad
2021 2023 2026 2031

	Impactos Económicos	Impactos Sociales	Impactos Ambientales	Robustez	Flexibilidad	Viabilidad Insitucional	Viabilidad Financiera	Puntuación Final
	1	2	0	2	2	2	2	1.57
	1	2	0	2	2	2	2	1.57
	1	2	0	2	2	2	2	1.57
	1	2	-1	2	2	2	2	1.43
	1	1	-1	0	0	0	0	0.14
	1	1	-1	0	0	0	0	0.14
	1	1	0	1	1	2	2	1.14
	1	1	-1	1	1	2	1	0.86
	1	1	-1	1	1	2	1	0.86
	1	2	1	1	1	2	1	1.29
	1	2	1	1	1	1	-1	0.86
	2	2	2	2	2	2	2	2.00
	1	1	1	1	1	1	-1	0.71

CUATRO ACCIONES

PARA LA INTEGRACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

7.1. Introducción a las 4 acciones prioritarias para OPB y Bacalar

7.2. Acciones

- Acción 1. Plan Maestro Intermunicipal de la Laguna de Bacalar y diseño de un proyecto de protección y conservación de ecosistemas
- Acción 2. Programa de Resiliencia y Adaptación de la Costa Maya en el tramo Mahahual - Xcalak y diseño de una medida de infraestructura verde
- Acción 3. Plan de Redes de 'Calles y Espacios Públicos Esponja' en Bacalar y Chetumal y diseño de dos proyectos
- Acción 4. Plan Maestro para el Malecón de Chetumal en el tramo Río Hondo-Chetumal-Calderitas y diseño de una intervención

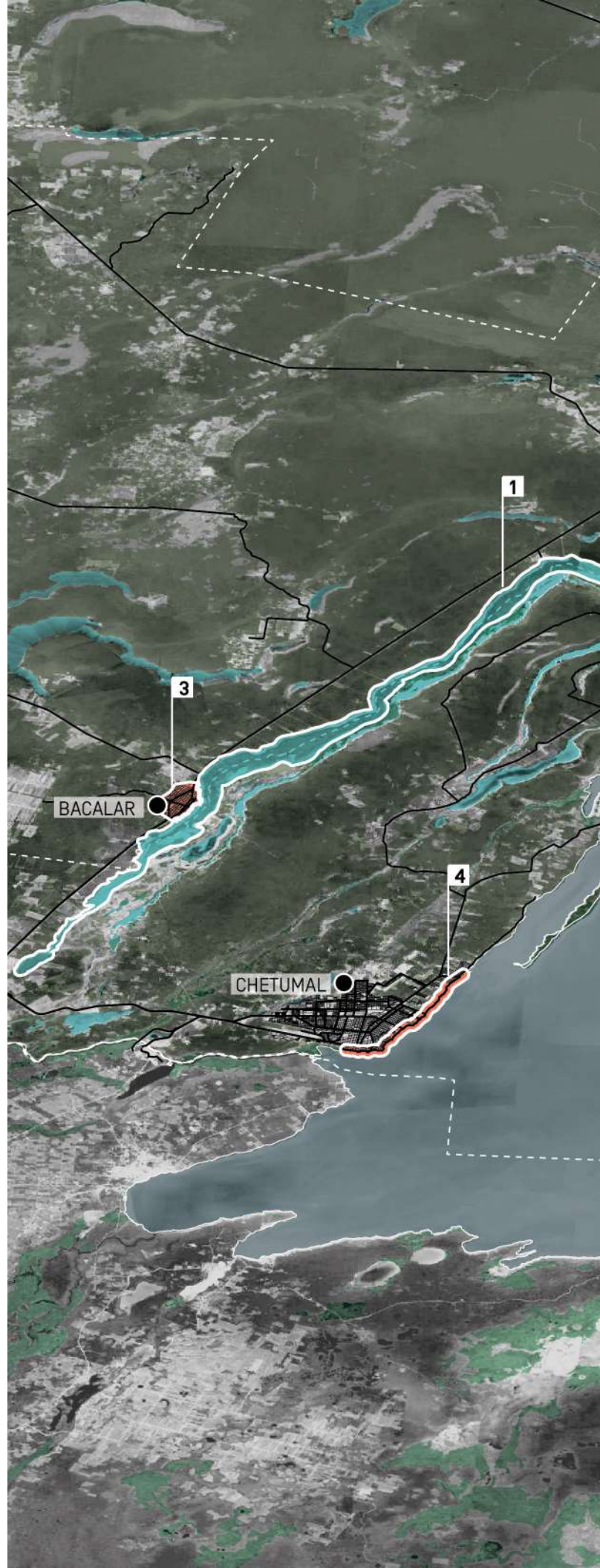
7.3. Recomendaciones generales para la implementación

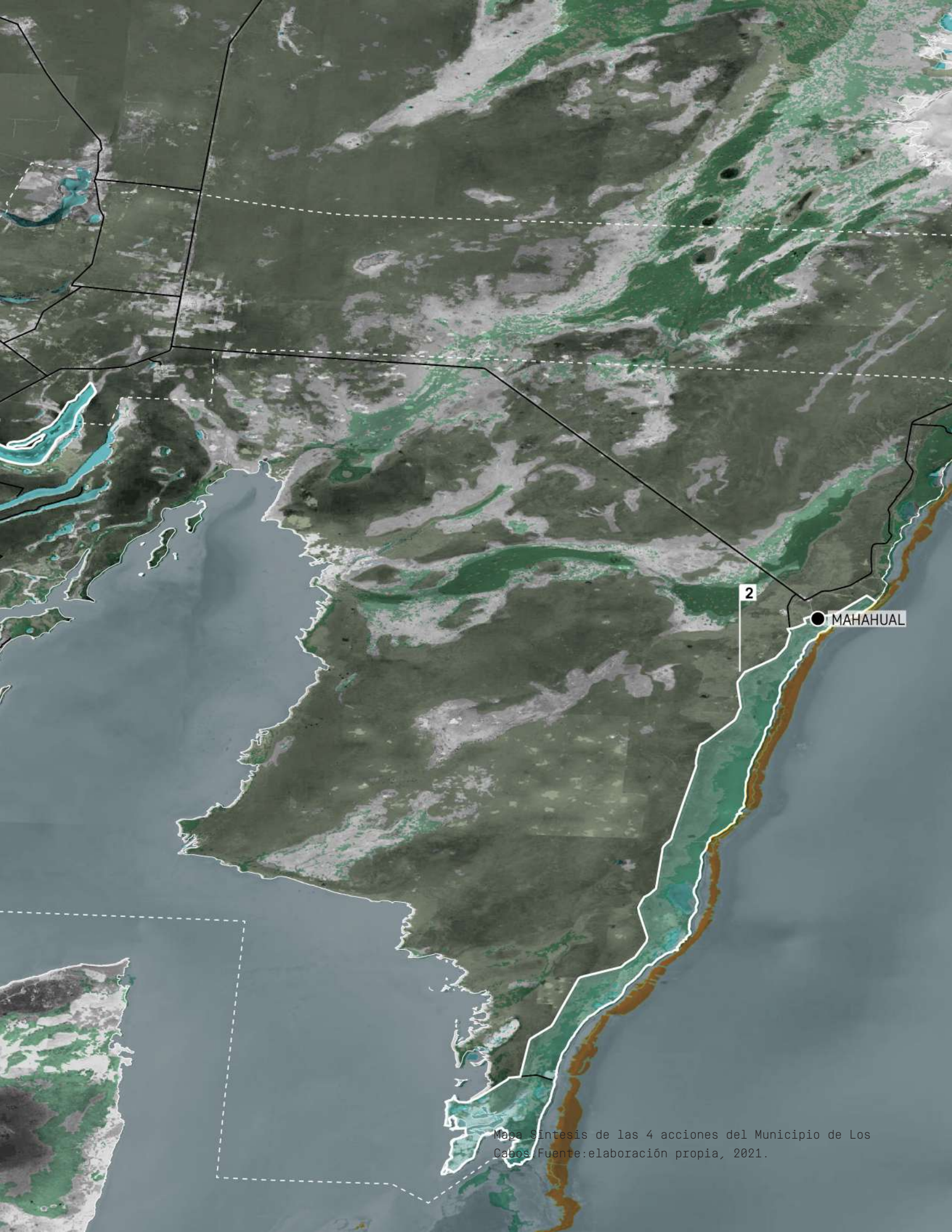
INTRODUCCIÓN A LAS CUATRO ACCIONES PRIORITARIAS

7.1

Las 4 acciones para Bacalar y Othón P. Blanco provienen de un listado preliminar de iniciativas que identifican la gestión intermunicipal, las redes de infraestructura verde y la gestión de riesgo como oportunidades prioritarias para el territorio. Se trata de dos municipios, que a pesar de estar divididos político-territorialmente, comparten un mismo sistema ecológico, pero también los mismos factores de presión asociados al desarrollo urbano-productivo del territorio y los diferentes escenarios de cambio climático que son cada vez más tangibles.

Otro aspecto clave en la priorización de acciones es el desarrollo de estrategias de gestión y adaptación del territorio del Caribe Mexicano y el centro de población de Mahahual, cuyas proyecciones de crecimiento urbano pueden generar cambios importantes en la estructura ecológica de la localidad y patrones de desarrollo con incidencia en la localidad de Xcalak. Esto ocurre de igual manera en el eje Bacalar-Chetumal, donde centros de población de menor escala como Huay-Pix y Xul-Ha y pueden aprovechar los hallazgos y oportunidades identificadas para el desarrollo de sus propias iniciativas de integración y gestión urbano-ambiental a partir de la consideración de algunas de las medidas en sus contextos particulares.





● MAHAHUAL

2

Mapa Síntesis de las 4 acciones del Municipio de Los Cabos. Fuente: elaboración propia, 2021.

ACCIÓN 1

Plan Maestro Intermunicipal de la Laguna de Bacalar y diseño de un proyecto de protección y conservación de ecosistemas

Contexto:

La laguna de Bacalar comparte sus límites político-administrativos con los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco lo cual complejiza su protección, plan de desarrollo y manejo. La contaminación del agua debido al vertimiento de aguas residuales a la Laguna como consecuencia de la falta de drenaje en los asentamientos ubicados en el borde de la laguna y el crecimiento urbano exponencial derivado del turismo son algunos de las problemáticas que impactan directamente en el ecosistema de la laguna. Además, la erosión del suelo lagunar, el desembarco en zonas no aptas y actividades turísticas no reguladas, son otros factores que tienen un efecto negativo en la laguna. Desde una perspectiva regional, la deforestación y el cambio de uso de suelo forestal a agrícola son otros factores que inciden en el deterioro de la laguna. Estos aspectos generan la necesidad de fortalecer el instrumento normativo del cuerpo de agua de la laguna de Bacalar con una visión intermunicipal que favorezca su protección y manejo con miras hacia un futuro sustentable.

Descripción de la acción:

Esta acción propone la ejecución de un Plan Maestro Intermunicipal para la Laguna de Bacalar que integre una cartera de proyectos y acciones de protección, restauración y conservación de las principales áreas de la laguna. El Plan Maestro determinará una cartera de proyectos de infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza, para proteger y mitigar las presiones turísticas y los desafíos del cambio climático que enfrenta la Laguna. El Plan Maestro Intermunicipal recopiló la información y estudios existentes por medio de alianzas con las instituciones académicas de la región como ECOSUR, UNAM y Cinvestav, así como otras organizaciones de la sociedad civil interesadas en la protección y regulación de la Laguna. El Plan Maestro Intermunicipal de la laguna de Bacalar será:

- Una visión de largo plazo que contribuirá a guiar y ordenar la integración urbano ambiental de la región, desde la perspectiva de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Un marco de desarrollo que sintetiza oportunidades de fortalecimiento del sistema de gobernanza.
- Un instrumento unificador.
- Una herramienta para la creación de valor y hoja de ruta.
- Un modelo de gobernanza

Objetivos:

- Consolidar a la laguna de Bacalar como un patrimonio natural vivo que promueva una integración social y ambiental adecuada de cara a las presiones turísticas y a los desafíos del cambio climático.
- Integrar una cartera específica y coordinada de acciones específicas entre los municipios de Bacalar y Othón P. Blanco para asegurar la protección y conservación de los ecosistemas clave, así como el manejo de la Laguna de Bacalar en el corto plazo y mediano plazo.
- Conformar un grupo multisectorial de actores locales interesados en la protección y conservación activa de la laguna Bacalar y sus entornos.
- Integrar una serie de soluciones de infraestructura verde en el litoral de la laguna.
- Consolidar al Plan Maestro Intermunicipal de la laguna de Bacalar dentro de un modelo de gobernanza a partir de la adquisición de un carácter normativo y regulatorio ambiental para el cumplimiento de sus objetivos generales y específicos en materia de manejo y desarrollo sustentable.

Alcances

1. Recopilación e integración de estudios técnicos de diagnóstico sobre el estado actual de la laguna de Bacalar, así como documentos existentes como ...

2. Análisis de la laguna de Bacalar y su área de influencia desde los enfoques ambiental, sociodemográfico, infraestructura urbana y riesgo y vulnerabilidad y escenarios de cambio climático. El análisis deberá contar con al menos tres escalas: i) escala territorial que identifique los factores de presión y dinámicas de deforestación que afectan la laguna, ii) escala intermedia, donde se analice la Laguna de Bacalar y los centros de población aledaños y iii) Escala del sistema lagunar identificando puntos estratégicos para la preservación, conservación y restauración de ecosistemas.

3. Análisis de los impactos y oportunidades derivadas del proyecto de Tren Maya para la Laguna de Bacalar.

4. Estudio del sistema lagunar con indicadores clave de flora, fauna, recursos hídricos, sedimentos, estromatolitos, etc.

5. Análisis de la capacidad de carga de la laguna para orientar la regulación de embarcaciones y actividades turísticas de la laguna.

6. Análisis normativo de la Laguna de Bacalar, donde se identifiquen las diferentes instituciones, atribuciones y los posibles instrumentos de planeación que inciden sobre la Laguna de Bacalar.

7. Síntesis de retos y oportunidades entre los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar con la identificación de los principales puntos de presión y áreas prioritarias de actuación.

8. Desarrollo de una cartera de proyectos y acciones que identifique medidas específicas de infraestructura verde y propuestas de preservación, conservación y restauración ambiental. La cartera de proyectos deberá incluir responsables y costos preliminares de cada una de las acciones.

9. Propuesta de indicadores para la evaluación y monitoreo de medidas.

10. Propuesta de modelo de gobernanza del Plan Intermunicipal de la Laguna de Bacalar y una hoja de ruta para su vinculación como documento normativo.

11. Recomendaciones para vincular el Plan Intermunicipal de la Laguna con los diferentes instrumentos de planeación urbana y ordenamiento ecológico.

12. Lineamientos de diseño para nuevos desarrollos en el área de influencia de la Laguna de Bacalar.

13. Diseño de una medida de restauración, preservación o conservación de los ecosistemas con infraestructura verde. La medida será desarrollada participativamente con actores clave. A nivel preliminar se propone la reforestación del manglar en las inmediaciones del Canal de los Piratas. La medida será diseñada a nivel de anteproyecto de paisaje, con planimetría, imágenes objetivo y costo paramétrico.

14. Creación de una estrategia de financiamiento que incluya estudios preliminares, proyecto ejecutivo, construcción, operación y mantenimiento. Las propuestas deberán determinar los rubros de inversión y estrategias de sostenibilidad financiera de la intervención, así como los responsables y actores clave vinculados a la iniciativa.

15. Identificación de actores clave y estrategia de participación y socialización para el Plan Intermunicipal de la Laguna de Bacalar y el proyecto piloto seleccionado.

ACCIÓN 1

Ficha técnica:

Ubicación: Laguna de Bacalar, municipios de Bacalar y Othón P. Blanco.

Ecosistemas asociados: Humedales, lagunas y cenotes, manglares, vegetación de selva mediana [baja] subperennifolia con vegetación secundaria y selva mediana [baja] subcaducifolia, microorganismos oligotróficos.

Población beneficiada:

Centro de población de Bacalar: 41,174 habitantes [2020].

Área Verde impactada: Un plan Plan Maestro Intermunicipal de la Laguna de Bacalar no tiene un impacto directo en las áreas verdes, pero son los primeros pasos para identificar posibles medidas verdes. Para dar una idea de cuál podría ser la superficie total afectada, exploramos 1 opción. Por ejemplo, restaurar manglares alrededor de la laguna de Bacalar.

Hay unos 7 km² de manglares alrededor de la laguna. La creación de un nuevo hábitat de manglares del 1 al 10% de la superficie total, crearía entre 0,07 y 0,7 km² de nuevos manglares.

Monto estimado: 4 MDP

Tiempo estimado: 9 - 12 meses

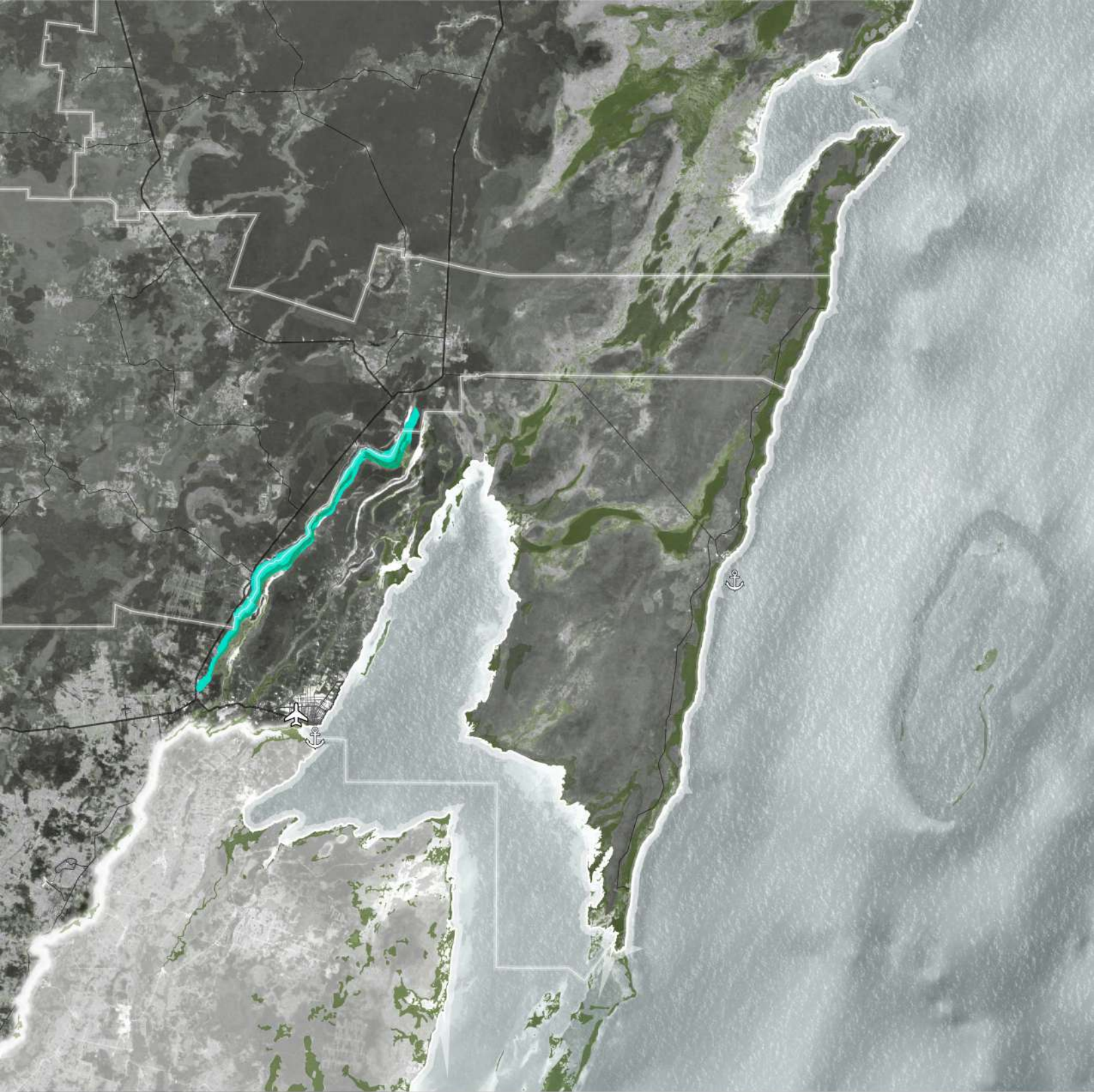
Aliados:

Contacto primario:

- Direcciones de Ecología de Bacalar y Othón P. Blanco,
- Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo [SEMA],
- Comisión Nacional del Agua

Colaboradores de Implementación:

- Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable [SEDETUS],
- Agua Clara,
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT],
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo [FONATUR],
- Administración Portuaria Integral de Quintana Roo [APIQROO],
- Colegio de la Frontera Sur - ECOSUR
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional [CINVESTAV-IPN],
- Secretaría de Marina-Armada de Quintana Roo [SEMAR].
- UNAM



- Red vial
- División municipal
- Vegetación
- Manglares

Acción 1:
Plan Maestro Intermunicipal
de la Laguna de Bacalar y
diseño de un proyecto de
protección y conservación de
ecosistemas



Mapa de localización de Acción 1.
Fuente:Elaboración propia con datos
de INEGI 2021 y Google Earth 2021



Figura: Laguna de Bacalar.
Fuente: Elaboración propia.



ACCIÓN 2

Programa de Resiliencia y Adaptación de la Costa Maya en el tramo Mahahual - Xcalak y diseño de una medida de infraestructura verde

Contexto:

Las áreas de protección de la Costa Maya en el tramo Mahahual - Xcalak presentan presiones están vinculadas tanto al cambio climático, como al turismo que se caracteriza por el consumo masivo de recursos. Por otro lado, la llegada masiva de sargazo sobre la costa principalmente durante el verano afecta a los ecosistemas marinos, sobre todo en los corales. Lo anterior, además de tener un efecto negativo en el ecosistema, también impacta a las actividades turísticas de la región. El incremento del nivel del mar y de la temperatura del océano, la acidificación del océano, e incremento en la frecuencia y magnitud de huracanes que moldean el Sistema Arrecifal Mesoamericano son eventos derivados del cambio climático que afectan directamente a la región. Dichos eventos inciden en el blanqueamiento de coral y dañan los ecosistemas de manglar en Mahahual y Xcalak. Por otro lado, hay problemáticas que están asociadas al turismo masivo o desarrollo urbano. Por ejemplo, el turismo masivo de cruceros y la llegada masiva de turistas en muy poco tiempo deriva en la destrucción de los ecosistemas que sin embargo son el interés principal de la visita de esos mismos turistas. Además, las Dunas se ven amenazadas por el desarrollo de infraestructura como carreteras, caminos y muelles de cruceros, así como de desarrollos turísticos en un área con un ecosistema frágil.

La deforestación destaca como uno de los principales agentes perturbadores del ecosistema debido al desarrollo de la actividad agrícola así como la construcción de caminos, hoteles y viviendas. También, la contaminación de las aguas subterráneas presenta uno de los mayores factores de presión para los arrecifes de coral. Se han detectado contaminantes como metales pesados, hidrocarburos, herbicidas y bacterias fecales. Así mismo, la extracción de arena, construcción de infraestructura, remoción del fondo marino o suspensión de sedimentos, la actividad pesquera comercial también son actividades perjudiciales para los ecosistemas.

Descripción:

Esta acción plantea el desarrollo de un Programa de Resiliencia y Adaptación de la Costa Maya en el tramo Mahahual-Xcalak vinculado al cambio climático. El Plan será un instrumento de planeación para la conservación, gestión y manejo resiliente e inclusivo del borde costero, reconociendo las diferentes dinámicas de la costa en vinculación al cambio climático. El Plan será formulado a partir de estudios e información existente, así como generará insumos necesarios para entender los procesos geológicos y biológicos de la costa. A partir de ello, se identificarán áreas estratégicas de actuación y la definición de una cartera de proyectos con temporalidad, costos y responsables. Asimismo, se diseñará un anteproyecto de paisaje para la conservación de ecosistemas marino-terrestres con costos paramétricos, responsables, estrategia de financiamiento y recomendaciones para su implementación.

Objetivos:

- Elaborar un plan unificado para la protección y conservación activa de la costa, incluyendo los ámbitos marítimo y terrestre, frente al desarrollo urbano, las presiones turísticas y eventos hidrometeorológicos.
- Tomar en cuenta el rango de presiones actuales y futuras en materia de desarrollo urbano, turismo y cambio climático.
- Consolidar una coordinación interinstitucional que tome en cuenta otros proyectos que existen en la región.
- Construir una red de actores locales interesados en la protección y el desarrollo sostenible de la Costa Maya así como para el seguimiento y la evaluación de las acciones.

Alcances:

1. Integración de estudios existentes y actualización de información sobre de la estructura actual de la costa, los procesos morfodinámicos y los servicios ecosistémicos proporcionados, y las presiones urbano-ambientales a ecosistemas marinos y costeros. Incluye revisión de planes e instrumentos de regulación y ordenamiento de la costa maya, 1996, 2000, 2010 y 2014 ordenamiento de Othón P. Blanco

2. Diagnóstico del estado de la costa incluyendo hidrodinámica local, dinámicas de sedimentos y erosión, evaluación del cambio en la línea de costa cualitativa apuntando los efectos del turismo e infraestructura.

3. Integración de los escenarios de cambio climático con evaluación de futuras transformaciones y afectaciones.

4. Visualización de la evolución de la línea de playa en el tiempo y desarrollo de mapas.

5. Identificación y mapeo de áreas estratégicas para la resiliencia costera, así como de ecosistemas clave bajo presión.

6. Identificación de una cartera de estrategias de resiliencia y adaptación costera con enfoque en soluciones basadas en la naturaleza. La cartera de proyectos integrará costos paramétricos, responsables, temporalidad y recomendaciones generales para la implementación en el contexto de los escenarios de cambio climático.

7. Diseño de una medida piloto de conservación, preservación o restauración relevante para la región costera. La medida podrá incluir conservación activa, cultura, educación ambiental o propuestas de ecoturismo. La medida contará con planimetría, imagen objetivo, así como presupuesto paramétrico, responsables de implementación, y temporalidad.

8. Estudio de rubros de inversión y estrategias de sostenibilidad financiera de la intervención.

9. Identificación de actores clave y estrategia de participación y socialización para el Programa de Resiliencia y Adaptación de la Costa Maya en el tramo Mahahual-Xcalak.

10. Recomendaciones para la integración del Programa en las herramientas de planeación local.

ACCIÓN 2

Ficha técnica:

Ubicación: Costa Maya desde Mahahual a Xcalak, parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) comprende las ANP Marinas, Xcalak y Banco Chinchorro.

Ecosistemas asociados: dunas, manglares, playas de arena, praderas marinas, arrecifes de coral.

Área de intervención: 60 km de longitud de costa

Población beneficiada:

Centro de población de Mahahual: 2636 habitantes (2020)

Centro de población de Xcalak: 375 habitantes (2020)

Turismo anual: 1,879,550 visitantes (2019)

Monto estimado: 3.5 MDP

Tiempo estimado: 9-12 meses

Área Verde impactada: Un Programa de Resiliencia y Adaptación de la Costa Maya no tiene un impacto directo en las áreas verdes, pero son los primeros pasos para identificar posibles medidas verdes. Para dar una idea de cuál podría ser la superficie total afectada, exploramos 1 opción. Por ejemplo, el sistema de arrecifes de borde se puede extender con nuevas estructuras artificiales en las que puedan crecer los corales. En total hay unos 73 km² de arrecifes de coral en la costa de Bacalar y Chetumal. Si se amplía esta zona con un 1% de nuevos arrecifes, la zona verde total creada sería de 0,73 km².

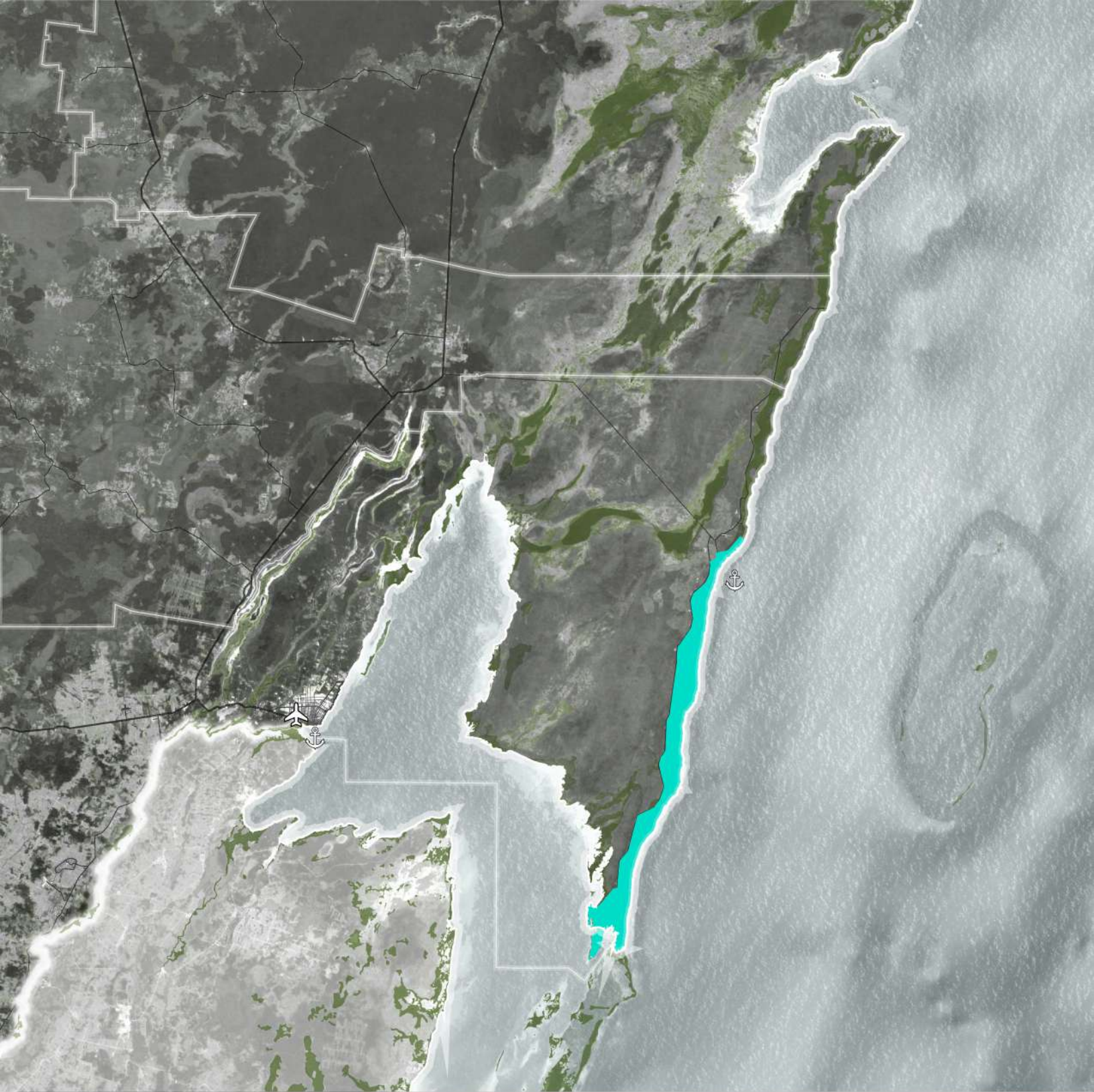
Aliados

Contacto primario:


- Dirección de Medio Ambiente y Ecología de Othón P. Blanco
- Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT),
- Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA),
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Dirección para el Caribe Mexicano
- Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas de Quintana Roo (IBANQROO)

Colaboradores de Implementación:

- Agua Clara
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR)
- Dirección para Banco Chinchorro
- Administración Portuaria Integral de Quintana Roo (APIQROO)



-  Red vial
-  División municipal
-  Vegetación
-  Manglares

 Acción 2:
Programa de Resiliencia y
Adaptación de la Costa Maya
en el tramo Mahahual - Xcalak
y diseño de una medida de
infraestructura verde



Mapa de localización de Acción 2.
Fuente:Elaboración propia con datos
de INEGI 2021 y Google Earth 2021



Figura: Laguna de Bacalar.
Fuente: Elaboración propia.



ACCIÓN 3

Plan de Redes de 'Calles y Espacios Públicos Esponja' en Bacalar y Chetumal y diseño de dos proyectos

Contexto:

El tipo de suelo en la Península de Yucatán es predominantemente cárstico, lo cual encarece la instalación de sistemas tradicionales de drenaje y es por esta razón que a diferencia de otras regiones costeras, existe un déficit de sistemas de drenaje. Tanto en Bacalar como en Chetumal la infraestructura vial presenta serios problemas de hundimientos y deterioro además de carecer de sistemas de drenaje pluvial, lo que genera inundaciones y contaminación hacia los cuerpos de agua. La falta de sistemas de drenaje junto a la impermeabilización de los suelos urbanos amplifica los impactos de las inundaciones causadas por eventos hidrometeorológicos en la región. Esto representa un nicho de oportunidad para la generación e implementación de un Plan de calles con infraestructura verde que propicie el manejo de agua de lluvia y contribuya a la mitigación de inundaciones y a la movilidad sustentable universal. Bacalar y Chetumal cuentan con espacios públicos que carecen de infraestructura gris y verde adecuada para hacer frente a los retos del cambio climático y proveer de servicios ecosistémicos y espacios públicos de calidad a los habitantes y turistas. La generación de espacios públicos Esponja en estas localidades dotará de espacios públicos de calidad con infraestructura verde capaz de amortiguar los efectos climáticos extremos, además de proveer espacios de esparcimiento para la población.

Descripción de la acción:

Esta acción propone la elaboración de un Plan de Redes de 'Calles y Espacios Públicos Esponja' para las localidades de Bacalar y Chetumal. El Plan propone un manejo descentralizado del agua de lluvia introduciendo Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) e infraestructura verde para mitigar los impactos de las inundaciones provocadas por eventos hidrometeorológicos. Se propone generar una cartera de proyectos para calles y/o espacios públicos verdes en los espacios de las localidades Bacalar y Chetumal

identificando espacios vulnerables ante inundaciones y con espacio suficiente para la integración de SUDS. El Plan incluye el desarrollo de un proyecto piloto para la localidad de Bacalar y uno para Chetumal; ambos con una estrategia de financiamiento para el diseño ejecutivo, construcción, operación y mantenimiento y la implementación de proceso de participación transversal.

Los SUDS son infraestructuras de drenaje que, además de reducir el caudal producido por la lluvia, disminuyen los contaminantes arrastrados por las escorrentías. Su principal función es la de evitar el riesgo de inundaciones pero además, minimiza costos económicos en la gestión de aguas pluviales y mejora el entorno y la experiencia urbana mediante la introducción de cobertura vegetal en las adecuaciones geométricas que, a su vez, pueden acomodar los requerimientos de accesibilidad universal, elementos de resguardo peatonal y dispositivos de control de tránsito. La red de calles y espacios públicos esponja juegan un papel clave en la reducción del efecto de isla de calor que suele ocurrir en zonas urbanizadas pavimentadas, mejorar la seguridad vial, reducir la huella de carbono y propiciar la biodiversidad.

Los 'Espacios Públicos Esponja' se diseñarán de acuerdo a criterios hidrológicos para su correcto funcionamiento y también emplearán SUDS para compensar la impermeabilidad de otras superficies pavimentadas en la región. Permite un amortiguamiento temporal para las inundaciones al tener capacidad de retención e infiltración de agua. Los espacios inundables pueden ser diseñados para que tengan diferentes funciones con o sin agua. Los jardines y parques recreativos tienen mucho potencial para incluir espacios inundables así como los espacios de estacionamiento en las calles. Estos espacios no sólo gestionan aguas pluviales sino que también son espacios recreativos para la población.

Objetivos:

- Consolidar una red de calles verdes para la retención, tratamiento natural, e infiltración del agua de lluvia.
- Mitigar los impactos y los costos asociados a las inundaciones causadas por las fuertes lluvias o huracanes.
- Reducir los efectos de las islas de calor, disminuir la huella de carbono y fomentar la biodiversidad.
- Aprovechar las adecuaciones geométricas para acomodar soluciones de accesibilidad universal, resguardo peatonal y dispositivos de control de tránsito
- Aumentar la cobertura vegetal de las localidades.
- Vincular estrategias de movilidad sostenible.

Alcances:

1. Integración de información existente e información en relación a inundaciones en las localidades como el Atlas de Riesgos de Chetumal, Bacalar Sensible al Agua, entre otros documentos.
2. Análisis e identificación de las zonas inundables en las localidades urbanas de Chetumal y Bacalar.
3. Desarrollo de tipologías de espacio público como calles, plazas, parques y otros espacios con usos y programas intermitentes.
4. Identificación de espacios potenciales a intervenir en cada localidad.
5. Identificación de cartera de proyectos de calles y espacios públicos esponja, incluyendo iniciativas existentes con cuadro de áreas, temporalidad, responsables y costos de inversión.

6. Recomendaciones para la gestión, operación y mantenimiento de la cartera de proyectos de calles y espacios públicos esponja.

7. Diseño conceptual de los 2 proyectos pilotos de 'áreas esponja', considerando adecuaciones geométricas, accesibilidad universal, elementos de resguardo peatonal, dispositivos de control de tránsito, selección de paleta vegetal nativa en áreas verdes nuevas, y existentes, desde un enfoque de escenarios de cambio climático. Los dos proyectos serán desarrollados a nivel de anteproyecto arquitectónico y de paisaje, con identificación de estudios técnicos complementarios, responsables, imágenes objetivo y costos paramétricos.

8. Diseño de estrategias de financiamiento, socialización, construcción, operación y mantenimiento de los dos proyectos piloto elegidos.

9. Creación de una estrategia de financiamiento que incluya estudios preliminares, proyecto ejecutivo, construcción, operación y mantenimiento. Las propuestas deberán determinar los rubros de inversión y estrategias de sostenibilidad financiera de la intervención, así como los responsables y actores clave vinculados a la iniciativa.

10. Identificación de actores clave y estrategia de participación y socialización para el Plan de Redes de Calles y Espacios Públicos Esponja y los dos proyectos piloto seleccionados.

11. Recomendaciones para la integración de proyectos en herramientas de planeación local.

ACCIÓN 3

Ficha técnica:

Ubicación: localidades urbanas de Bacalar, Mahahual y Chetumal

Ecosistemas asociados: humedales, manglares, sistema lagunar, parques urbanos

Población beneficiada:

Centro de Población de Bacalar: 35,905 habitantes

Chetumal: 169,028 habitantes

Área Verde impactada: En Bacalar y Chetumal hay unos 670 km de carreteras. Si entre el 1 y el 10% de estas carreteras se convierten en carreteras esponjosas, se tendrían unos 6.7-67 km que utilizarían medidas verdes.

Monto estimado: 3 MDP

Tiempo estimado: 9-12 meses

Responsables de implementación:

Contacto primario:

- Direcciones Municipales de Desarrollo Urbano,
- Obras Públicas,
- Medio Ambiente y Ecología

Colaboradores de Implementación:

- Secretaría de Obras Públicas de Quintana Roo (SEOP)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR),
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU),
- Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA),
- Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable (SEDETUS).



- Red vial
- División municipal
- Vegetación

Acción 3:
Plan de Redes de 'Calles y Espacios Públicos Esponja' en Bacalar y Chetumal y diseño de dos proyectos



Mapa de localización de Acción 3.
Fuente:Elaboración propia con datos de INEGI 2021 y Google Earth 2021



Figura: Laguna de Bacalar
Fuente: Elaboración propia



ACCIÓN 4

Plan Maestro para el Malecón de Chetumal en el tramo Río Hondo-Chetumal-Calderitas y diseño de una intervención

Contexto:

El Malecón de Chetumal presenta problemáticas ocasionadas por el crecimiento urbano desordenado y poco vinculado a las dinámicas costeras de la región que se agravarán con las incertidumbres del cambio climático y el aumento del nivel del mar. Además, existen reportes de descargas de aguas residuales a la bahía derivados de la falta de infraestructura de drenaje y exposición frecuente a escenarios de inundaciones lo que representa factores de riesgo para la población. La construcción del Proyecto del corredor turístico Chetumal-Calderitas ha creado grandes vacíos urbanos tanto al poniente como oriente, y que en este último caso logran extenderse hasta alcanzar el Bulevar Bahía. Todos estos baldíos de vegetación constituyen una importante área de reserva para el crecimiento. Este desarrollo pone en riesgo la cobertura vegetal, en su mayoría manglar. Asimismo, es una zona de alto riesgo ante eventos meteorológicos extremos derivados del cambio climático dada su inmediatez a la línea costera. El tramo de Chetumal hacia el Delta del Río Hondo presenta también deficiencias en infraestructura gris y verde capaz de proveer de espacios públicos de calidad a la población que favorezcan la movilidad sustentable, la conectividad ecológica, regulación climática y mitigación de efectos derivados del cambio climático. El proyecto del Tren Maya atraerá mayor desarrollo y oportunidades hacia Chetumal, lo que representa una oportunidad de repensar el malecón como una pieza clave de infraestructura de paisaje tanto para los habitantes como para los turistas.

Descripción de la acción:

Esta acción propone desarrollar un Plan Maestro de extensión y rediseño del malecón de Chetumal en el tramo Aeropuerto - Río Hondo - Chetumal - Calderitas. con enfoque de mitigación y adaptación a inundaciones derivadas de eventos hidrometeorológicos extremos y aumento del nivel del mar, con alcance de anteproyecto. El Plan Maestro se realizará a partir de estudios técnicos de diagnóstico y escenarios del cambio climático. El Plan también incluye diseño de estrategias de protección de las áreas naturales restantes (baldíos a lo largo del corredor Chetumal-Calderitas), así como la restauración de manglares en el Delta del Río Hondo, por ejemplo, para mitigar los efectos de tormentas y huracanes más frecuentes y con mayor fuerza.

La reactivación del espacio público del Malecón puede detonar mayores oportunidades de empleo, generar atractivo turístico y atraer inversión para el desarrollo inmobiliario y urbano. El malecón de Chetumal tiene potencial como corredor económico, turístico y ambiental. Se prevé la dotación de infraestructura verde como amortiguamiento ante eventos climáticos extremos, recualificación de infraestructura gris y sistemas urbanos de drenaje sostenible en la línea de costa. El Plan Maestro incluye la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el manejo de las aguas negras provenientes de la ciudad y que desembocan en la bahía. Asimismo, se contempla el rediseño de las vialidades con adecuaciones geométricas para acomodar principios de diseño de accesibilidad universal, elementos de resguardo peatonal y dispositivos de control de tránsito.

Objetivos:

- Rehabilitar el malecón desde el Delta del Río Hondo hasta la localidad de Calderitas para una mejor conexión.
- Contemplar el robustecimiento del sistema de manglares en el delta del Río Hondo frente a los desafíos y presiones de urbanización que traerá consigo la instalación del Tren Maya.
- Proteger y conservar activamente las áreas naturales restantes.
- Rehabilitación y recualificación del Malecón para la mitigación y adaptación al cambio climático.
- Mejorar y extender el espacio público más representativo y usado de la ciudad de Chetumal.

Alcances:

1. Recopilación e integración de planes y estudios existentes y escenarios de cambio climático como el Atlas de Riesgo de la localidad de Chetumal, estudio de las intervenciones existentes por parte de SEDATU y propuestas existentes a nivel municipal.
2. Actualización de información de diagnóstico de riesgos y vulnerabilidades a eventos hidrometeorológicos y otros efectos derivados del cambio climático.
3. Síntesis de problemáticas y oportunidades con la identificación de áreas estratégicas de intervención.
4. Visión general, objetivos y principios de diseño urbano y de paisaje para el malecón. El proyecto deberá integrar una visión de estrategias de infraestructura verde y de movilidad activa.

5. Diseño de las posibles fases de implementación del proyecto, con selección de un tramo con mayor viabilidad de implementación. El primer tramo podrá incluir la restauración o protección de manglares o humedales en conexión al malecón.

6. Diseño preliminar del primer tramo o intervención en el malecón. El diseño deberá considerar infraestructuras verdes, adecuaciones geométricas, accesibilidad universal, elementos de resguardo peatonal, dispositivos de control de tránsito, selección de paleta vegetal nativa en áreas verdes nuevas, y existentes, desde un enfoque de escenarios de cambio climático. Este primer tramo o intervención será desarrollada a nivel de anteproyecto arquitectónico y de paisaje, con identificación de estudios técnicos complementarios, responsables, imágenes objetivo y costos paramétricos.

7. Creación de una estrategia de financiamiento que incluya estudios preliminares, proyecto ejecutivo, construcción, operación y mantenimiento. La propuesta deberá determinar los rubros de inversión y estrategias de sostenibilidad financiera de la intervención, así como los responsables y actores clave vinculados a la iniciativa.

8. Identificación de actores clave y estrategia de participación y socialización para el Plan Maestro del malecón de Chetumal y el diseño conceptual del tramo seleccionado.

9. Recomendaciones para la integración de proyectos en herramientas de planeación local.

ACCIÓN 4

Ficha técnica:

Ubicación: Malecón de Chetumal - Calderitas

Ecosistemas asociados: Manglares, arrecifes de coral, praderas marinas

Área de intervención: 10 km aprox.

Población beneficiada:

Chetumal: 169,028 habitantes (2020)

Monto estimado: 3 MDP

Tiempo estimado: 6-9 meses

Responsables de implementación:

Contacto primario:

- Direcciones Municipales de Desarrollo Urbano,
- Obras Públicas, Medio Ambiente y Ecología




Colaboradores de Implementación:


- Secretaría de Obras Públicas de Quintana Roo [SEOP]
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo [FONATUR],
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU],
- Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo [SEMA],
- Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable [SEDETUS].

Se recomienda considerar los siguientes criterios:

- Integrar medidas de restauración, conservación y preservación ambiental de humedales, manglares y otras áreas verdes clave para la resiliencia costera.
- Mejora de accesibilidad universal a lo largo del malecón
- Priorización de la movilidad sostenible (ciclovía y calle completa)
- Rehabilitación de espacios públicos en las zonas de playa artificiales
- Selección de pavimentos permeables para mitigación de inundaciones
- Integración de zanjas o jardines de lluvia (infraestructura verde) para la retención temporal de aguas pluviales.
- Saneamiento de aguas negras [PTAR]
- Elementos de protección contra las corrientes del viento
- Aumento de áreas verdes y vegetación endémica
- Promover la restauración del ecosistema de la Bahía
- Dotación de mobiliario urbano (equipamiento)



-  Red vial
-  División municipal
-  Vegetación

 **Acción 4:**
Plan Maestro para el Malecón
de Chetumal en el tramo Río
Hondo-Chetumal-Calderitas y
diseño de una intervención



Mapa de localización de Acción 4.
Fuente:Elaboración propia con datos
de INEGI 2021 y Google Earth 2021



Figura: Laguna de Bacalar.
Fuente: Elaboración propia.





Figura: Laguna de Bacalar.
Fuente: Elaboración propia.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

7.3

Las medidas y acciones prioritarias del Plan de acción han cobrado diversas formas. Estas se han dividido en dos opciones a elegir que comprenden respectivamente:

A) En formato de documentos de estudios técnicos que informan la planeación urbana, por ejemplo, la elaboración, ó actualización de estudios técnicos como Atlas de Riesgos, Planes de adaptación y mitigación y Programas de Manejo

A) En el caso de los documentos de estudios técnicos que informan la planeación urbana es clave consolidar una estrategia que incluya:

- Plan de adopción local, y multisectorial, que incluya la definición responsables de coordinación estratégica a las escalas estatales y municipales
- Documentación, y organización, de estudios técnicos preexistentes e identificación de acciones actuales en el territorio
- Caracterización de áreas estratégicas de actuación
- Elaboración de cartera de intervenciones o programas con definición precisa de alcances, presupuesto paramétrico
- Posicionamiento de las acciones en la agenda de desarrollo urbano-ambiental del municipio / región
- Estrategias de participación, socialización y comunicación política
- Inversión, fuentes de financiamiento y escenarios de co-financiamiento

B) En formato de Planes Maestros y proyectos estratégicos de diseño urbano y paisaje, con integración de infraestructura verde y sistemas urbanos de drenaje sostenible. Por lo tanto, a cada tipología de acción, ó medida, le corresponde una estrategia de implementación distinta.

B) En el caso de los Planes Maestros y Proyectos estratégicos de Diseño Urbano y Paisaje es clave consolidar una estrategia que incluya:

- Plan de adopción local, y multisectorial, que incluya la definición de responsables de coordinación estratégica a la escala municipal y de las localidades
- Estrategia de Diseño:
- Estudios de espacio público y vida pública (previo a diseño)
- Definición de agenda y definición de Plan de trabajo
- Proceso de diseño participativo, socialización y comunicación política y social
- Proyecto Ejecutivo Integral
- Propuesta conceptual
- Anteproyecto arquitectónico
- Proyecto ejecutivo arquitectónico
- Proyecto ejecutivo de ingenierías de infraestructuras grises
- Proyecto ejecutivo de ingenierías de infraestructura verde y azul
- Presupuesto base y cronograma de obra
- Validación y vistos buenos del proyecto
- Supervisión arquitectónica de obra
- Definición de línea base de indicadores de desempeño socio ambiental
- Estudios de espacio público y vida pública (post obra y construcción)
- Evaluación y monitoreo de desempeño socio ambiental de acuerdo a la línea base de indicadores (post obra y construcción)
- Estrategia de financiamiento
- Estrategia de sostenibilidad financiera y mantenimiento

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

A

Acreman, M., & Holden, J. [2013]. How Wetlands Affect Floods. *Wetlands* 2013 33:5, 33(5), 773–786. <https://doi.org/10.1007/S13157-013-0473-2>

Alonso, L. A. A., & Vera, M. A. G. [2010]. Pérdida de cobertura vegetal como efecto de la urbanización en Chetumal, Quintana Roo. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 12(2), 1-19.

Alpuche, S. L. [2014]. Caracterización físico-química y del zooplancton en la laguna de la Sabana, Quintana Roo [Bachelor 's thesis, Universidad de Quintana Roo].

Ardisson, P. L., May-Kú, M. A., Herrera-Dorantes, M. T., & Arellano-Guillermo, A. [2011]. El sistema arrecifal mesoamericano-México: consideraciones para su designación como zona marítima especialmente sensible. *Hidrobiológica*, 21(3), 261-280.

Arenas, F., Rey, F., & Pinto, I. S. [2009]. Diversity effects beyond species richness: Evidence from intertidal macroalgal assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 381, 99–108. <https://doi.org/10.3354/meps07950>

Ayuntamiento de Bacalar [s.f.] Plan Municipal de Desarrollo de Bacalar, 2018-2021. [Archivo PDF] <http://www.bacalar.gob.mx/plan%20municipal/PMD%20Bacalar%202018-2021.pdf>

B

Balasubramanian, M. [2019]. Economic value of regulating ecosystem services: a comprehensive at the global level review. *Environmental Monitoring and Assessment* 2019 191:10, 191(10), 1–27. <https://doi.org/10.1007/S10661-019-7758-8>

Balderas Torres, A., Lazaro Vargas, P., Figueroa Sanches, L. A., Dario Galindo, J. [2019]. Diseño de una estrategia de movilización y procuración de recursos para la sostenibilidad financiera de las áreas naturales protegidas estatales del Estado de Quintana Roo. Informe Final. Informe elaborado para: Gob. Q.Roo., IBANQROO, GIZ, ProNatura, FMCN, KFW, MARFund. Link: https://fondosam.org/nopublic/library-marfund/Sanctuary/Phase_II/Consultancies_in_the_five_Protected_Areas/Santuario_del_Manati_Consultancies/Informe%20final%20Sostenibilidad%20Financiera.pdf

Balvanera, P. & Cotler, H. [2009]. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en *Capital natural de México*, vol. II [185–245]. CONABIO, México. https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/03/1104_EdoTendenciasServiciosEcosistemicos.pdf

Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J. S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D., & Schmid, B. [2006]. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9(10), 1146–1156. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x>

Banco Mundial [2021]. Ciudades inclusivas. En: <https://www.bancomundial.org/es/topic/inclusive-cities#1>

Benítez, J. [2010] Situación actual de las cuencas de los ríos Candelaria y Hondo. En Cotler, H. (coord). *Las Cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización* [203–209]. SEMARNAT, INE. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/02/CuencasHidrogra%CC%81ficas-1.pdf>

Bordt, M., & Saner, M. A. [2019]. Which ecosystems provide which services? A meta-analysis of nine selected ecosystem services assessments. *One Ecosystem*, 4. <https://doi.org/10.3897/oneeco.4.e31420>

Brito, M. M. and Evers, M.: Multi-criteria decision-making for flood risk management: a survey of the current state of the art, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, 1019–1033, <https://doi.org/10.5194/nhess-16-1019-2016>, 2016.

C

Castillo, L., David, V., Iturbe, A., y López, D. [2010]. La planeación urbana-regional en Costa Maya. *Análisis Territorial del Turismo Región Costa Maya* [Primera Ed., pp. 75–110]. Chetumal, Quintana Roo, México: Universidad de Quintana Roo, Plaza y Valdés.

Centro Nacional de Prevención de Desastres [2020]. Atlas Nacional de Riesgos [Visualizador en línea de datos de información geográfica]. CENAPRED. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/>

Chavira-Martínez, D., Briceño-González, J., Negroe, A., Pérez-Cetina, J. A., Sánchez-Cabrera, T., & Hoil, R. [1992]. Diagnóstico de la calidad del agua en la Bahía de Chetumal, Q. Roo. *Avacient*, 3, 16-31.

COLAPSO, [2021], El Tren y el Jaguar. <https://colapso.dromomanos.com/jaguar-extincion-tren-maya-chiapas/>

Colectivo GeoComunes, Torres-Mazuera G., Gómez C. [2020]. Expansión capitalista y propiedad social en la Península de Yucatán [Archivo PDF]. http://geocomunes.org/Analisis_PDF/Expansion_capitalista_propiedad_social_Junio2020.pdf

Comín, F. A., Miranda, B., Sorando, R., Felipe-Lucia, M. R., Jiménez, J. J., & Navarro, E. [2018]. Prioritizing sites for ecological restoration based on ecosystem services. *Journal of Applied Ecology*, 55(3), 1155–1163. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13061>

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] [2020]. Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán. <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/12-sgp-17-12py.pdf>

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] [2016]. Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán. Comité de Cuenca del Sistema Lagunar de Bacalar. Programa de Gestión.

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] [2012]. Programa Hídrico Regional: Visión 2030 - Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán. CONAGUA. <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/12-sgp-17-12py.pdf>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP] [2019]. Plandeacción del síndrome blanco en arrecifes del caribe mexicano [Archivo PDF] <https://www.conanp.gob.mx/cambioclimatico/PlanDeAccionSindromeBlanco.pdf>

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP] [2018]. Programa de Manejo. Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano. CONANP. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/191_libro_pm.pdf

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP] [2014]. Complejo Sian Ka'an: Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Área de protección de flora y fauna Uaymil y Reserva de la Biósfera arrecifes de Sian Ka'an. SEMARNAT, CONANP. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/84_libro_pm.pdf

Consejo Nacional de Población [2010]. Datos abiertos del índice de marginación [Conjunto de datos]. CONAPO. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion

Comisión Nacional Forestal, Centro Geo, y Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible [CONAFOR] [2018]. Análisis de los procesos de deforestación en Quintana Roo. CONAFOR. <https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/CuadernilloCONAFOR-una-pagina.pdf>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO] [21 de noviembre de 2019] CONABIO genera una nueva cartografía de de la línea costera de México [En línea] <https://www.gob.mx/conabio/prensa/conabio-genera-nueva-cartografia-de-la-linea-de-costa-de-mexico?idiom=es>

Cook, B. R., & Spray, C. J. [2012]. Ecosystem services and integrated water resource management: Different paths to the same end? *Journal of Environmental Management*, 109, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.05.016>

D

Daltabuit Godás, M. Cisneros Reyes, H., y Valenzuela Valdivieso, E. [2006]. Globalización y turismo en el sur de Quintana Roo. *Estudios de cultura maya* [27], 99-124. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-25742006000200005&lng=es&tlng=es

Daltabuit Godás, M., García de Fuentes, A., Marín Guardado, G. [Coords.] [2012]. Turismo, globalización y sociedades locales en la península de Yucatán, México. *El Sauzal: ACA y PASOS*, RTPC. <http://www.pasosonline.org/Publicados/pasosoedita/PSEdita7.pdf>

Data México [2021a]. Bacalar. Data México. <https://datamexico.org/es/profile/e&totalGenderSelector=genderOption&totalAndInformalJob=genderOption>

Data México [2021b]. Othon P. Blanco. Data México. <https://datamexico.org/es/profile/geo/othon-p-blanco?totalAndInformalJob=genderOption>

DataTur [s.f.]. Quintana Roo. SECTUR. <https://www.datatur.sectur.gob.mx/PueblosMagicos/23Qro.aspx>

de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L. C., ten Brink, P., & van Beukering, P. [2012]. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>

de Groot, R. S., Brander, L., & Solomonides, S. [2020]. Ecosystem Services Valuation Database [ESVD] Update of global ecosystem service valuation data Final report. 1–58. https://www.es-partnership.org/wp-content/uploads/2021/01/ESVD_Global-Update-FINAL-Report-June-2020.pdf

Dodgson, J. S., Spackman, M., Pearman, A., & Phillips, L. D. [2009]. Multi-criteria analysis: a manual. Department for Communities and Local Government: London. From http://eprints.lse.ac.uk/12761/1/Multi-criteria_Analysis.pdf

E

Echánove Huacuja, F. [2021]. Expansión de la soja en México y exclusión productiva de los pequeños agricultores de la península de Yucatán. *Papeles de Geografía*, 66. <https://doi.org/10.6018/geografia.432921>

ECONADAPT. [2016]. Multi Criteria Analysis. Econadapt Toolbox. <https://econadapt-toolbox.eu/multi-criteria-analysis>

Ek Ek, E. A. [2015]. El dengue como problema de salud pública en una colonia migrante: el caso del kilómetro 55, Mahahual, Quintana Roo [Tesis de maestría en antropología aplicada]. Universidad de Quintana Roo. <http://risisbi.uqroo.mx/handle/20.500.12249/152>

Ellis, E. A., Navarro Martínez, A., García Ortega, M., Hernández Gómez, I. U., & Chacón Castillo, D. [2020]. Forest cover dynamics in the Selva Maya of Central and Southern Quintana Roo, Mexico: deforestation or degradation?. *Journal of Land Use Science*, 15(1), 25-51.

Encaje [2019]. Actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano. Othon P Blanco [Press release]. Encaje. <http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/2020/Bitacora-Territorial/40%20Presentacion%20ProgMpal-1a%20versión.pdf>

F

Falcón L. [2020]. Síntesis del webinar sobre el Diagnóstico socioambiental de la península de Yucatán. Universidad Nacional Abierta de México.

Ferreira, A. P. S., y Martínez, C. I. [2016]. El turismo de cruceros y la transformación del paisaje: Mahahual, México. *El periplo sustentable*, [31].

Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF]. [s. f.]. Sistema Arrecifal Mesoamericano. WWF. https://www.wwfca.org/especies_ylugares/arrecife_mesoamericano/

Fragoso-Servón, P., & Pereira-Corona, A. [2018]. Suelos y Karst, origen de inundaciones y hundimientos en Chetumal, Quintana Roo, México. *European Scientific Journal*, [14].

G

Gaceta de la Comisión Permanente [23 de junio de 2004]. Proposición con punto de acuerdo en relación a la conservación de la zona lagunar de Bacalar, Quintana Roo. PERMANENTE. https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_comision_permanente/documento/1773

García, E. [2004]. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

García García, S. A., Alanís Rodríguez, E., Aguirre Calderón, O. A., Treviño Garza, E. J., & Graciano Ávila, G. [2021]. Contenido de carbono y estructura horizontal de un bosque templado en Guadalupe y Calvo, Chihuahua. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(63), 48-70. Epub 26 de marzo de 2021. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i63.800>

García Rubio, G., Schmook, B., & Espejel Carvajal, I. [2005]. Dinámica en el uso del suelo en tres ejidos cercanos a la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. *Investigaciones geográficas*, [58], 122-139.

GIZ México [15 de octubre de 2020] Ecosistemas y ciudades costeras. Proyecto BIOCITIS GIZ México [Archivo de video] <https://www.youtube.com/watch?v=7slvLL73WvQ>

GFDRR [2021]. Quintana Roo [Visualizador de información geográfica en línea "Think Hazard!"]. Think Hazard!. <https://thinkhazard.org/en/report/2050-mexico-quintana-roo>

Gobierno de Quintana Roo [2021]. Protección Civil. Gobierno de Quintana Roo. <https://qroo.gob.mx/eje-2-gobernabilidad-seguridad-y-estado-de-derecho/proteccion-civil>

González, J., Carrión, J., Omar Yam, O., & Díaz, C. [2008]. Contaminación de la bahía de Chetumal por metales pesados, materia orgánica y nutrientes producidos por las descargas de aguas residuales municipales. *Caos Conciencia*, 1, 5-11.

Gómez Pech, Enrique Humberto, Barrasa García, Sara, & García de Fuentes, Ana. [2018]. Paisaje litoral de la Laguna de Bacalar [Quintana Roo, México]: ocupación del suelo y producción del imaginario por el turismo. *Investigaciones geográficas*, [95]. <https://dx.doi.org/10.14350/rig.59594>

GRIETA [2021]. ¿Que desarrollo traerá el Tren Maya? Estación Bacalar. <https://www.grieta.org.mx/index.php/2020/11/28/que-desarrollo-traera-el-tren-maya-estacion-bacalar/>

H

H. Ayuntamiento del Municipio de Bacalar [2018]. Plan Municipal de Desarrollo Bacalar 2018-2021. <http://bacalar.gob.mx/plan%20municipal/PMD%20Bacalar%202018-2021.pdf>

H. Ayuntamiento del Municipio de Bacalar [2016]. Plan Municipal de Desarrollo de Bacalar 2016-2018. <http://bacalar.gob.mx/plan%20municipal/planmunicipal%2020162018.pdf>

H. Ayuntamiento del Municipio de Bacalar [2010]. Cabildo. Portal de gobierno Bacalar. <http://bacalar.gob.mx/cabildo.html>

H. Ayuntamiento del Municipio de Bacalar [2005]. Programa de Ordenamiento Ecológico (POET) Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar. <http://sema.qroo.gob.mx/bitacora/index.php/decretos/region-laguna-de-bacalar>

H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco y Secretaría de Desarrollo, Agrario, Territorial y Urbano [2018]. Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul Ha. Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo. H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, SEDATU. <http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/transparencia/93/1/f/PDU2018/PDU%20integrado%2019012018-publicacion%20digital.pdf>

H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco [2007]. Decreto por el cual se modifica el programa de desarrollo urbano de Mahahual, municipio de Othón P. Blanco. HAOPB. <http://www.opb.gob.mx/portal/wp-content/uploads/transparencia/93/1/f/PDU/PDU-MAHAHUAL/Modificacion%20PDU%20Mahahual%202008.pdf>

Haines-Young, R., & Potschin, M. [2018]. CICES V5. 1. Guidance on the Application of the Revised Structure. Cices, January, 53. <https://cices.eu/resources/>

Hallegatte, S. [2009]. Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, 19(2), 240–247. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2008.12.003>

Hernández-Terrones, L. M., Null, K. A., Ortega-Camacho, D., & Paytan, A. [2015]. Water quality assessment in the Mexican Caribbean: impacts on the coastal ecosystem. *Continental Shelf Research*, 102, 62-72.

Hirales-Cota, M., Espinoza-Avalos, J., Schmook, B., Ruiz-Luna, A., & Ramos-Reyes, R. [2010]. Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de México. *Ciencias marinas*, 36(2), 147-159.

Hogarth, P. J. [2015]. *The biology of mangroves and seagrasses*. Oxford University Press.

I

Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo [2016]. Área Natural Protegida Parque Ecológico Estatal Parque Laguna de Bacalar. Instituto de Biodiversidad y Áreas Naturales Protegidas del Estado de Quintana Roo. <https://qroo.gob.mx/sites/default/files/unisito2020/01/ANP%20BACALAR.pdf>

Instituto Mexicano de Tecnología de agua, Programa de Indicadores de Gestión de Organismos Operadores (PIGOO), <http://www.pigoo.gob.mx/descargarData.js>

Instituto Nacional de Ecología [2000]. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Instituto Nacional de Ecología. <http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/anp/AN27.pdf>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [2021a]. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo 2020. INEGI. http://coespo.qroo.gob.mx/Descargas/doc/PANORAMA_SOCIODEMOGRAFICO_DE_MEXICO_ENTIDAD_QROO.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [2021b]. Defunciones por homicidio por entidad federativa de registro según sexo, serie anual de 2010 a 2020. INEGI. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Mortalidad_Mortalidad_08_ecfcf303-dba8-4fbf-998f-7d18b68e18b2

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [2016]. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo, 2015. INEGI. <http://coespo.qroo.gob.mx/Descargas/doc/PUBLICACIONES%20DE%20INTERES/PANORAMA%20SOCIODEMOGRAFICO%20DE%20QUINTANA%20ROO%202015.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] [2019]. Atlas de Vulnerabilidad al Cambio Climático México 1ª Edición [libro electrónico]. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

Instituto Quintanarroense de la Mujer [s.f.]. Diagnóstico de la violencia contra las mujeres en Quintana Roo [Archivo PDF]. https://qroo.gob.mx/sites/default/files/2017-03/Diagnostico_VG_QROO.pdf

IPCC [2021]. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

K

Kumar, P. [2010]. TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. <https://doi.org/10.1017/s1355770x11000088>

L

La Verdad [2021]. Abandonado principal atractivo del Boulevard Bahía de Chetumal. <https://laverdadnoticias.com/quintanaroo/Abandonado-principal-atractivo-del-Boulevard-Bahia-de-Chetumal-20210402-0229.html>

Lara-Pulido, J. A., Guevara-Sanginés, A., & Arias Martelo, C. [2018]. A meta-analysis of economic valuation of ecosystem services in Mexico. *Ecosystem Services*, 31, 126–141. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.02.018>

Lavalle Torres, C. [2010]. Paridad es la meta. Mujeres en los Ayuntamientos de Quintana Roo 1975-2010. Instituto Quintanarroense de la Mujer. <https://qroo.gob.mx/sites/default/files/unisitio2021/03/12ParidadMeta-MujeresAyuntamientosQRoo.pdf>

Lizárraga, H. [2009] Presentación. En Espinoza, J., Alezander, G. y Abuid, H. [ed.] El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe (i-ii). El Colegio de la Frontera Sur.

López-Ramos, E. [1975]. Geological Summary of the Yucatan Peninsula. En: Nairn, A.E.M., Stehli, F.G. [Eds.], *The Gulf of Mexico and the Caribbean*. Springer US, pp. 257–282.

M

MA. [2005]. Millennium ecosystem assessment. *Ecosystems and human well being*. In *ZooKeys* [Vol. 2017, Issue 715]. Island Press.

Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., García-Llorente, M., & Montes, C. [2014]. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. *Ecological Indicators*, 37(PART A), 220–228. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2013.03.003>

Mayo, R. I. R. [2012]. Chetumal: problemática urbana en una ciudad media en la costa sur del Caribe mexicano. *Perspectiva Geográfica*, 147-168.

Medina-Elizalde, M., Gold-Bouchot, G., & Ceja-Moreno, V. [2002]. Lead contamination in the Mexican Caribbean recorded by the coral *Montastraea annularis* (Ellis and Solander). *Marine Pollution Bulletin*, 44(5), 421-423.

Medina-Quej, Alejandro & Arce-Ibarra, Ana & Herrera-Pavón, Roberto & Caballero-Pinzón, Pablo & Ortiz-León, H. J. y Rosas, Carmen [2009]. Pesquerías: sector social, recurso base y manejo. En J. Espinoza-Ávalos, G. A. Islebe y H. A. Hernández-Arana [Eds.], *El sistema ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe* (pp. 184-195). El Colegio de la Frontera Sur.

Medio Ambiente de Castilla y León [s.f.]. Presión urbana en el territorio. Junta de Castilla y León. <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/planificacion-indicadores-cartografia/presion-urbana-territorio.html>

Monroy, R. R., Correa, G. R., & Poot, H. D. S. S. [2019]. ACCIONES URBANAS PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS POR FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EN CHETUMAL.

Munang, R., Thiaw, I., Alverson, K., Liu, J., y Han, Z. [2013]. The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.02.002>

Murillo Pantí, A., Barrera Rojas, M. A., y Campos Cámara, B. L. [2020]. Percepción del espacio público: Pérdida de atractivo en el Corredor Urbano Comercial Avenida de los Héroes de Chetumal, Quintana Roo, México. *Revista de Urbanismo*, 43, 79-95. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.57299>

Mussa, Y. [2019, May 21]. Laguna de Bacalar está perdiendo sus siete colores a causa de la contaminación <https://www.nytimes.com/es/2019/05/21/Espanol/America-Latina/Laguna-Bacalar-Contaminacion.Html>. <https://www.nytimes.com/es/2019/05/21/espanol/america-latina/laguna-bacalar-contaminacion.html>

N

Neri-Flores, I., Moreno-Casasola, P., Peralta-Peláez, L. A., y Monroy, R. [2019]. Groundwater and River Flooding: The Importance of Wetlands in Coastal Zones. *Journal of Coastal Research*, 92(SI), 44–54. <https://doi.org/10.2112/SI92-006.1>

New York Times. [2019]. Es un desastre ecológico: la crisis del sargazo en mexico. <https://www.nytimes.com/es/2019/08/16/espanol/america-latina/sargazo-playas-mexico.html>

O

ONU-HABITAT [2018]. Índice de las Ciudades Prósperas. Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. ONU-HABITAT, INFONAVIT. https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/cpi/2018/03008_Los_Cabos.pdf

Oppenheimer, M., Glavovic, B., Hinkel, J., van der Wal, R., Magnan, A., Abd-Elgawad, A., Rongshu, C., Cifuentes-Jara, M., Gosh, T., Hay, J., DeConto, M., Marzeion, B., Meyssignac, B., Sebesvari, Z., Smit, A.J., Dangendorf, S. y Frederikse, T. [2019]. Sea Level Rise and Implications for Low Lying Islands, Coasts and Communities en IPCC, IPCC Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate. https://www.researchgate.net/publication/336134630_Sea_Level_Rise_and_Implications_for_Low_Lying_Islands_Coasts_and_Communities

P

Pan, H., Page, J., Cong, C., Barthel, S., & Kalantari, Z. [2021]. How ecosystem services drive urban growth: Integrating nature-based solutions. *Anthropocene*, 35, 100297. <https://doi.org/10.1016/J.ANCENE.2021.100297>

Pedrozo Acuña, A. [2012]. Impactos del incremento en el nivel medio del mar en la zona costera del Estado de Quintana Roo, México. Banco Mundial. Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, Banco Mundial. http://www.ccpy.gob.mx/archivos/documentos-agendas/tmp_201611144034.pdf

Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo [15 de marzo de 2005] Decreto por el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar, Quintana Roo [Archivo PDF] http://bitacora-ambiental.semaqroo.gob.mx/images/decretos/decreto_poet_bacalar.pdf

PIG00 [2021], Programa de indicadores de gestión de organismos operadores. <http://www.pigoo.gob.mx/Indicadores>

Por Esto [2021], Continúa pesca en la Laguna de Chetumal, pese a advertencia de contaminación. <https://www.porestonet.com/quintana-roo/2021/5/16/continua-pesca-en-laguna-de-chetumal-pese-advertencia-de-contaminacion-253361.html>. link visitado 12/08/2021

Por Esto [2021-1], Estación del Tren Maya amenaza recursos naturales y culturales de Bacalar. <https://www.porestonet.com/quintana-roo/2021/2/23/estacion-del-tren-maya-amenaza-recursos-naturales-culturales-de-bacalar-239761.html>

Porthin, M., Rosqvist, T., Perrels, A. et al. Multi-criteria decision analysis in adaptation decision-making: a flood case study in Finland. *Reg Environ Change* 13, 1171–1180 [2013]

Pozo, C., Armijo Canto, N., y Calmé, S. [Eds.]. [2011]. Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. CONABIO. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/6607.pdf>

Puc, Aguilar A. G., Navarrete, Canto. M. N., Azamar, R. E. V., & Rivero, R. M. [2019]. Diagnóstico del déficit de infraestructura urbana y viabilidad económica para resarcir la demanda en Bacalar. *Avacient*. Año 4. Num 2, Vol. VII. ISSN 2594-018X. <http://chetumal.tecnm.mx/images/2019/12DICIEMBRE/AVACIENT/2/19.pdf>

Q

Quintana Roo hoy [2019] <https://quintanarooohoy.com/chetumal/playas-artificiales-para-chetumal/>

R

Rastall, M. [2018]. Decision Support Methods for Climate Change Adaptation 6 - Multi Criteria Analysis. Retrieved 10 December 2019, from <https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/legacy-new/knowledge-base/files/742/526a3d410cd11decision-support-methods-for-climate-change-adaptation-6-multi-criteria-analysis-summary-of-methods-and-case-study-examples-from-the-mediation-project.pdf>

Red Sismológica Nacional [2019]. ¿Qué es la licuefacción de suelos?. RSN, Universidad de Costa Rica. <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/571-licuacion-de-suelos-durante-terremotos>

Reef Resilience Network [2021]. Algas. <https://reefresilience.org/es/stressors/invasive-species/algae/>

Registro Agrario Nacional [s.f.]. Procedimiento para la actualización del indicador: número de ejidos registrados con tierras destinadas al parcelamiento. SEDATU, RAN. http://www.ran.gob.mx/ran/indic_bps/7-RAN_proced_act_ind_EjidosRegistradosconTierrasDestinadasalParcelamiento.pdf

Rendis, A.M., Acosta González, G., Hernández-Stefanoni, J.L. y Arias González, J.E. [2016]. Quantifying the reefscape transformation of a coastal Caribbean coral reef during a phase shift and the associated coastal landscape change. *Marine Ecology* 37(3), 697-710. <https://doi.org/10.1111/maec.12334>

RIU-Bacalar [2015]. Reglamento de imagen urbana del Municipio de Bacalar. Anexo. <http://bacalar.gob.mx/Articulo70LGTAIP/I.-%20Marco%20Normativo/ANEXO%20DEL%20REGLAMENTO%20DE%20IMAGEN%20URBANA%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20BACALAR.pdf>

Rojas-Castillo, L. A., Calderón-Maya, J. R., & Oropeza-García, N. A. [2016]. Diagnóstico de la gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la ciudad de Bacalar, Quintana Roo mediante el enfoque del Nuevo Institucionalismo. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 18(1), 75-87.

Rodríguez-Alcalá, A., & Fregoso-Lomas, S. C. [2016]. El Centro Histórico de Bacalar, México. Criterios y lineamientos para un escenario futuro. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 11(19), 121-134.

Romero-Lankao, P., Gurney, K. R., Seto, K. C., Chester, M., Duren, R. M., Hughes, S., ... & Stokes, E. [2014]. A critical knowledge pathway to low-carbon, sustainable futures: Integrated understanding of urbanization, urban areas, and carbon. *Earth's Future* 2, 10 [2014], 515–532. DOI: [hp. dx. doi.org/10.1002/2014EF000258](https://doi.org/10.1002/2014EF000258).

S

Salazar Jimenez, S. R. [2016]. Modelo de gestión integral de actividades turísticas sostenibles en el boulevard Bahía: espacio público costero de Chetumal [Master's thesis, Universidad de Quintana Roo].

Sánchez, et al [2016]. Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(4), 75-96. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000400075&lng=es&tlng=es.

Sanderman, J. [2017]. Global mangrove soil carbon: dataset and spatial maps/ Harvard Dataverse, V4. <https://doi.org/10.7910/DVN/OCYUit> UNF:6:KdgZjEsAGV1VOL82caK6JQ== [fileUNF]

Sarukhan, J et al. [2017]. Capital natural de México. [Archivo PDF] http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Sintesis_CNM_2017.pdf

Secretaría de Desarrollo Social [2010a]. Desarrollo Urbano y Territorial. SEDESOL. http://www.inafed.gob.mx/work/models/inafed/Resource/332/1/images/Desarrollo_Urbano_y_Territorial.pdf

Secretaría de Desarrollo Social [2010b]. Catálogo de localidades. <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=230040336>

Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sostenible [2021]. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mahahual 2021-2050. SEDETUS. <https://oportunidadesquintanaroo.com/wp-content/uploads/2021/07/PDUUCP-Mahahual-Perio%CC%81dico-Oficial-del-Estado-7-Jul-2021.pdf>

Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sostenible [2016]. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Bacalar, Quintana Roo. SEDETUS <https://drive.google.com/file/d/1FSdLEcWQ3-eOgW3dBAHn1dZGwljAqgFK/view>

Secretaría de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable [2005]. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco. Municipio de Othón P Blanco. Quintana Roo. <http://seduvi.groo.gob.mx/pdus/28PDU%20MUNICIPAL%20DE%20OTHON%20P.%20BLANCO%2022%20DIC%202005.pdf>

Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano [s.f.]. Sistema estatal de información urbana, metropolitana y vivienda. Glosario. Plataforma SEDUyM. <http://plataforma.seduym.edomex.gob.mx/SIGZonasMetropolitanas/IMEVIS/glosariosituem.do>

Secretaría de Marina [2021]. Mahahual Quintana Roo. Datos generales del puerto. <https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioMahahual.pdf>

Secretaría de Marina [2021]. Chetumal, Quintana Roo. Datos generales del Puerto. <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioChetumal.pdf>

Secretaría de Turismo [2019]. Bacalar, Quintana Roo. <https://www.gob.mx/sectur/es/articulos/bacalar-quintana-roo>

Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo [2020]. Diversificación y desarrollo del turismo en el sur del estado. SEDETUR. http://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/COMO_VAMOS_ENERO_NOVIEMBRE_2019.pdf

Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo [2019]. ¿Cómo vamos en turismo en Quintana Roo? [Archivo PDF] http://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/COMO_VAMOS_ENERO_NOVIEMBRE_2019.pdf

SECTUR, ANIDE, ESTUD, CONACYT [2014]. Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos. Sección IV Vulnerabilidad del Destino Turístico Riviera Maya, 5. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249051/SECCION-X.-ZIHUATANEJO.pdf>

Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., ... & Reyer, C. P. [2017]. Forest disturbances under climate change. *Nature climate change*, 7(6), 395-402.

Simbangala, M. S., Cámara, B. L. C., & Rodríguez, J. C. A. [2015]. Transiciones sistemáticas de cobertura de suelo en la Región Costa Maya, Quintana Roo, México, 1993-2010. *Perspectiva Geográfica: Revista del Programa de Estudios de Posgrado en Geografía*, 20(1), 103-132.

Sitas, N., Prozesky, H. E., Esler, K. J., & Reyers, B. [2014]. Opportunities and challenges for mainstreaming ecosystem services in development planning: perspectives from a landscape level. *Landscape Ecology*, 29(8), 1315-1331. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9952-3>

Spalding, M. D., Ruffo, S., Lacambra, C., Meliane, I., Hale, L. Z., Shepard, C. C., & Beck, M. W. [2014]. The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean & Coastal Management*, 90, 50-57. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2013.09.007>

Sosa, F. y Martinez C. [2016] El turismo de cruceros y la transformación del paisaje: Mahahual, México. *El Periplo Sustentable* [31]. <https://www.redalyc.org/journal/1934/193449985002/html/>

T

Think Hazard [2021], <https://thinkhazard.org/es/report/20818-mexico-quintana-roo-othon-p-blanco>. Link visitado el 12/08/2021

Tuz, L. E. [2016]. Grave Contaminación en la sabana de Chetumal. <http://www.periodistasquintanaroo.com/principales/grave-contaminacion-en-la-sabana-de-chetumal/>

U

UNFCCC, (s.f.). MULTICRITERIAANALYSIS(MCA). Retrieved 11 December 2019, from <https://www4.unfccc.int/sites/nwpstaging/Pages/item.aspx?ListItemId=22946&ListUrl=/sites/nwp/Lists/MainDB>

Universidad Veracruzana [2021]. Glosario de términos. Observatorio Urbano Universitario [OUU]. <https://www.uv.mx/ouu/marco-conceptual/glosario-de-terminos/>

Universidad de Quintana Roo [2013]. Agenda de competitividad de los destinos turísticos de México. Estudio de competitividad turística del destino Bacalar. UQROO, SEDETUR. https://issuu.com/hitestudio/docs/acdtur_bacalar/212

Universidad de Quintana Roo [2011]. Atlas de Riesgo de la ciudad de Chetumal, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo 2011. UQROO, SEDESOL. http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_23004_AR_OTHON_P_BLANCO.pdf

V

Van Hooijdonk et al. [2014]: Inicio de condiciones de decoloración severa de los corales 10 veces por década [escenario RCP8,5]. NOAA: coral reef watch. https://coralreefwatch.noaa.gov/climate/projections/downscaled_bleaching_4km/index.php

Van Ierland, E. C., De Bruin, K., Dellink, R. B., & Ruijs, A. [2007]. A qualitative assessment of climate adaptation options and some estimates of adaptation costs.

Vargas, Abel., & María Victoria, J. A. [2016]. PROCESO DE URBANIZACIÓN EN CHETUMAL QUINTANA ROO 1981-2015. UN ANÁLISIS DE SUS EFECTOS SOCIALES Y AMBIENTALES. <http://ru.iiec.unam.mx/3230/1/066-Vargas-Julian.pdf>

Vazquez, J. [15 de junio de 2021]. Confirman arribo de 4 cruceros a puertos de Quintana Roo. El Economista. <https://www.economista.com.mx/estados/Confirman-arribo-de-4-cruceros-a-puertos-de-Quintana-Roo-20210615-0103.html>

Velásquez & Hester, 2013 An Analysis of multi-criteria decision-making methods. International Journal of Operations Research. [Archivo PDF]. http://www.orstw.org.tw/ijor/vol10no2/ijor_vol10_no2_p56_p66.pdf

Verhoeven, J. T. A., Arheimer, B., Yin, C., & Hefting, M. M. [2006]. Regional and global concerns over wetlands and water quality. Trends in Ecology & Evolution, 21(2), 96–103. <https://doi.org/10.1016/J.TREE.2005.11.015>

Verhoeven, J. T. A., y Meuleman, A. F. M. [1999]. Wetlands for wastewater treatment: Opportunities and limitations. Ecological Engineering, 12(1–2), 5–12. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(98\)00050-0](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(98)00050-0)

W

Washington Post [2021], Opinión: El Tren Maya no debe atravesar la Reserva de Calakmul. <https://www.washingtonpost.com/es/post-opinion/2021/06/30/tren-maya-ruta-reserva-calakmul-selva-impacto-ambiental/>

Wilberg, M. J., & Miller, T. J. [2007]. Comment on “Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services”. In Science [New York, N.Y.] [Vol. 316, Issue 5829]. <https://doi.org/10.1126/science.1137946>

REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS

Capas base para todos los mapas. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2020, Google Earth 2021, SNIGF 2021, CONANP 2021, IMT 2020

Mapa regional del Municipio de Boca del Río. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

Mapa de Boca del Río y la Zona Metropolitana de Veracruz. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

Mapa ambiental de la zona metropolitana de Veracruz. Hidrología. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

Mapa ambiental de la zona metropolitana de Veracruz. Zonificación climática. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021

Mapa de uso de suelo y vegetación. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020.

Mapa de Unidades geográficas de planeación y gestión urbana. Fuente: elaboración propia con datos de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial de Veracruz.

Mapa de impacto humano a la biodiversidad terrestre. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2020 y CONABIO 2021.

Mapa de riesgos hidrometeorológicos. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 y CENAPRED 2020.

Mapa de inventario urbano ambiental. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Mapa de forma urbana. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Mapa de red de espacios públicos. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021.

Mapa de ejidos y uso del suelo. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 y RAN 2020.

Mapa de ocupación sociodemográfica del territorio, densidad y marginación. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021, CONAPO 2010 y DENUE 2021.

Mapa de infraestructura y centralidades económicas. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021, IG UNAM 2020 y DENUE 2021.

Mapa de riesgos hidrometeorológicos a escala local. Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2021 y CENAPRED 2020.

Mapa de síntesis de análisis del municipio de Boca del Río. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2021 y CONABIO 2020.

Mapa de áreas de acción de la localidad de Boca del Río. Fuente: elaboración propia con datos de Conabio 2014, INEGI 2020 y INEGI 2021.

Mapa del ámbito sur de Boca del Río. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mapa del Arroyo Moreno. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mapa del ámbito Laguna Real-Olmeca. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mapa del ámbito del Canal de la Zamorana. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mapa del borde costero de Boca del Río. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mapa del área de arrecifes artificiales. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Mapas de acciones prioritarias para el municipio de Boca del Río. Fuente: elaboración propia con base en Google Earth 2021 e INEGI 2021.

Deltares
Enabling Delta Life



ORU

Oficina de
Resiliencia Urbana

