MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPITULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo al artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA): *"Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente".*

El artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental (REIA) establece que:

> *"La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*
>
> *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
> *II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;*
> *III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;*
> *IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;*
> *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*
> *VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*
> *VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
> *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.*

En cumplimiento de las disposiciones anteriormente citadas en este capítulo se presentan los datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental del Proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal".

1.2. PROYECTO

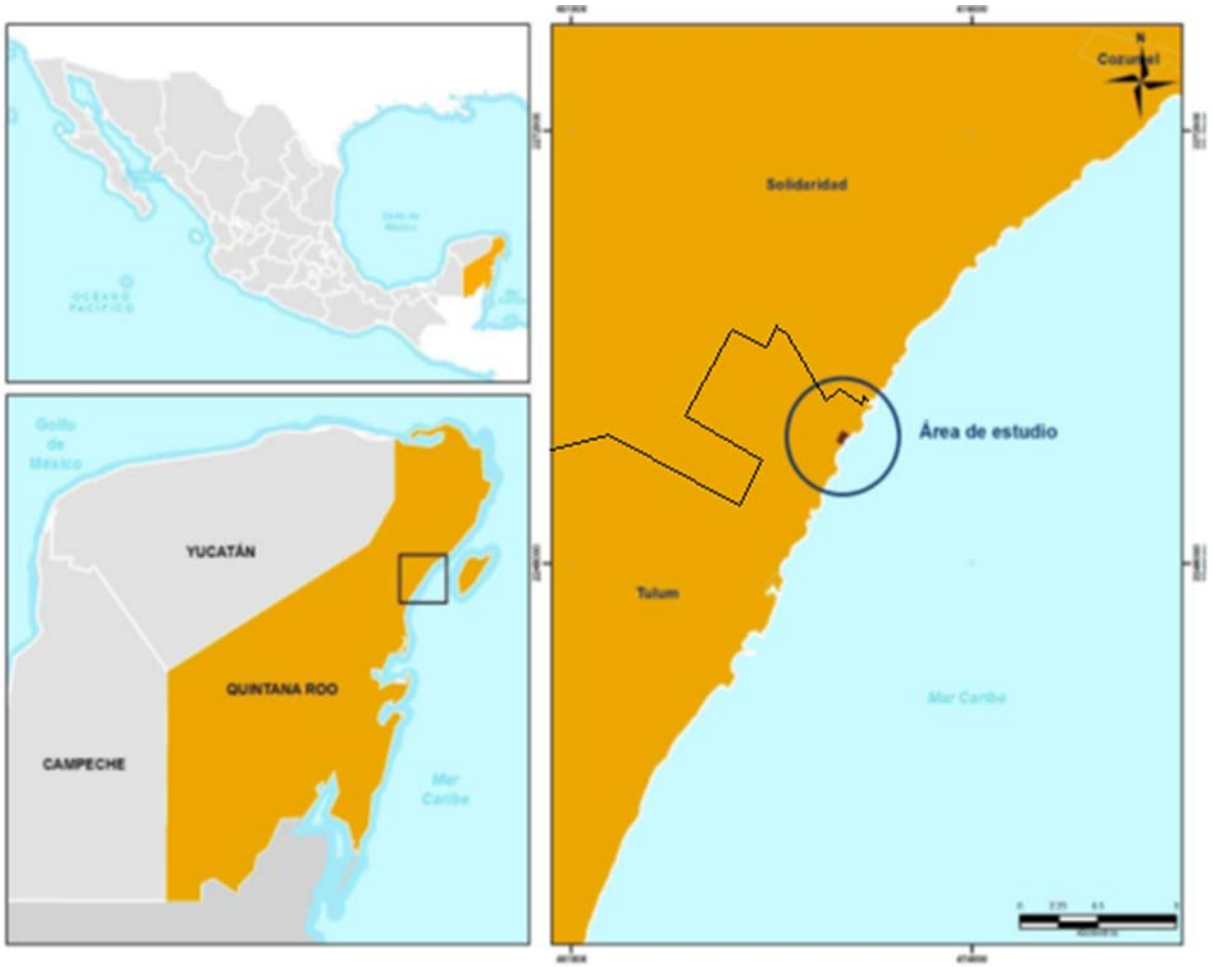
1.2.1. Nombre del Proyecto

REHABILITACIÓN DE LA PLAYA COLINDANTE AL HOTEL SECRETS AKUMAL.

1.2.2. Ubicación del Proyecto

El proyecto se ubica en el Km 104 de la Carretera Federal 307 Cancún-Chetumal, en el Centro de Población de Akumal, en el municipio de Tulum**,** Quintana Roo.

Figura 1. 1. Ubicación del proyecto.



1.2.3. Duración del Proyecto

Más de 50 años.

1.3. PROMOVENTE

1.3.1. Nombre o razón social

El Proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” es promovido por la empresa PARAISO AKUMAL RESORT, S.A. DE C.V.

La documentación legal que se encuentra en el Anexo digital “Documentación legal” en copia simple y en copia certificada para cotejo incluye:

- **Acta Constitutiva de la empresa promovente.**
- **Poder del Representante Legal.**
- **INE del Representante Legal de la Empresa promovente.**
- **Formato E5 y comprobante del pago de derechos.**
- **Carta Bajo Protesta de Decir Verdad.**

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

[redacted]

1.3.3. Nombre del Representante Legal

Héctor Emilio Araujo Gutiérrez

1.3.4. Identificación oficial del representante legal

[redacted].

1.3.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal

Pedregal 24, Piso 14, Lomas - Virreyes, Lomas de Chapultepec, 11000 Ciudad de México, CDMX.

1.4. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.4.1. Nombre o razón social

[redacted]

1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio de impacto ambiental

[redacted]

1.4.4. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental

[redacted]

1.4.5. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental

[redacted]

1.4.6. Dirección del responsable técnico del estudio de impacto ambiental

[redacted]

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 1

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES. 3

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 3
II.1.1. Naturaleza del Proyecto. 4
II.1.2. Justificación. 5
II.1.3. Ubicación física del Proyecto. 6
II.1.4. Inversión requerida. 7
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 7
II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO. 21
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 25
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DEL SITIO. 25
RESIDUOS. 25

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La Riviera Maya es una zona turística de México situada en el Mar Caribe, en el Estado de Quintana Roo. Geográficamente se extiende a lo largo del litoral desde la localidad de Punta Petempich, al norte, hasta la localidad de Punta Allen al sur, unos 150 km de longitud.



En la Rivera Maya hay alrededor de 405 hoteles de clase internacional, 5 estrellas y otras categorías, que ofrecen al menos 43,500 habitaciones. La mayor parte son complejos que operan bajo el sistema todo incluido.

Actualmente, ante la demanda turística continúa se buscan, principalmente, proyectos turísticos que cuenten con infraestructura de alta calidad, que brinden todos los servicios y que al mismo tiempo sean acordes con el aprovechamiento sostenible del medio ambiente y su paisaje.

Las tormentas tropicales y huracanes que han impactado en los últimos años la Península de Yucatán, en especial Gilberto, Wilma e Iván, han causado graves daños y disminución de las formaciones naturales de coral en aguas someras y desplazamientos de los bajos de arena ahí presentes, los cuales además de su gran valor biológico, funcionaban como protecciones naturales de la línea de costa, trayendo en consecuencia una agresiva y constante erosión de las playas, pérdida de arena e invasión de aguas que ponen en riesgo la infraestructura turística, los asentamientos humanos y, en general, construcciones diversas, en las costas del estado de Quintana Roo que, en este caso en particular, han generado la pérdida de playas y daños aparentemente irreversible en el corto plazo de las playas de la bahía de Akumal, particularmente la ubicada en el frente de playa del hotel Secrets Akumal, ubicado en el municipio de Tulum.

La recuperación de playas en sitios en los que se ha detectado un proceso de erosión permanente o crónico ha de atenderse considerando no solo la posición original y la evolución histórica de la línea de costa, sino la presencia de procesos regionales y eventos extraordinarios que han dado lugar a dicho retroceso litoral. Solo así se puede lograr que una playa recuperada adquiera una nueva estabilidad, cuyas dimensiones sean resultado de una combinación de los procesos naturales de mediano y largo plazos presentes en el área costera y del funcionamiento de las intervenciones antrópicas que se ejecuten para mantener la posición de la línea de costa.

De acuerdo con lo anterior, la mitigación de la erosión costera puede ser abordada y alcanzada de diferentes maneras y con diferentes resultados exitosos. La selección, entonces, de una u otra solución puede tener como sustento la funcionalidad, la armonía con el medio natural, los usos de la playa y los factores socioeconómicos de los que dependen la calidad de vida de las comunidades ahí asentadas.

El trabajo que aquí se informa comprende el análisis de las condiciones actuales de la región costera que ocupa la celda litoral en la que queda englobado el Hotel Secrets Akumal Rivera Maya, delimitada físicamente por dos puntas rocosas al norte y sur del predio. La primera aproximación consistió en un análisis, basado en imágenes satelitales, de la evolución de la línea de costa con lo que se obtuvo un primer diagnóstico que orienta y justifica el resto de los trabajos. A fin de alcanzar un nivel de conocimiento profundo respecto de la distribución de la energía que requieren las playas bajo condiciones de régimen medio, tormentas moderadas y eventos extraordinarios se modelaron numéricamente un grupo representativo de condiciones de oleaje. A partir de los campos de oleaje, se determinaron los patrones de corrientes inducidas por dicha oscilación con el objeto de contar con un panorama completo respecto de las características del transporte de sedimentos.

Una vez comprendida la dinámica costera, se propuso una actuación basada en la construcción de dos barreras para el control de la energía del oleaje, capaces de imitar el funcionamiento de una barrera arrecifal. Esto es, además de proteger la playa y apoyar el perfil de playa, provee espacio para la colonización y hábitat de especies marinas.

Finalmente se llevó a cabo un segundo ejercicio de modelación numérica enfocado en evaluar la eficacia de la solución propuesta en términos de reducción de la energía que ataca la playa y disminución de corrientes generadoras de transporte de sedimentos y se verificó que ningún área aledaña sea afectada de manera significativa por la construcción de la barrera arrecifal propuesta.

Motivo por el cual, la propuesta de soluciones al problema de pérdida de playa en el frente costero del Hotel Secrets Akumal Rivera Maya, se llevaron a cabo un conjunto de estudios y trabajos que permitieron cumplir con los objetivos deseables en el quehacer de la ingeniería costera, a saber, diagnosticar el comportamiento reciente de la línea de costa, generar conocimiento enfocado a la comprensión amplia de la dinámica litoral local, proponer acciones de control o mitigación de la erosión y evaluar el desempeño de dicha propuesta.

II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO.

El Proyecto es una estrategia que pretende revertir y mitigar los efectos locales, de un proceso regional de erosión-acreción sobre la línea de costa, que afecta ciertamente al área de influencia del proyecto, en lo general, y al frente del predio del hotel Secrets Akumal, en lo particular. Con su implementación se generarán beneficios ambientales derivados de la rehabilitación del ecosistema de playa. Entre los beneficios ambientales que traerá el proyecto se encuentran garantizar la permanencia de ecosistemas críticos del área de influencia, como es caso de las comunidades de duna y mangle a nivel regional, , así como las de pastos y arrecifes cercanos a la costa con el propósito de mantener y mejorar de los servicios ambientales que estos ecosistemas prestan dentro del SAR.

El proyecto consiste en la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras, las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente.

Se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad alrededor de 1 m. Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal cuyas características se definen en la siguiente sección.

II.1.2. JUSTIFICACIÓN.

La recuperación de playas en sitios en los que se ha detectado un proceso de erosión permanente o crónico ha de atenderse considerando no solo la posición original y la evolución histórica de la línea de costa, sino los procesos regionales y los eventos extraordinarios que han dado lugar a dicho retroceso litoral. Solo así se puede lograr que una playa recuperada adquiera una nueva condición estable cuyas dimensiones son resultado de una combinación de los procesos naturales de mediano y largo plazos, presentes en la zona costera y del funcionamiento de las intervenciones antrópicas que se ejecuten, basados en evidencia científica cual es el caso, para mantener y estabilizar la posición de la línea de costa.

De acuerdo con lo anterior, la mitigación de la erosión costera puede ser abordada y alcanzada de diferentes maneras y con diferentes resultados exitosos. La selección, entonces, de una u otra solución, puede tener como sustento la funcionalidad, la armonía con el medio natural, los usos de la playa y los factores socio-económicos que conjuntamente se reflejan en la calidad de vida de las poblaciones humanas que viven de los recursos naturales y turísticos.

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, corresponde a la franja marino-costera al frente del Proyecto Secrets Akumal, en la región se ha incrementado la magnitud de los procesos de erosión y retroceso en la línea de costa y con ello una mayor incidencia de los impactos naturales provocados por fenómenos hidrometeorológicos actualmente ya con efectos acumulativos y continuos, que generan serias alteraciones en los ecosistemas de duna, manglar, pastos y arrecifes de la región.

La justificación del proyecto se fundamenta en la importancia de la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, para consecuentemente aumentar la capacidad de resiliencia a nivel del SAR.

Para lograr estos objetivos es necesaria la implementación de un proyecto de con gran sustento técnico y científico que contemple la restauración y mantenimiento de los ecosistemas de playa de forma integral que garantice su funcionalidad a través de la protección del ecosistema ante mareas y oleaje extraordinarios por medio de la colocación de los arrecifes artificiales propuestos.

De lo anterior, es posible establecer como objetivos del proyecto los siguientes:

- Recuperar y restablecer la integridad ecosistémica del ambiente de playa, al frente del predio del proyecto, mediante la recuperación y mejoramiento de las funciones del arrecife, en apego a la legislación jurídico-ambiental aplicable.

- Detener el proceso de deterioro de los ecosistemas costeros del frente de playa del predio Secrets Akumal.

- Establecer un modelo de desarrollo costero, mediante aplicaciones tecnológicas en sistemas altamente monitoreados.

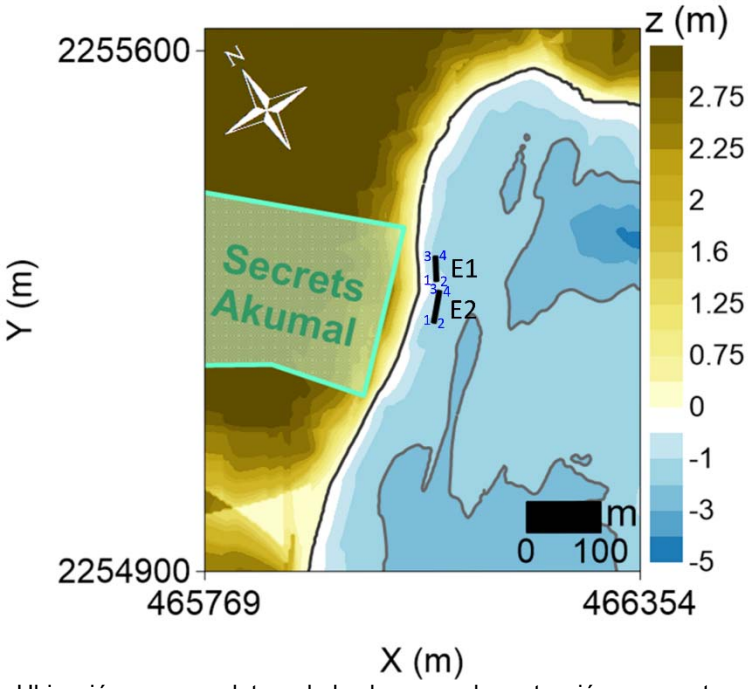
Por consiguiente, se consideró la construcción de 2 arrecifes artificiales, como medida para estabilizar y mejorar las condiciones de la playa de la zona de estudio.

Es importante mencionar, que para la determinación del proyecto se realizaron diversos estudios, para proveer la información técnica necesaria para la restauración del perfil costero, por medio de una solución integral desde el sistema marino, contemplando las medidas necesarias para la protección y mejora del medio ambiente en su interface tierra-mar.

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.

El área de proyecto de Rehabilitación de la playa colindante al Hotel Secrets Akumal, ubicada frente del proyecto denominado **"Secrets Akumal"**, se localiza en la región denominada "**Riviera Maya",** antes Corredor Cancún – Tulum, en la localidad de Akumal, Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los arrecifes artificiales propuestos, mismos que colindarán con el hotel Secrets Akumal".



Ubicación y nomenclatura de las barreras de protección propuestas.

En la tabla siguiente se muestran las coordenadas que corresponden a los vértices de los polígonos correspondientes a cada barrera.

Coordenadas de los polígonos de cada barrera.

Coordenadas UTM Arrecifes Artificiales	
Barrera **E1**	
X	**Y**
467105.09	2255166.34
467117.95	2255159.84
467138.86	2255195.18
467126.12	2255201.31
Barrera E2	
467072.64	2255122.10
467083.33	2255113.21
467119.75	2255153.23
467108.45	2255161.05

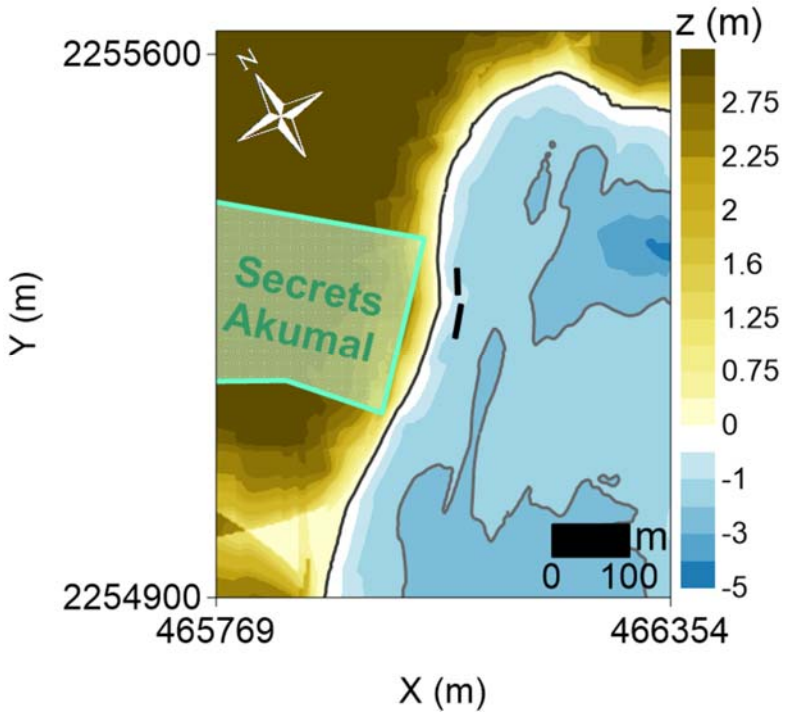
Las coordenadas están dadas en metros y corresponden al sistema de referencia UTM (WGS84) zona 16 Norte.

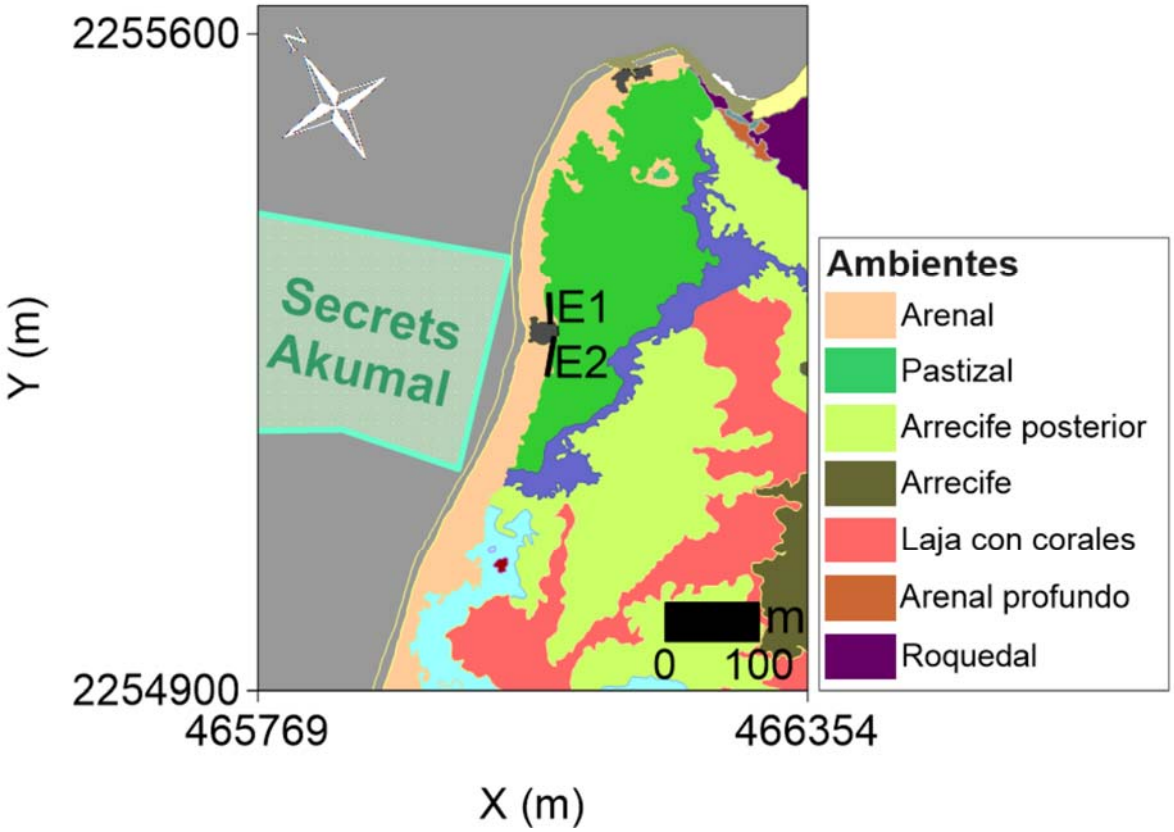
II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA.

El monto de la inversión que se contempla para la ejecución de las obras y actividades, para la rehabilitación de la zona de playa colindante al hotel Secrets Akumal es de alrededor de 27 millones de pesos mexicanos, que incluyen su monitoreo por lo menos de los 10 años siguientes a su puesta en operación.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

Considerando los cambios que se han producido en la playa seca en el periodo de 2005 a 2022 y los resultados de modelado numérico de la energía del oleaje que alcanza la playa en condiciones frecuentes de clima de oleaje, se propone la construcción de dos estructuras /arrecifes artificiales) (E1 y E2 en Fig. 13b) que permitan disipar la energía del oleaje que alcanza la playa, funcionando así como barreras de protección frente a la acción del oleaje, principalmente bajo condiciones de oleaje en calma y tormentas frecuentes. Las estructuras tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m, Fig. 13a). Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal cuyas características se definen en la siguiente sección. De acuerdo con la información proporcionada por el promovente en el mapa de ambientes (Fig. 13b), las estructuras quedarían instaladas sobre el ambiente submarino *Arenal*, sin producir afectación ni remoción de ecosistemas. Se considera que los efectos de construcción de la estructura son puntuales en el lugar de instalación.


z (m)
2.75
2.25
2
1.6
1.25
0.75
0
-1
-3
-5
2255600
2254900
465769
466354
Y (m)
X (m)
Secrets Akumal
m
0 100


2255600
2254900
465769
466354
Y (m)
X (m)
Secrets Akumal
E1
E2
m
0 100
Ambientes
Arenal
Pastizal
Arrecife posterior
Arrecife
Laja con corales
Arenal profundo
Roquedal

Propuesta de materiales y tamaños para la sección transversal de las estructuras.

Las estructuras corresponden a la tipología conocida como diques de baja cota de coronación, esto significa que son obras que resultan recurrentemente rebasadas por el oleaje. Estas obras tienen ya una larga historia y han sido empleadas exitosamente en obras portuarias y de navegación, pero su mayor uso ha sido como barreras para el control de la energía del oleaje y, por tanto, protectoras de la playa, incluso en la propia Riviera Maya.

Entre las principales características de funcionamiento de estas estructuras se cuentan:

• Al colocarse muy cerca de la costa, están expuestas a la acción de oleaje casi perpendicular, lo cual, aunado a que una de sus funciones es que las olas rompan sobre ellas, hace que estén sujetas a condiciones agresivas de oleaje. Esto se traduce en que es recomendable diseñarlas para inicio de avería, es decir, se les debe permitir una dinámica controlada.

• Dado que las olas pueden romper en el talud expuesto, sobre la corona o sobre el talud protegido, toda la estructura debe reconocerse como atacada por el oleaje y, por ende, sujeta a deformación.

• Una práctica saludable es contemplar en el diseño las condiciones de no rotura, rotura sobre la estructura y olas rotas para asegurar su estabilidad y a la vez tener un panorama amplio de su desempeño y efectividad.

• Al estar ubicadas en zonas de baja profundidad, su construcción con taludes convencionales se vuelve complicado y por ello el diseño geométrico puede tener consideraciones específicas.

El diseño del tamaño de las piezas que se requieren para la estabilidad de este tipo de obras sigue la metodología propuesta por Burcharth et al. 2006, cuyas expresiones principales son:

• Diques con un solo tipo de pieza en todos los sectores (taludes, corona y morros); taludes 1:2 y oleaje no limitado por el fondo:

$$\frac{Hs}{\Delta D_{n50}} = 0.06\left(\frac{Rc}{D_{n50}}\right)^2 - 0.23\left(\frac{Rc}{D_{n50}}\right) + 1.36$$

• Diques con oleaje limitado por fondo:

$$D_{n50} \geq 0.29hb$$

• Piezas de la berma de apoyo

$$\frac{Hs}{\Delta D_{n50}} = \left(0.24 \left(\frac{hb}{D_{n50}} \right) + 1.6 \right) N_{od}^{0.15}$$

Donde

Hs altura de ola significante a pie de dique

Dn50 diámetro nominal de las piezas

Rc francobordo

hb profundidad a pie de dique

Nod parámetro de daño (0.5 daño nulo, 1 daño moderado, 2 daño severo)

$$\Delta = \frac{\rho_s}{\rho_w} - 1$$

Considerando ρs=2100 kg/m3 y ρw =1030 kg/m3; *Nod*=0.5 (daño nulo)

Las condiciones de diseño se han tomado de la modelación numérica que se presentó en los apartados previos y se resumen en la Tabla 3. Se considera un solo caso puesto que las barreas están situadas a la misma distancia de la costa.

Tabla 1. Valores para diseño de piezas cúbicas de concreto.

H (m)	Hmax por fondo (m)	hb (m)	Rc (m)
0.7	2.16	2.7	0.0

Tabla 2. Tamaño de las piezas cúbicas de las estructuras.

	Sin límite por fondo	Límite por fondo	Berma de apoyo
Dn50 **(m)**	0.49	**0.78**	--
Peso (ton)	0.247	0.996	--

Para facilitar la fabricación de las piezas se recomienda utilizar cubos de 0.8 m de arista, que corresponden a 1.075 ton de peso para el cuerpo y morro. Dado que la altura de ola y la profundidad a pie de dique son muy reducidas, las expresiones de diseño quedan fuera de su rango de aplicación y ofrecen valores no válidos para la banqueta de apoyo, por lo que se recomienda utilizar piezas con arista igual a la mitad de las del cuerpo, es decir, 0.4 m y cuyo peso es de 134 kg.

El tipo de sección a la que corresponden estos cálculos se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Sección tipo de dique de baja cota de coronación con bermas de apoyo (tomada de Burcharth et al. 2006).

FUNCIONAMIENTO DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES PROPUESTOS.

Los resultados de modelación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerán a la costa las estructuras propuestas en este proyecto, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje generado por la estructura (tonos morados indican una baja altura de ola), para los escenarios de oleaje más frecuentes en calma y de tormenta. Los resultados en la región que ocupa la celda litoral (Fig. 15) permiten comprobar que el efecto de las estructuras es prácticamente local, teniendo influencia local sobre el oleaje en el lugar de instalación, y no afectará a zonas colindantes. En la Fig. 16, se puede observar esta zona de resguardo ofrecida por las estructuras (por ejemplo, en condiciones de calma en Fig. 16a vs Fig. 16b; o Fig. 16c vs Fig. 16d); o en condiciones de tormentas más frecuentes (Fig. 16e vs Fig. 16f; o Fig. 16g vs Fig. 16h). Esta zona de resguardo viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje (por ejemplo, Fig. 17a vs Fig. 17b) y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable.

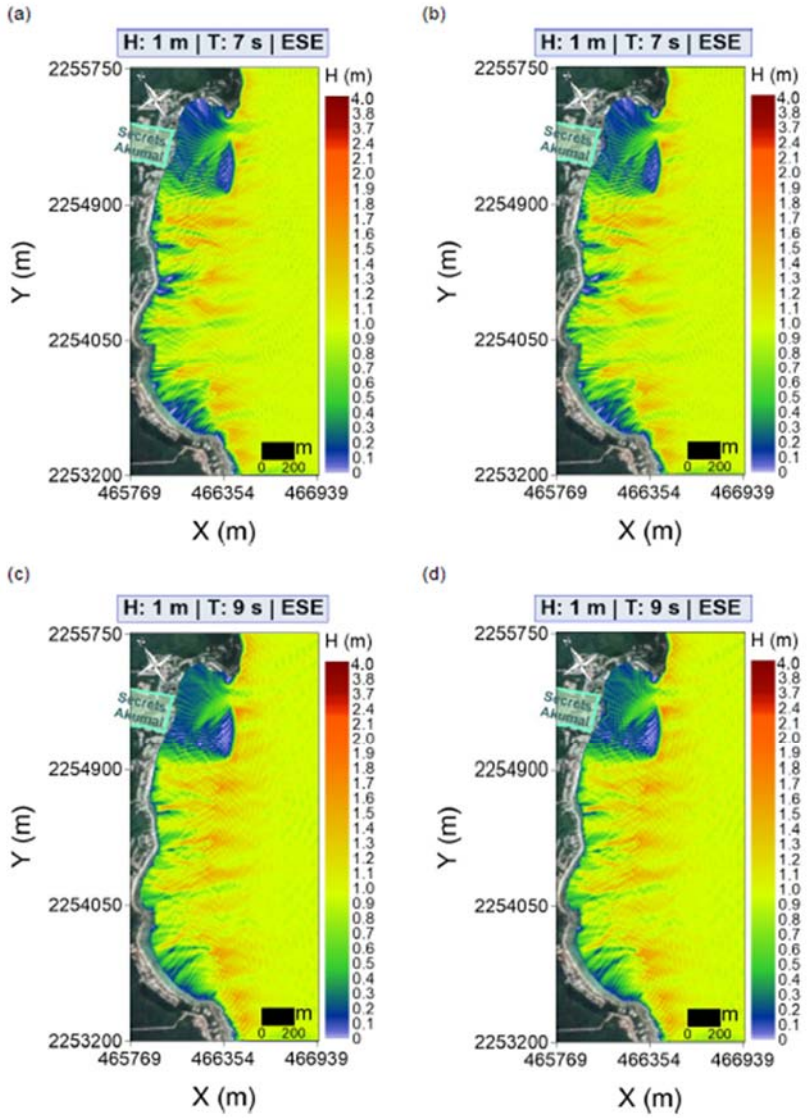
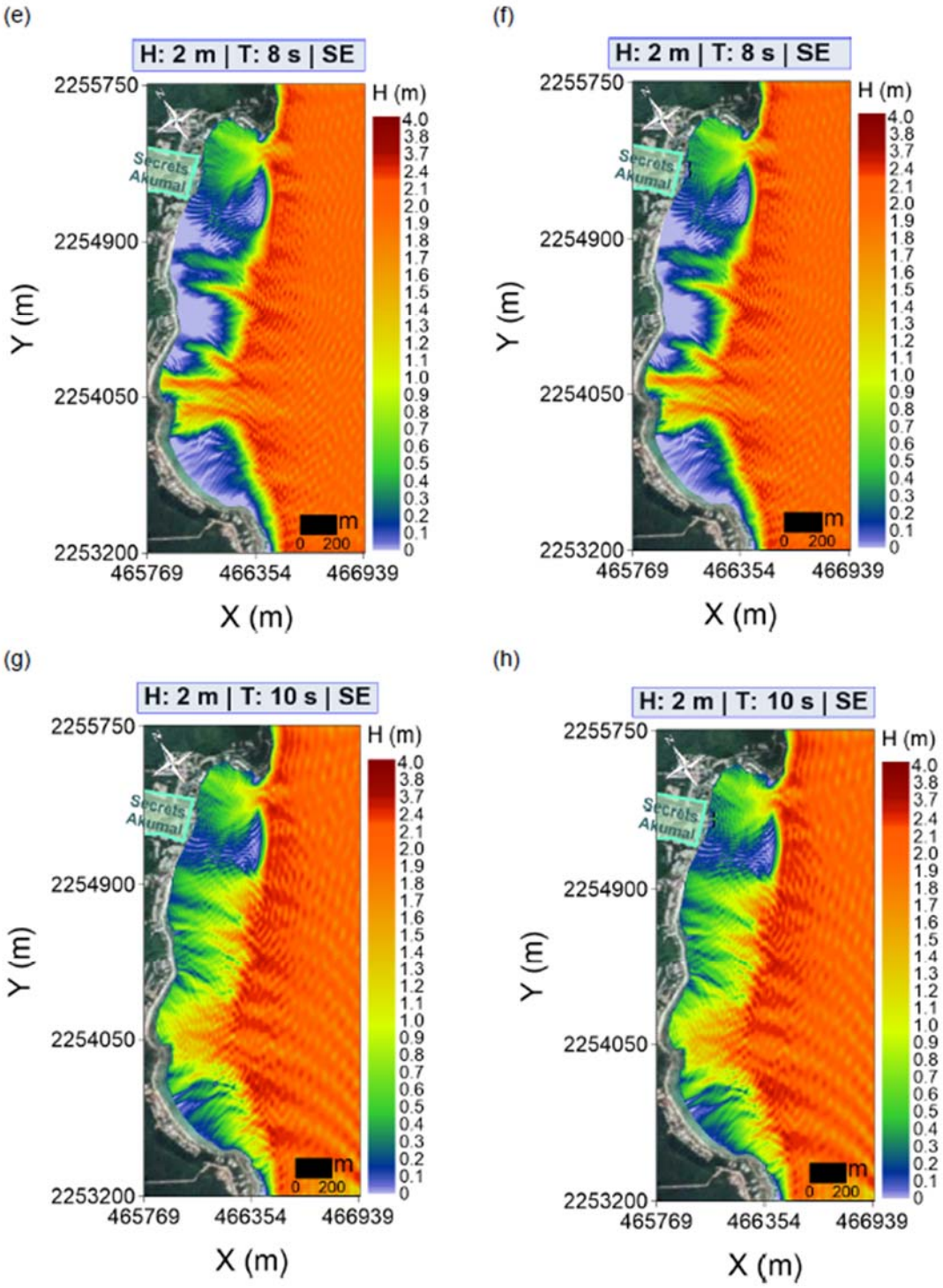


Figura 15. Resultados de propagación de altura de ola, región de celda litoral, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.



Cont. Figura 15. Resultados de propagación de altura de ola, región de celda litoral, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.

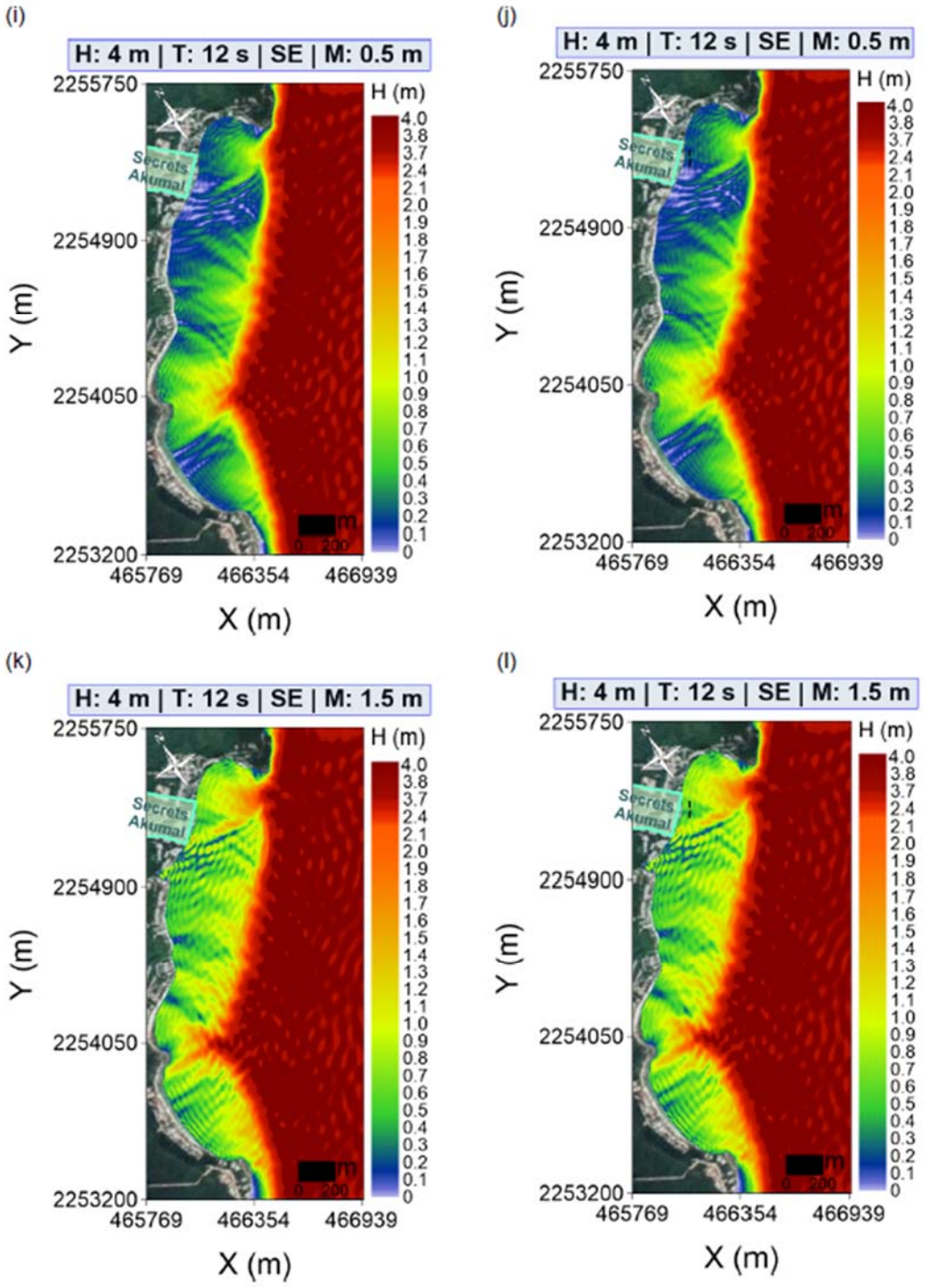


Figura 15. Resultados de propagación de altura de ola, región de celda litoral, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.

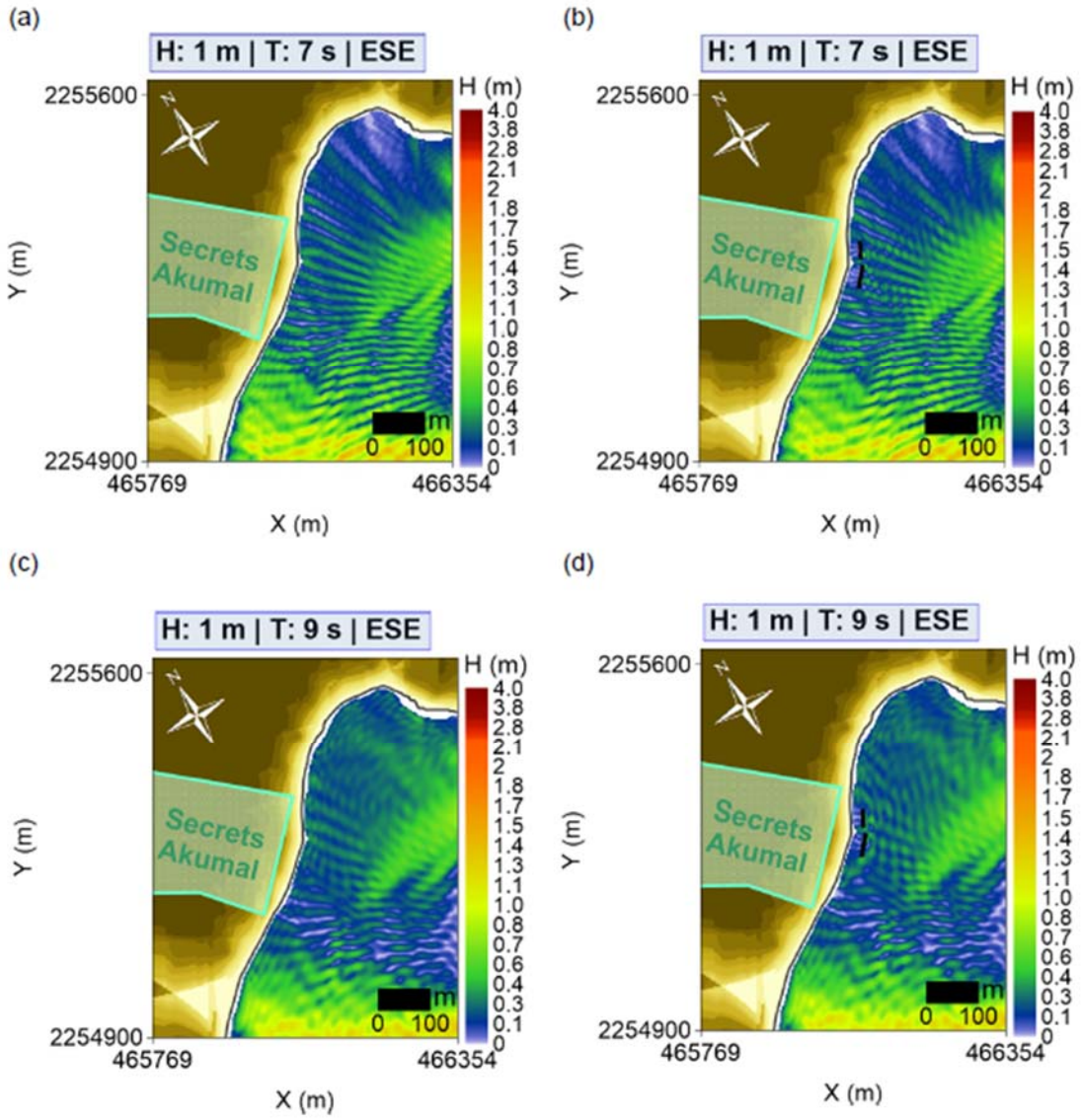
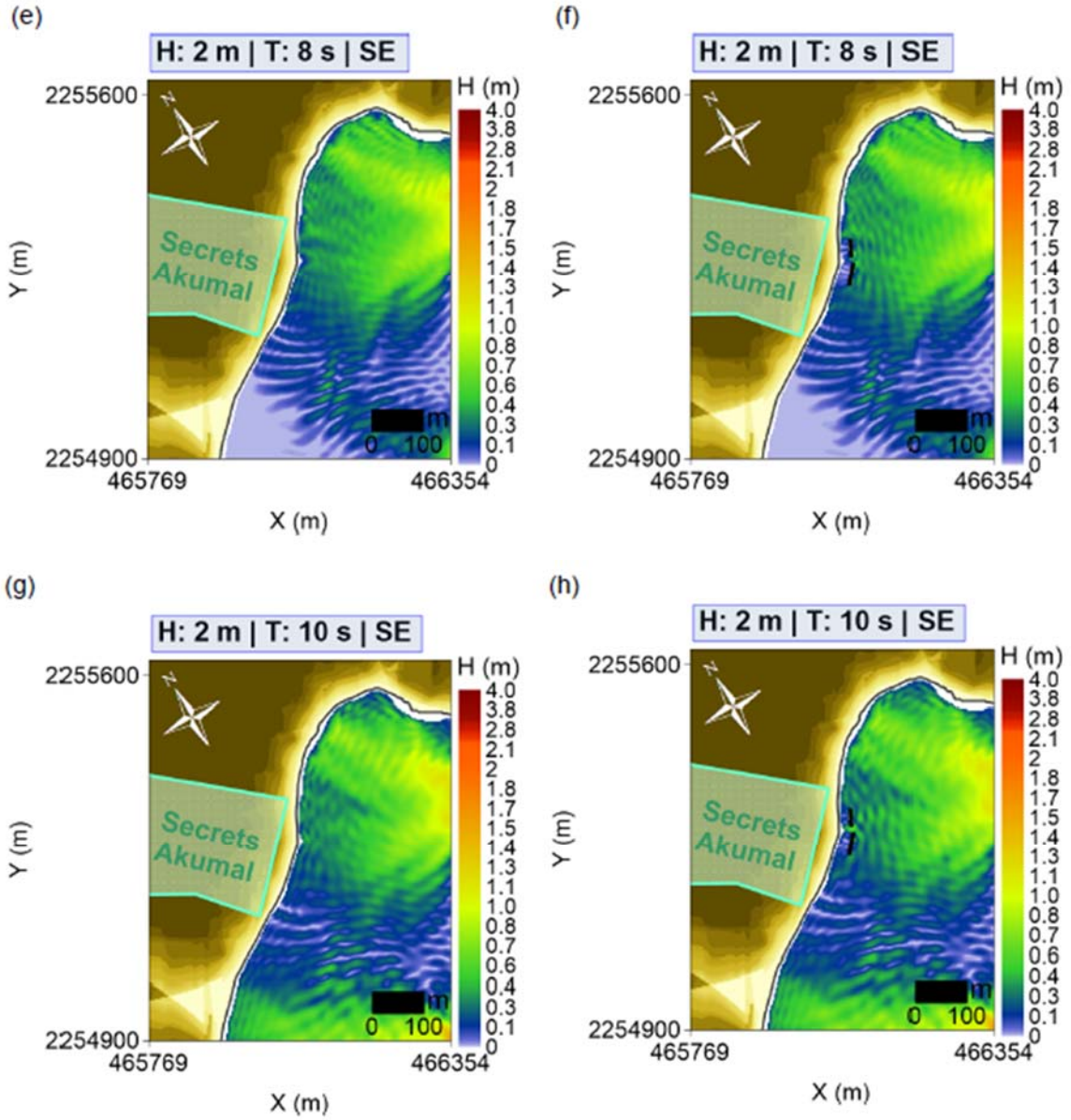
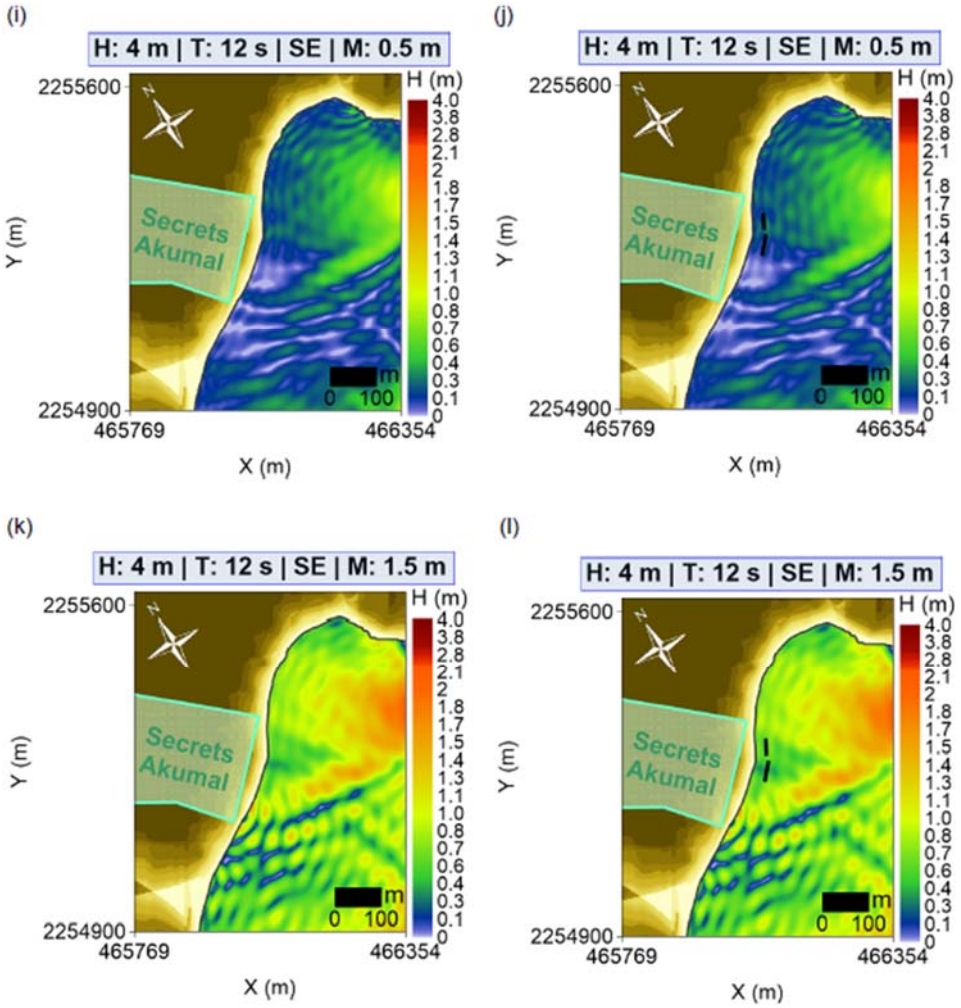


Figura 16. Resultados de propagación de altura de ola, Zona de Proyecto, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.



Cont. Figura 16. Resultados de propagación de altura de ola, Zona de Proyecto, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.



Cont. Figura 16. Resultados de propagación de altura de ola, Zona de Proyecto, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.

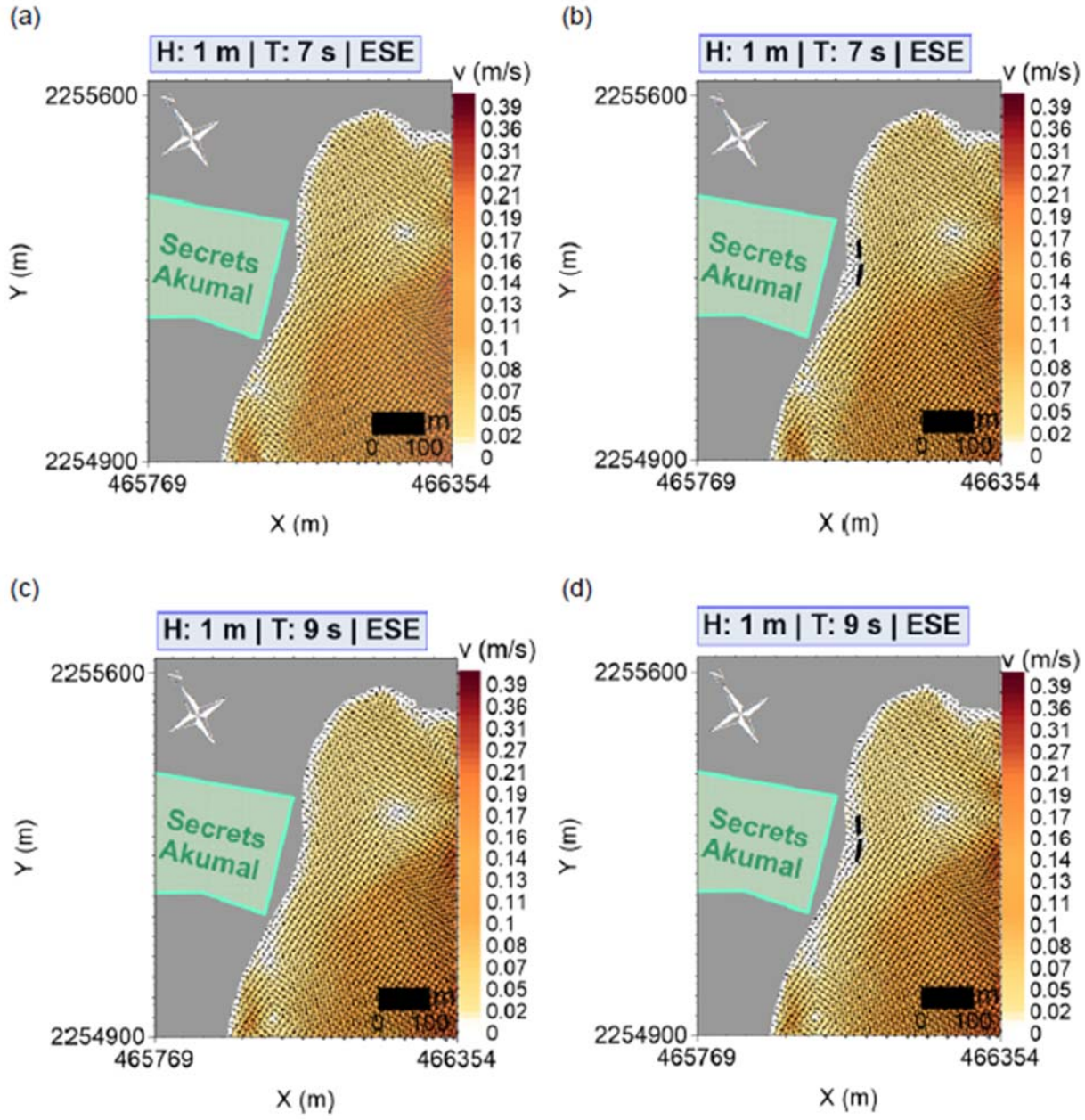
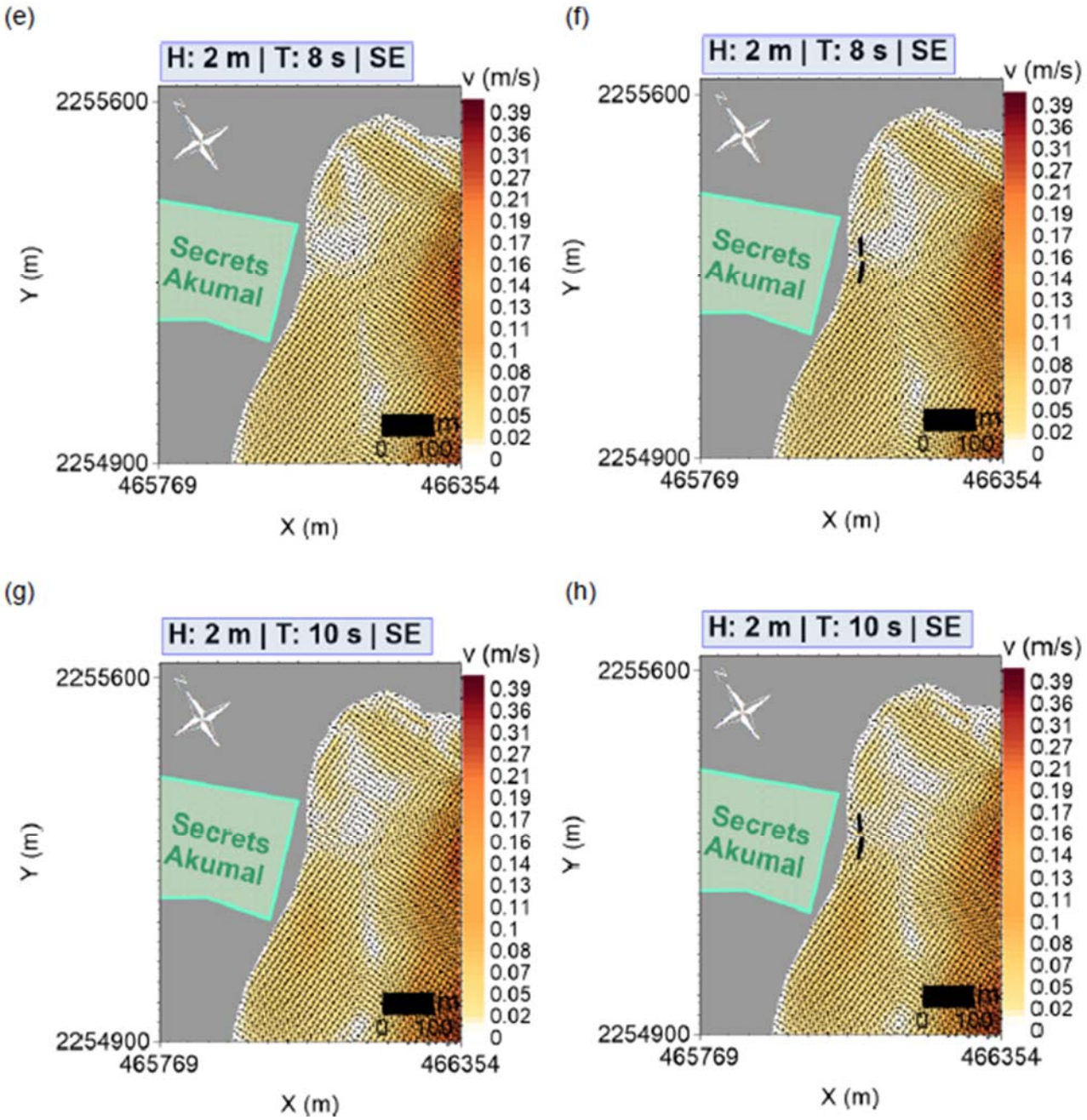


Figura 17. Resultados de velocidades de corrientes de oleaje, Zona de Proyecto, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.



Cont. Figura 17. Resultados de velocidades de corrientes de oleaje, Zona de Proyecto, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.

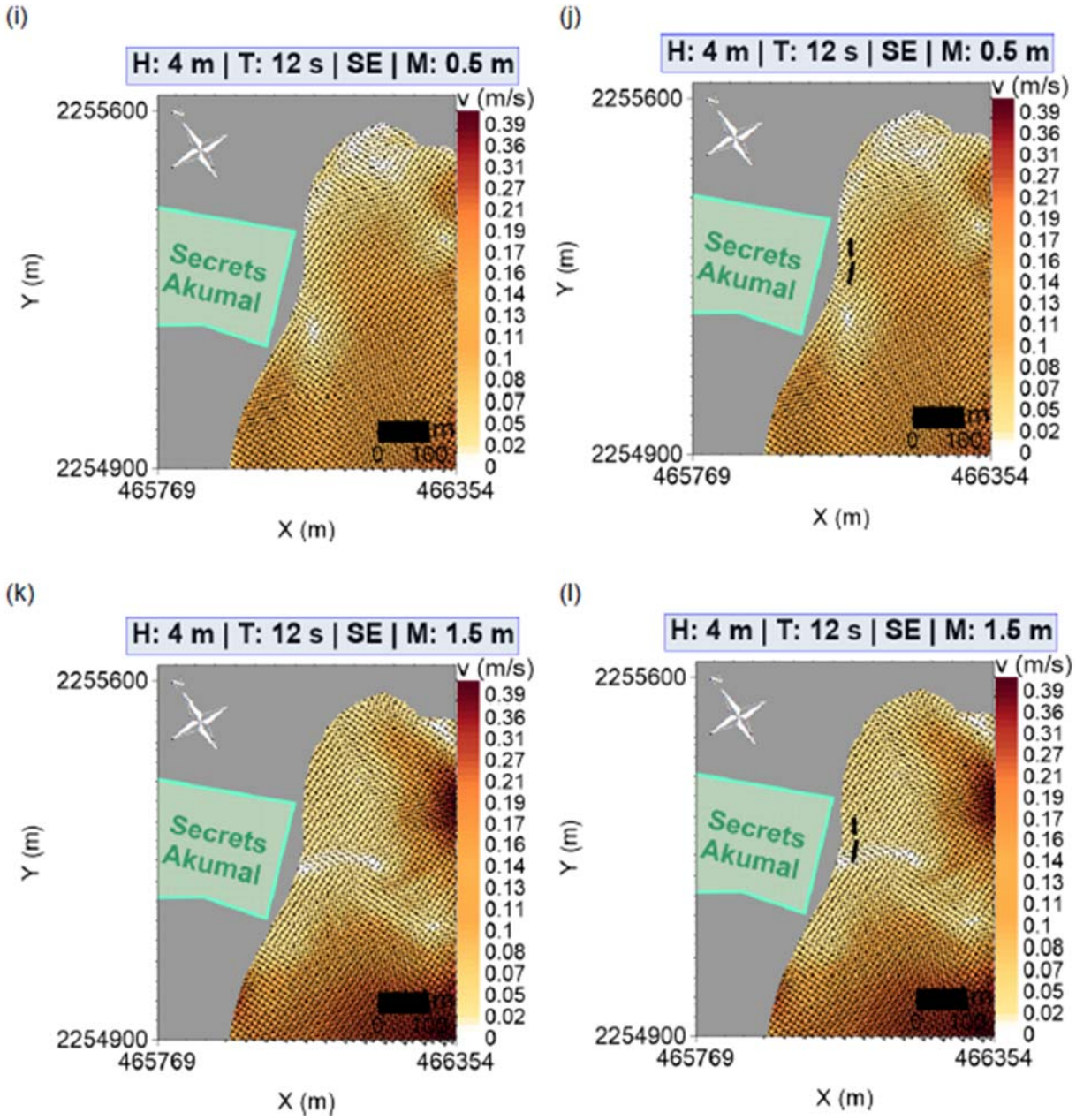


Figura 17. Resultados de velocidades de corrientes de oleaje, Zona de Proyecto, Configuración actual, panel izquierdo vs Configuración de proyecto, panel derecho: (a) y (b) Oleaje en calma, T: 7 s; (c) y (d) Oleaje en calma, T: 9 s; (e) y (f) Oleaje de Tormenta, T: 8 s; (g) y (h) Oleaje de Tormenta, T: 10 s; (i) y (j) Huracán; (k) y (l) Huracán + CC.

Finalmente es importante señalar que el desempeño de las obras de protección es adecuado para cumplir con los objetivos de su diseño. Es deseable, sin embargo, la concepción de un proyecto integral que favorezca la autosostenibilidad del sistema lo que, ecológicamente, garantizará, a la vez, un avance más rápido hacia los resultados esperados. En este sentido se hace necesaria la ejecución de:

- Es altamente necesario llevar a cabo un programa de monitoreo de la playa intervenida.

Este monitoreo, respecto de variables físicas, es un seguimiento bimestral de la topografía y batimetría del frente de Hotel Secrets Akumal y, al menos 500 m a cada uno de sus costados. Esto permitirá evidenciar la evolución de la solución propuesta, detectar impactos no deseados y no identificados y corregir cualquier desviación respecto del comportamiento esperado. Este monitoreo deberá realizarse en caso de eventos hidrometeorológicos extraordinarios, durante las siguientes tres semanas a que este se presentó. En el anexo 1 se presenta el estudio de dinámica costera. En el anexo 2 se presenta el estudio hidrográfico y de batimetría, los cuales fueron realizados por el Instituto de ingeniería de la UNAM y sirvieron para conocer las condiciones actuales de la región costera y con esto proponer las mejores técnicas que garanticen la rehabilitación propuesta.

II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

Para la ejecución del proyecto mejoramiento y estabilización de la zona de playa frente al hotel “Secrets Akumal”, se prevé un tiempo de ejecución de **6 años (24 trimestres)**. Contemplando dicho tiempo ya que sólo se podrán hacer trabajos de octubre a marzo debido a la anidación de tortugas en la zona de interés. La preparación del sitio consistirá en la habilitación de zonas, colocación de mallas anti-dispersión de sedimentos. Durante los meses de mayor arribazón de las tortugas (marzo–septiembre), se tiene contemplado la ejecución de un programa para la rescate y protección de las tortugas marinas que arriban a la zona marina de Akumal. Es interés del promovente que la autorización de operación y mantenimiento se otorgue por 50 años, con objeto de llevar a cabo el mantenimiento regular que evite solicitar constantemente permisos en materia de impacto ambiental para la conservación de la playa, particularmente después de la presencia de fenómenos hidrometeorológicos en la zona.

Cronograma del proyecto para el mejoramiento y estabilización de la zona de playa y zona marina presentada por trimestres.

CONCEPTO	TRIMESTRES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Preparación del sitio																								
Habilitación de áreas de maniobras (Limpieza).																								
Preparación del equipo.																								
Habilitación de zonas a rehabilitar (Rescate de organismos).																								
Habilitación de la zona de aprovechamiento del banco de arena (Reubicación de rocas, limpieza y rescate de organismos).																								
Construcción de estructuras																								
Construcción de los arrecifes artificiales																								
Disposición de Residuos																								
Desmantelamiento de estructuras y área de maniobras y acabados.																								

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE ARRECIFES ARTIFICIALES

Consiste en colocar estructuras masivas a una distancia determinada de la costa que ayuden a disipar la energía del oleaje y eviten que la arena en la playa sea arrastrada al mar con la fuerza de la resaca (entiéndase la corriente que retorna). La propuesta busca reproducir el efecto de las estructuras naturales de protección, las más conocidas son los arrecifes de coral.

PRELIMINARES

Como primer paso se debe llevar a cabo la gestión de permisos y licencias que requieran de autorización de la manifestación de impacto ambiental. Una vez vigentes los permisos se iniciará el proceso de fabricación de los elementos prefabricados.

Instalación de obras provisionales

Antes de iniciar cualquier actividad se deben instalar sanitarios portátiles y colocar contenedores para los residuos debidamente identificados (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, peligrosos o de manejo especial). Para el abastecimiento de agua potable, drenaje, telecomunicaciones, luz y recolección de residuos se recomienda hacer uso de las instalaciones del desarrollo turístico.

Prospección del área marina

En las áreas marinas delimitadas y consideradas para la ubicación del Proyecto (zona de construcción de barreras de protección) un equipo de especialistas en manejo de fauna marina debe realizar una prospección con la finalidad de rescatar especies bentónicas y/o de poca movilidad para trasladarlos a un área ecológicamente similar y cercana dentro del Sistema Ambiental Regional.

Preparación de caminos de acceso, patio de maniobras y zona de embarque

Se debe preparar un área para recibir y almacenar los elementos prefabricados que debe tener fácil acceso desde la carretera federal hasta la costa. El transporte de las piezas se debe hacer mediante camionetas, camiones de cama plana de 5 toneladas o mayor según corresponda. Se requieren, al menos, dos grúas con orugas de 20 toneladas o mayor y herramienta para el transporte y manipulación de elementos de concreto.

La zona de embarque debe ser preparada para facilitar el tránsito de la maquinaria hasta donde se encuentre anclada la plataforma, a una profundidad segura que será aproximadamente de 1 m, para evitar que la plataforma se quede varada con el peso de los elementos.

Preparación de la maquinaria

Se deberá preparar en el patio de maniobras, la maquinaria necesaria para los trabajos, tales como grúas de 20 toneladas o más con orugas, excavadora CAT 320 y camiones de cama plana. Para las maniobras en el agua, se usarán 2 chalanes (plataforma) de hasta 100 toneladas, dos embarcaciones de apoyo, uno especial para remolcar las barcazas cargadas y para el dragado, un tractor CAT D6 para el acomodo de arena, generadores de corriente de 400 V para suministrar energía a la herramienta menor, la bomba sumergible e iluminación (de ser necesaria). Los equipos deberán contar con su equipo y herramienta antiderrames con el fin de estar preparados en caso de presentarse algún derrame de hidrocarburos.

Transporte de elementos prefabricados y estructuras para los hábitats artificiales

Los elementos prefabricados y estructuras para los hábitats artificiales deben ser transportados desde el sitio de fabricación (puede ser dentro o fuera de la propiedad según disponibilidad de espacio) hasta el patio de maniobras, mediante camiones de plataforma o camionetas, según el tipo de camino y facilidad de acceso. Es importante mencionar, que cada elemento debe ser lavado previamente con agua para retirar residuos producto de su fabricación, el agua usada puede ser dispuesta en el drenaje.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Trazo de los ejes de los rompeolas y zonas de anclaje

Usando GPS de alta precisión, una embarcación y equipo de buceo autónomo, se colocan lastres o muertos, en los vértices y eje de desplante de las estructuras. En ellos se fijan boyas pequeñas para su señalización, posteriormente un buzo ata un cabo en cada vértice, para delimitar el eje exacto de desplante. Los muertos se pueden hacer con bloques de concreto que son llevados en una embarcación de bajo calado.

Se define la zona de anclaje, que es el área en donde están ubicados los lastres de los cuales será anclado el chalán, y permanece fijo durante las maniobras de colocación. Esta zona es importante que esté delimitada debido a que los muertos utilizados deben que ser removidos al terminar los trabajos de construcción de los rompeolas.

Colocación de cortinas antidispersión

Para evitar cualquier incidente de dispersión de sedimentos en suspensión, a partir de este momento se deben colocar cortinas antidispersión.

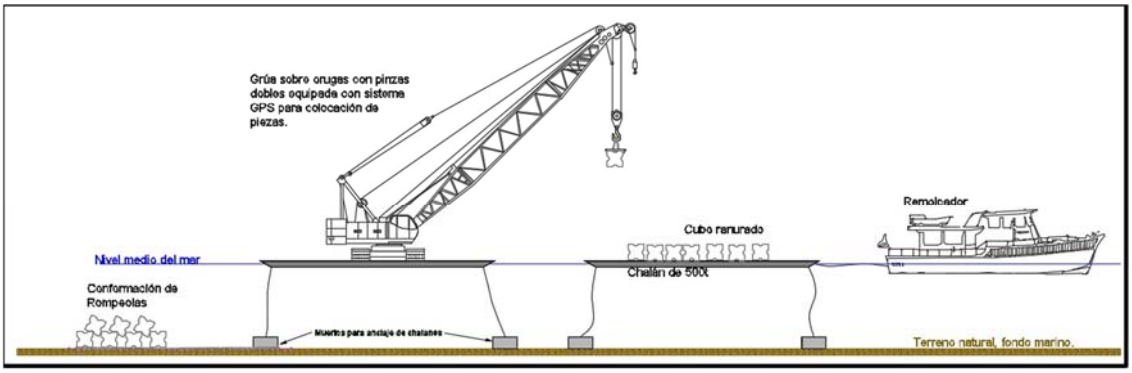
Colocación de tapete antisocavación

Se deben extender tapetes antisocavación tipo Pavitex o similar con asas de amarre, con su respectivo tubo de lastre costurado, el cual se llena de arena mediante el uso de bombas sumergibles hasta el grosor de diseño.

Construcción de las barreras

La colocación de las piezas para conformación de las estructuras se hace directamente sobre el tapete antisocavación. La grúa de orugas carga una a una cada pieza sobre el chalan. Los chalanes deben tener flotabilidad y estabilidad necesarias para cargar varias toneladas y hundirse solo unos cuantos centímetros. El chalán es remolcado hasta la zona de anclaje con ayuda de una embarcación, donde ya debe estar lista la otra grúa, montada sobre otro chalán anclado al fondo de manera que no se tangan complicaciones con el movimiento del oleaje. Con la misma dinámica, la grúa acomoda cada elemento en su posición hasta alcanzar las dimensiones del proyecto, largo, alto, ancho y taludes. Para la conformación de los rompeolas es necesario el acomodo de piezas en camas o capas hasta alcanzar el nivel de corona de proyecto.

El acomodo de las piezas es aleatorio, es decir, no se acomodan cara con cara, sino de forma aleatoria, en desorden ya que esta porosidad formada entre piezas es ideal para disipar la energía del oleaje eficazmente. Por ello la elevación final de las barreras no es homogénea. Una tolerancia recomendable es de +0.4 m, es decir, la elevación máxima puede ser de hasta 40 cm, pero nunca por debajo de la elevación de proyecto.



Señalización marina

Puesto que las estructuras pueden no ser visibles parte del ciclo de marea, es necesario colocar señalización marina permanente a los externos de las barreras.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Aún con el proyecto concluido, la playa seguirá con acceso público permanente; la zona federal marítimo terrestre **se mantendrá limpia,** así como el total de la superficie de playa, concesionada o no**.** Se espera que la playa sea muy estable en condiciones normales e incluso en condiciones de tormenta estacional.

DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DEL SITIO.

El diseño y ejecución del proyecto **NO** contempla su abandono, por el contrario, se prevé el mantenimiento en buen estado de la zona de la zona de playa y de las estructuras instaladas, para continuar su **operación durante los próximos 50 años**. Una vez que el proyecto se encuentre fuera de operación se deberá dar presentar ante la SEMARNAT, todos los documentos que avalen que el sitio por abandonar se encuentra libre de contaminantes o en su caso haber sido restaurado, de acuerdo con los parámetros de remediación y control establecidos por la autoridad correspondiente.

RESIDUOS.

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Residuos Sólidos. Durante todas las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará en la zona de trabajo con **contenedores móviles** debidamente señalizados con tapa, de tal forma que tanto visitantes como trabajadores puedan depositar la basura, estos contenedores se retirarán al final de la jornada, y ser dispuestos, por alguna empresa autorizada.

Los contenedores estarán debidamente señalizados con el fin de captar de manera separada todos los residuos sólidos generados, y de esta manera fomentar su separación y reciclado. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se desarrollará un **programa de manejo de residuos sólidos.**



Aguas residuales. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción los sanitarios para el personal de la obra, serán provistos mediante baños móviles, tipo SANIRENT, los cuales serán subcontratados en proporción de **1 sanitario** por cada **10 trabajadores.**

Emisiones a la atmósfera. **No** se prevé la generación de partículas sólidas (polvos) en grandes cantidades, ya que los trabajos se realizan de forma húmeda. Los gases provenientes de la combustión interna de motores de los equipos (autos, lancha, maquinaria y equipo de trabajo), que se utilizarán en la fase de etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se controlarán por medio de su revisión periódica y mantenimiento de dichos equipos.

Residuos peligrosos. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generan pequeñas cantidades de residuos peligrosos, como son grasas y aceites líquidos, los cuales se pondrán a disposición de empresas autorizadas en el manejo de estos residuos.

OPERACIÓN DEL PROYECTO.

Residuos Sólidos. La playa concesionada o no, se mantendrá limpia el total de la superficie de playa, los residuos generados durante estas actividades se pondrán a disposición de empresas autorizadas en el manejo de estos residuos.

Mantenimiento del Proyecto.

Residuos Sólidos. Durante todas las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará en la zona de trabajo con contenedores móviles debidamente señalizados con tapa, de tal forma que tanto visitantes como trabajadores puedan depositar la basura, estos contenedores se retirarán al final de la jornada por alguna empresa autorizada.

Los contenedores estarán debidamente señalizados, con el fin de captar de manera separada, todos los residuos sólidos generados y de esta manera fomentar su separación y reciclado. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se desarrollará un programa de manejo de residuos sólidos.

Aguas residuales. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción los sanitarios para el personal de la obra, serán provistos mediante baños móviles, tipo SANIRENT, los cuales serán subcontratados en proporción de **1 sanitario** por cada **10 trabajadores**.

Emisiones a la atmósfera. **No** se prevé la generación de partículas sólidas (polvos) en grandes cantidades, ya que los trabajos se realizan de forma húmeda. Los gases

provenientes de la combustión interna de motores de los equipos (autos, lancha, maquinaria y equipo de trabajo), que se utilizarán en la fase de etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se controlarán por medio de su revisión periódica y mantenimiento de dichos equipos.

Residuos peligrosos. Durante la etapa de mantenimiento se generarán pequeñas cantidades de residuos peligrosos, los cuales se pondrán a disposición de empresas autorizadas en el manejo de estos residuos.

CAPITULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

ÍNDICE

ÍNDICE 2
III.1 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO. 4
III.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 5
III.3 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES 6
Convenio sobre la Diversidad Biológica 6
Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético 8
Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación 9
III.4 LEYES Y REGLAMENTOS 10
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento. 10
Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 12
Ley General de Cambio Climático 19
Reglamento de la Ley General de Cambio Climático 23
Ley General de Vida Silvestre (LGVS) 24
Articulo 60 TER LGVS 25
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 26
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 28
Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas 29
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 31
III.5 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 32
DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano y su Programa de Manejo 33
III.6 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 75
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. 75
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún Tulum (POET-CCT) 96
Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030 123
III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 123

NOM-162-SEMARNAT-2012 124

VINCULACIÓN CON EL RSTO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS, QUE SE HAN CONSIDERADO APLICABLES AL PROYECTO. 140

INDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Vinculación con Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y propuesta de cumplimiento. 10

Tabla III.2 Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y propuesta de cumplimiento. 12

Tabla III.3 Vinculación con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. 30

Tabla III.4 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. 31

Tabla III.5 Vinculación con las especificaciones del Decreto de la Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. 38

Tabla III.1 Vinculación con las especificaciones de la Subzona de Uso Público: Refugio Bahía de Akumal del Área Natural Protegida, Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. 48

Tabla III.2 Estrategias Generales de la UGA 139 del POEMyRGMyMC aplicables al proyecto 77

Tabla III.1 Acciones específicas de la UGA 139 del POEMyRGMyMC aplicables al proyecto. 84

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración III.1 Se muestran la ubicación del proyecto dentro del SAR. 17

Ilustración III.2 Poligonos de las ANP'S cercanas al sitio del proyecto. 33

Ilustración III.3 Polígono azul hace referencia el predio del proyecto. El polígono amarillo corresponden a la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. 33

Ilustración III.4 Se muestra la incidencia del proyecto en la Zonificación "Uso Público" de la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano obtenida de la georreferenciación de las coordenadas en la versión publica del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT en la siguiente liga: https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia. 34

..... 35

Ilustración III.5 Incidencia del proyecto en la Zonificación "Zona de amortiguamiento" de la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. 35

Ilustración III.6 Incidencia del proyecto en la Zonificación "Zona de amortiguamiento" de la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Méxicano y en la Subzona de Uso Público Refugio Akumal Franja Marino Costera. 36

Ilustración III.7 UGA 139 del POEMYRGMYMC. 76

III.1 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.

En el presente capítulo se identifican los instrumentos jurídicos, normativos en materia de impacto ambiental y regulación del uso de suelo; que le son aplicables al presente proyecto, a lo largo del capítulo se analizan de forma sistemática cada uno de ellos con respecto al proyecto que se somete a evaluación, tal y como lo dispone los artículos artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 13 fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Es de resaltar que para el diseño del proyecto se consideró la observancia estricta de la legislación y ordenamientos que regulan el uso de suelo, lo que destaca la disposición y compromiso del promovente al momento del diseño.

En materia ambiental, la regulación normativa a nivel federal y local para la autorización de impacto ambiental para el desarrollo del proyecto comprende diversas legislaciones y ordenamientos ecológicos, así como planes de desarrollo urbano y demás instrumentos legales de política ambiental aplicables o de interés para la región en donde se pretende instrumentar el Proyecto, los cuales se presentan y se analizan en el presente capítulo.

En este contexto de ideas, el marco jurídico que orienta y regula las obras a ejecutar del Proyecto se sustenta en lo establecido en:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).
- Ley General de Cambio Climático (LGCC).
- Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (RLGCC).
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Áreas Naturales Protegidas.
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Akumal 2007
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM´s)

III.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, en ella se dictan las bases que otorgan protección al medio ambiente, a partir de las cuales se construye una política ambiental que permite identificar la viabilidad de un proyecto.

En su artículo 4°, párrafo cuarto, establece a la letra lo siguiente:

"Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley…"

Asimismo, mediante la aplicación de las medidas propuestas, se dará seguimiento a las condiciones ambientales presentes en el sitio del proyecto, con la finalidad de que se mantengan inalteradas en el mediano y largo plazo, así como el llevar a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental (Anexo 3), que tiene como objetivo ejercer vigilancia a la correcta ejecución de las diferentes medidas y acciones propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (MIA-R), mediante el establecimiento de parámetros de seguimiento en los 7 diferentes programas ambientales específicos para asegurar su protección y seguimiento con lo que se estará promoviendo un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de la costa lo cual hace totalmente viable la ejecución del presente proyecto.

Otros artículos aplicables al proyecto son los siguientes:

"Artículo 27.- (…) La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (…) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad."

"73, fracción XXIX-G, establece la facultad del Congreso Federal a expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico con la participación del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias."

En tanto que el artículo 115, en su fracción V, determina la facultad de los Municipios en determinar los usos de suelo:

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;

…

b) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

c) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia en sus jurisdicciones territoriales;

d) …

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;"…

De las disposiciones anteriores se desprende que corresponde al Estado el regular el aprovechamiento de los elementos naturales, así como cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, el proyecto de interés ha observado las disposiciones en materia de ambiental le resultan aplicables para la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental, así como también ha observado el contenido de otros instrumentos de política ambiental y competencia local, emitidos por los diferentes órganos del Gobierno Estatal, como lo son el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum 2001 (POET-CCT) y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007, como instrumentos de planeación de política territorial y ambiental con características homogéneas en un área determinada, cuyo objetivo es regular el Uso de Suelo y su interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos con base en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que lo conforman.

El proyecto se ajusta a las disposiciones que emanen de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se coadyuva con la metas buscadas por el Gobierno Federal en materia de planeación y regulación de actividades, estableciendo con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico.

III.3 CONVENIOS O TRATADOS INTERNACIONALES

Convenio sobre la Diversidad Biológica

En 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, también conocida como la "Cumbre de la Tierra". Dicha reunión generó tres logros significativos en materia de protección ambiental: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), la Convención de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), siendo este último el primer acuerdo mundial enfocado en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, entrando en vigor el 29 de diciembre de 1993, y contando hasta el año 2016 con 196 partes.

El CDB de conformidad con su artículo 1, tiene tres objetivos principales:

- La conservación de la biodiversidad biológica.

- El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica.

- La participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Todo ello mediante un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

El Artículo 3 tiene como principio, que de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.

Para ello, México tiene instrumentadas leyes, reglamentos y normas que permiten el desarrollo armonioso para asegurar que las actividades que se llevan dentro de su territorio prevengan y no perjudiquen el medio ambiente de otros países, cumpliendo con ello el principio del CDB.

El Artículo 6 (Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible) del CDB establece:

“Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

a) Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada; y

b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales”.

Por lo tanto, es una obligación de las partes elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica que sean congruentes con los objetivos del Convenio.

Nuestro país ha cumplido con esta disposición, ya que, a través de la CONABIO, junto con otros sectores sociales, desarrolló la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. Asimismo, el proyecto integrará en su desarrollo las políticas de desarrollo sustentable, incluyendo las metas del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, que incluye las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica.

Asimismo, el artículo 14 del citado Convenio señala que:

“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la

diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos".

De conformidad con lo previsto en el artículo referido, la LGEEPA prevé la Evaluación de Impacto Ambiental como uno de los instrumentos de política ambiental más relevantes en México.

Por ello, se presenta la MIA-R con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, de manera que el proyecto se ajuste a las disposiciones del marco normativo interior como a la exigencia del CDB al someter los impactos generados al correspondiente procedimiento, a fin de que la autoridad ambiental emita la resolución que en derecho corresponda, y en su caso, autorice el proyecto con las condiciones necesarias para la protección de la biodiversidad.

Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético

El Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético se firmó en febrero de 1936 y tiene como propósito el implementar medidas conjuntas que permitan la protección y aprovechamiento racional de las aves migratorias durante el desarrollo de actividades cinegéticas y la obtención de alimento, productos y subproductos para el comercio y la industria.

En este Convenio, "Las Altas Partes Contratantes declaran que es justo y conveniente proteger las aves llamadas migratorias, cualquiera que sea su origen, que en sus viajes habiten temporalmente en los Estados Unidos Mexicanos y en los Estados Unidos de Norteamérica, por medio de procedimientos adecuados, hasta donde las Altas Partes Contratantes determinen, que permiten utilizar dichas aves racionalmente, con fines deportistas, de alimentación, de comercio y de industria, a fin de que sus especies no se extingan" (Artículo I).

En este convenio, las partes se comprometen a (Artículo II):

A. La fijación de vedas, que prohíban en determinada época del año la captura de las aves migratorias y sus nidos y huevos, así como que se pongan en circulación o venta vivas o muertas, sus productos y despojos, excepción hecha de cuando procedan de reservas o criaderos particulares y cuando se utilicen con fines científicos, de propagación y para museos, con la autorización correspondiente.

B. La determinación de zonas de refugio en las que estará prohibida la captura de dichas aves.

C. La limitación a cuatro meses como máximo en cada año el ejercicio de la caza, mediante permiso de las autoridades respectivas en cada caso.

D. El establecimiento de una temporada de veda para patos silvestres del diez de marzo al primero de septiembre, excepto en el Estado de Alaska, Estados Unidos de América, en donde los patos silvestres y sus huevos podrán ser capturados por habitantes indígenas del lugar, siempre que las temporadas y otras reglamentaciones implementando el no-desperdicio en la captura de patos silvestres y sus huevos sean consistentes con los usos habituales y tradicionales de los habitantes indígenas y sean para su propia alimentación y otras necesidades esenciales (Protocolo modificatorio 5 de mayo de 1997).

E. La prohibición de matar aves migratorias insectívoras, con excepción de los casos en que perjudiquen la agricultura y constituyan plagas, así como también cuando procedan de reservas o criaderos; entendiéndose que dichas aves podrán capturarse y utilizarse vivas conforme a las leyes respectivas de cada país contratante.

Así mismo, en su artículo IV, incluyendo su Acuerdo modificatorio en marzo de 1972 se incluyen las familias de las especies migratorias de caza y no caza que se convenían.

De lo anterior, es importante señalar que México, ha implementado medidas como la expedición de la Ley General de Vida Silvestre, la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como una serie de disposiciones en alineación a lo que establece este Convenio, con la finalidad de mantener la diversidad de aves y mamíferos de interés.

Referente al presente convenio podemos señalar que el proyecto se trata de la construcción y operación de un arrecife artificial como propuesta de recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR, por lo que no incluye actividades de cacería de aves, ni llevar a cabo ninguna actividad de interés cinegética, siendo coherente con este convenio, por otra parte, tanto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), como en el Área del proyecto (AP), por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se contraviene con lo estipulado en el citado convenio.

Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (“Convenio de Basilea”) tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo; éste fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991, y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto de ese mismo año; las disposiciones generales fueron adoptadas el 5 de mayo de 1992, fecha de la entrada en vigor de este instrumento. Este instrumento es el más antiguo en materia de residuos peligrosos y sustancias químicas.

De acuerdo con las actividades del proyecto, relacionada con la construcción de arrecife artificial, todos los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto, serán manejados conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia, tal como se manifiesta más adelante en el Programa de Manejo Integral de Residuos cuyo objetivo radica en prevenir y mitigar la contaminación ambiental y degradación del suelo por la acumulación de los residuos que se generen por el desarrollo del proyecto. Asimismo, cabe destacar que no se pretende realizar movimientos transfronterizos de los mismos, por lo que, no hay disposiciones que observar por parte de este tratado internacional.

III.4 LEYES Y REGLAMENTOS

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento.

De acuerdo con las características y ubicación del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” descritas en los capítulos anteriores del presente estudio y en concordancia con el artículo 28, fracciones I, X, IX, XI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en correlación con el artículo 5, incisos A) Fracción III, Q), R) Fracción I y S, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (RIA), se requiere que el proyecto cuente con la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, por tratarse de la construcción y operación de una obras de restitución o recuperación de playas mediante la colocación de un arrecife artificial en un ecosistema costero tal como lo contempla cada uno de los artículos citados y que para mayor claridad a continuación se presenta la vinculación:

Tabla III.1 Vinculación con Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y propuesta de cumplimiento.

Artículo de la LGEEPA	Vinculación
Artículo 28. *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.* *Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades,requerirán previamente la autorización enmateria de impacto ambiental de laSecretaría:* ***I****.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos,carboductos y poliductos;* ***X****.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y*esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales… ***IX.-*** *Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros* Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de: ***XI.-*** *Obras y actividades en áreas naturales protegidas*	La ejecución del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, como tal, encuadra con lo dispuesto por las fracciones I, IX, X y XI del artículo 28 la LGEEPA, puesto que se requiere la evaluación de los impactosambientales derivados de la ejecución deobras y actividades de tipo hidráulico, que se ubica en un ecosistema costero, que implica la recuperación de playas mediante la construcción y operación de un arrecife artificial, asimismo, la obra incide en la áreas natural protegida con la categoría de Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano.

de competencia de la Federación; *El subrayado es propio.*	
Artículo 30. *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*	En cumplimiento de este artículo, se elaboró y se somete al procedimiento deevaluación de impacto ambiental la presente MIA-R, a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, cuyo contenido se apega a lo expresado en el artículo 30 de la misma Ley de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, que indica que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría unamanifestación de impacto ambiental (MIA), en la modalidad que corresponda, para obtener dicha autorización.
Artículo 35. *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, laSecretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.* *Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.* *Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente…*	En el presente capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indican todas las disposiciones aplicables en la materia y tal y como se analiza a lo largo del mismo, no se identificaron instrumentos de política ambiental o normatividad alguna que limite el desarrollo del proyecto. Asimismo, es importante señalar que con relación al tercer párrafo del artículo 35 de la LGEEPA, el presente estudio fue elaborado considerando no sólo la afectación puntual que un proyecto de esta naturaleza pueda tener, sino también se consideraron las implicaciones potenciales a los ecosistemas y sus procesos que los definen, es decir, la evaluación de impacto ambiental llevada a cabo fue desarrollada bajo el enfoque ecosistémico y a nivel regional, principalmente respecto de la celda litoral en que incide el proyecto.

Luego entonces, es que se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental cuyo contenido se apega a lo expresado en el artículo 30 de la misma Ley de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, que indican que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental (MIA), en la modalidad que corresponda, para obtener dicha autorización, tal como a continuación se cita textualmente.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

De conformidad con la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) determinará las obras o actividades sujetas a autorización en materia de impacto ambiental, del cual se presenta a continuación la vinculación:

Tabla III.2 Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y propuesta de cumplimiento.

Artículo del REIA	Vinculación
Artículo 5o.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* ***A) hidráulicas:*** *III. Proyectos de construcción de muelles canales, escolleras, espigones, bordos,dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;* ***Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros****:* *Construcción y* ***operación*** *de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de: (…)* ***R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales:*** *I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y* *II. Cualquier actividad que tenga fines uobjetivos comerciales,….* ***S) Obras en Áreas Naturales Protegidas:*** *Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las*	El proyecto consiste en desarrollar obras hidráulicas para el mejoramiento y rehabilitación de playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal con lo cual requiere de la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m. Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal) que mejorarán y rehabilitarán la línea de costa erosionada en un ecosistema costero, además de que las obras contempladas se encuentran dentro del Área Natural Protegidas, con el carácter de Reserva de la Biosfera, “Caribe Mexicano”. Por lo consiguiente, se trata de un proyectoque contempla un conjunto de obras y actividades que encuadran en los supuestos previstos en los incisos A), Q), R) y S) del artículo 5o. del REIA.

áreas naturales protegidas de competencia de la Federación… **El subrayado es propio.*	
***Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.*	En cumplimiento de esta disposición, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regionalcorrespondiente. El presente documento contiene la información relevante sobre las circunstancias ambientales relacionadas con la realización del proyecto, desarrollada en VIII Capítulos en los que sehace una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
***Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:* *…* ***III.** Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.*	El desarrollo del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", requiere de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional por ser un conjunto de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, la cual corresponde, de conformidad con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio a la región 17.33, Unidad Ambiental Biofísica 62, denominada *"Karst de Yucatán y Quintana Roo"*. Asimismo, por el tipo de obras y actividades que se pretenden se justifica la necesidad de analizar, identificar y evaluar los impactos ambientales acumulativos y residuales en el contexto de un SistemaAmbiental Regional (SAR) cuya importancia radica en la complejidad de los ecosistemas existentes en la zona y particularmente su relación con áreas y procesos ecológicos frágiles.
***Artículo 13.** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:* *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;* *II. Descripción de las obras o actividades y,en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;* ***IV.** Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;*	En el presente estudio se desarrollan ocho capítulos, cada uno de los cuales corresponden a las fracciones delartículo 13 del REIA.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; *VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistemaambiental regional;* *VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y* *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.*	
Artículo 17.- *El promovente deberápresentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:* *I. La manifestación de impacto ambiental;* *II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.*	Mediante el procedimiento administrativo para el ingreso de la presente MIA-R se entrega de manera impresa y digital la información señalada en el presenteartículo.
Artículo 44.- *Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:* *I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;* *II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y* *III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente".*	En el capítulo VI de la presente MIA-R, se proponen medidas orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en los que se emplazará el proyecto, a nivel de la región en que se encuentra inserto el proyecto (celda litoral), es decir a nivel ecosistémico, deforma tal que se cumpla con lo establecido en este artículo.

Cabe señalar que el proyecto en sus obras no incluye actividades catalogadas en las listas de actividades altamente riesgosas, pero si en los supuestos señalados anteriormente del articulo 28 al ser un desarrollo que afecte los ecosistemas costeros; por lo que no queda exceptuada.

Por otro lado, en cumplimiento a estas disposiciones normativas, se presenta la solicitud de evaluación en materia ambiental a través de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional (MIA-R), toda vez que el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", encuadra en los supuestos establecidos por el artículo 11 del REIA, puesto que con el desarrollo del proyecto y dado que existen otros proyectos y desarrollos turísticos en la zona, los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de éste

son de tipo acumulativos, el cual se ha definido por el REIA, en su artículo 3, fracción VII, como sigue:

*"**Artículo 3**.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:*

(…)

***VII**. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;(…)"*

Vista la transcripción anterior y dado que el desarrollo del presente proyecto participará de los impactos ambientales generados en el pasado, así como de aquellos que se generan actualmente por otros proyectos, es motivo por el cual se presentan impactos acumulativos, de tal manera que la modalidad de la manifestación de impacto ambiental que se presenta es la correcta, lo que guarda congruencia con lo dispuesto por el artículo 11, del REIA, fracción IV, cuya literalidad es la siguiente:

*"**Artículo 11**.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la **modalidad regional** cuando se trate de:*

(…)

***IV**. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. (…)"*

De los supuestos contenidos en el artículo anterior, se tiene que, **proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos**; al respecto, en el caso que nos ocupa, la existencia en la zona de hoteles en operación, vías de comunicación, servicios e infraestructura urbana), constituyen funciones que se realizan actualmente en una determinada región definiéndola como el: Espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos, formando un **Sistema Ambiental Regional** (SAR), dando lugar a que la petición de autorización en materia de impacto ambiental, sea a través de una manifestación de impacto ambiental, **en su modalidad Regional**; por lo cual, el proyecto **"Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"** cumple con lo establecido en la fracción IV del artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA.

Aunado a lo anterior, la existencia de otros proyectos en la región en donde se pretende ubicar el proyecto, han generado impactos de tipo acumulativos y residuales de ahí que la modalidad correcta del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" a presentarse para su evaluación lo es la **Modalidad Regional**.

Como lo expuesto en el presente estudio de manifestación de impacto ambiental modalidad Regional propuesta para las obras y actividades del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" sometido a evaluación se desarrollara en un ecosistema costero, cuyo desarrollo propiciará la generación de impactos ambientales de carácter acumulativos, residuales y sinérgicos, ya que en la delimitación del SAR existen proyectos

similares como hoteles, casas particulares, villas ecoturísticas, restaurantes, rehabilitación de playa, entre otros, que han contribuido en el pasado a la fragmentación de los ecosistemas, pero no ha propiciado un desequilibrio ecológico, aunado a que diversos proyectos han sido sometidos al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y que han contribuido en la generación de impactos ambientales, por lo que los impactos que genera el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” corresponde al carácter acumulativo porque se sumara a los efectos negativos que ya ocurrieron en el pasado con la implementación de proyectos de naturaleza similar y sinérgico por aquellos efectos negativos con presencia simultánea de incidencia mayor en el ecosistema costero donde se pretende ubicar el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, por lo que se presenta una manifestación de impacto regional, como se ha analizado en la presente MIA, se tomó en consideración dado que la revisión se desprende que en la zona donde se desarrollara el proyecto, se tienen diversos proyectos dentro del SAR en el cual se encuentra inserto, los cuales han presentado sus manifestaciones de impacto ambiental y han sido autorizados, entre los que se destacan los siguientes:

- Rehabilitación y Mejoramiento de las zonas de playa y marina de Punta Jade
- Punta Sur
- Construcción y Operación del Conjunto Punta Norte

De lo descrito anteriormente, se pone en evidencia que el desarrollo y ejecución del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” contribuirá a la generación de impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales a nivel regional, que puede ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, tal y como lo establece por el artículo 11, fracción IV, del REIA.

En la siguiente Ilustración III.1 es posible observar el proceso de crecimiento urbano y turístico que se ha tenido en el SAR en el cual se encuentra inserto el proyecto.

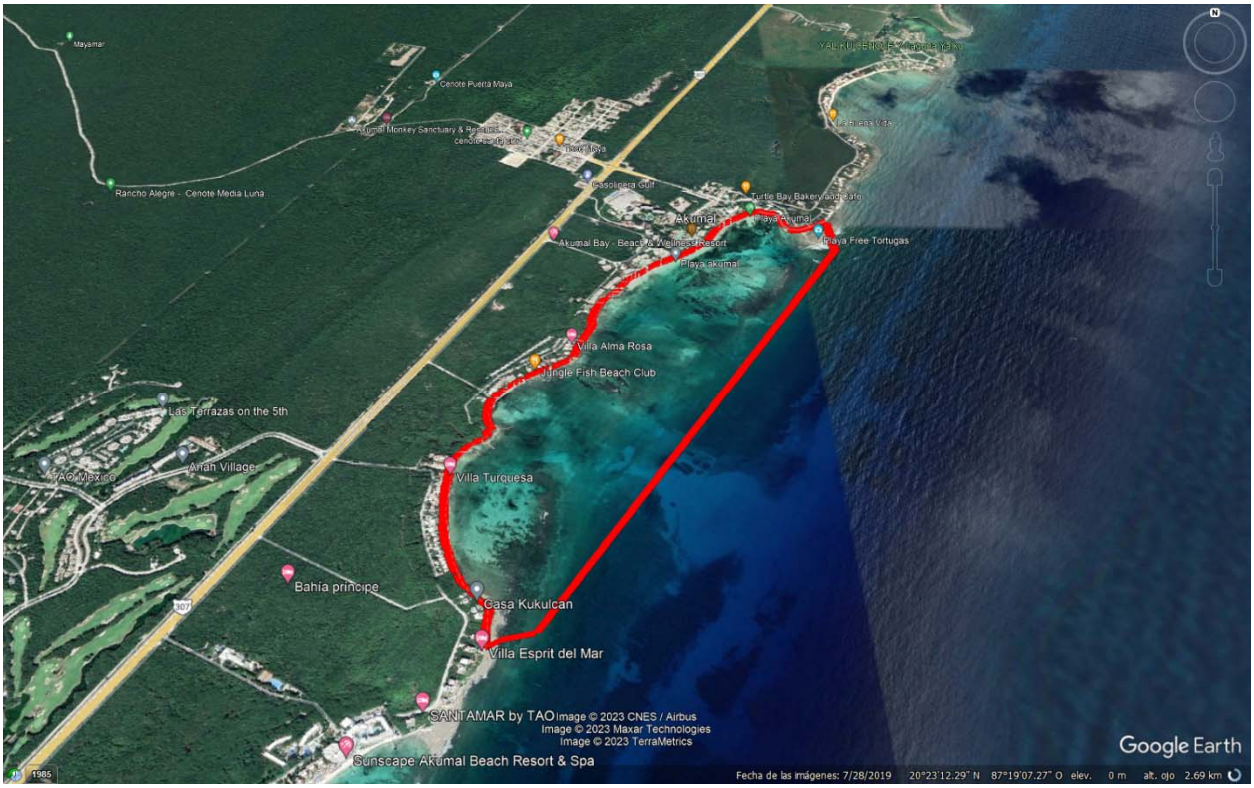


Ilustración III.1 Se muestran la ubicación del proyecto dentro del SAR.

De lo anterior, se destaca la relevancia de mencionar el proceso de crecimiento urbano y turístico que se tiene en el SAR, donde es de resaltar que este crecimiento ha derivado diversos impactos ambientales, entre los que se destacan los siguientes, pérdida de cobertura vegetal, alteración y contaminación del suelo; la contaminación del manto freático por la generación de aguas residuales provenientes de los grandes hoteles, el uso de pesticidas, alteración al confort sonoro; alteración y pérdida del hábitat de la fauna nativa; afectación a la fauna nativa, entre otros.

En consecuencia, el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” se ajusta a lo establecido en los artículos citados de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, por lo que la modalidad de presentación de la manifestación de impactos ambiental, es la Regional, lo cual también se podrá corroborar con el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, dado que con el desarrollo del proyecto se tiene la existencia de otros proyectos en la región, donde los impactos ambientales que se han generado son de tipo acumulativo, residual y sinérgico, tal y como lo establece en el artículo 3, fracción VIII de dicho Reglamento:

***VII**. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;*

***VIII**. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;*

***X**. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.*

Por lo que se puede decir que el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" participará de los impactos ambientales generados en el pasado, así como de aquellos que se generan actualmente por otros proyectos, de ahí que el proyecto pudiera ocasionar consecuentemente la acumulación o en su caso sinergia con los otros proyectos, de ahí que la modalidad de la manifestación de impacto ambiental que se presenta es la correcta, conforme a lo dispuesto por el artículo 11, del REIA, fracción IV.

Así las cosas, se presenta la MIA-R, atendiendo al contenido y alcance del artículo 13 del propio REIA, que señala lo siguiente:

***Artículo 13**.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Aunado a lo anterior, el Artículo 44 del REIA, señala lo siguiente:

***Artículo 44**. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:*

I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Al respecto, en el capítulo IV de la presente MIA-R, se describen las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional, lo cual nos proporciona información técnica de que tan conservadas

o perturbadas se encuentran las zonas en que se desarrollará el proyecto y en la región en que se encuentra inserto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que contempla el proyecto.

Aunado a lo anterior, está el compromiso a evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del presente proyecto.

Para dar cumplimiento a lo señalado en la LGEEPA y su reglamento en materia de impacto ambiental, se presenta para su evaluación y resolución la presente manifestación de Impacto ambiental en su modalidad Regional, con lo que se da cumplimiento al artículo 30 de la LGEEPA y el artículo 9 del REIA.

Ley General de Cambio Climático[1]

En atención a las nuevas políticas públicas en materia de protección al ambiente, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, la Ley General de Cambio Climático y establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos.

La Ley General de Cambio Climático ha creado un marco jurídico que permita promover la reducción de emisiones y la adaptación y mitigación a los impactos derivados del cambio climático. De acuerdo a lo establecido en dicha ley existe un principio denominado Responsabilidad ambiental, mediante el cual obliga a quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a compensar los daños que cause (Artículo 26, fracción VII).

Dentro de los objetivos de la Ley General de Cambio Climático se destacan los siguientes:

[…]

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

[1] Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de junio de 2012, cuya última reforma fue de fecha 13 de julio de 2018.

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

[…]

Asimismo, en esta Ley define lo siguiente:

Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados

*II. **Adaptación**: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.*

*XXVIII. **Mitigación**: Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.*

*XXXVII.**Riesgo**: Probabilidad de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas, originado por un fenómeno natural o antropógeno.*

*XLII. **Vulnerabilidad**: Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.*

Asimismo, atendiendo a uno de los objetivos de la política nacional de adaptación frente al cambio climático es que el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, ha implementado diversas medidas de mitigación, establecidas en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, que pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo, tal y como lo establece los Artículos 26, 27 y 33 de la Ley General de Cambio Climático, mismos que se citan a continuación:

[…]

***Artículo 26**. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:*

I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;

II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;

III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;

IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;

V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;

VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores sociales y privados para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;

VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;

VIII. ***Responsabilidad ambiental****, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;*

IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;

X. Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;

XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;

XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y

XIII. Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias.

Artículo 27*. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:*

I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;

II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;

III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;

IV. Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas;

IV. Establecer mecanismos de atención inmediata y expedita en zonas impactadas por los efectos del cambio climático como parte de los planes y acciones de protección civil, y

V. Facilitar y fomentar la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, ganadera, pesquera, acuícola, la preservación de los ecosistemas y de los recursos naturales. Artículo 28. La federación deberá

de elaborar una Política Nacional de Adaptación en el marco del Sistema Nacional de Cambio Climático. […]

***Artículo 33**. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:*

IV. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;

[…]

XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación,

[…]

***Artículo 88**. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.*

De lo anterior, el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" pretende aplicar el *principio de responsabilidad ambiental* al fomentar la realización de acciones de adaptación para la operación y mantenimiento de la infraestructura que llevará a cabo, que ayuden al fortalecimiento de actividades que beneficien al medio ambiente, sentando precedente en la aplicación de la Política Nacional en Cambio Climático, por lo que se ajusta a los objetivos de dicha Ley, conforme a lo siguiente:

- El objeto primordial del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" es la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático, primordialmente en la perdida de playa en la zona.

- Es importante destacar que el presente proyecto no sólo busca alternativas para la protección costera, sino que irá acompañado con una serie de medidas ambientales propias del proyecto (Programa de Vigilancia Ambiental: Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido, Programa de Monitoreo de perfil costero, Programa de rescate, protección y monitoreo de biota marina, Programa de Conservación y Manejo de Tortugas, Programa de monitoreo del cambio en el comportamiento marino y de calidad del agua.

- Durante la ejecución del proyecto, se aplicará un Programa de Vigilancia Ambiental en donde cada fase se establecerá una serie de indicadores que nos guiarán y nos indicarán de la funcionalidad de cada medida y programa implementado, en el que estas medidas estarán enfocadas a prevenir y reducir los efectos adversos del cambio climático.

- Se tiene considerado incorporar las mejores técnicas y metodologías existentes para prevenir y/o reducir los posibles efectos adversos que por la ejecución del proyecto pudieran contribuir al cambio climático.

- En cumplimiento a estos principios el proyecto se vincula y se somete a consideración a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, la cual describe los posibles efectos que pudieran ser ocasionados por el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, y propone una serie de medidas y acciones para prevenir y mitigar posibles daños al ambiente. En el Programa de Vigilancia Ambiental se proponen un conjunto de

estrategias para prevenir y mitigar posibles daños al ambiente y que contribuyan a generar desequilibrios ecológicos, daños a la salud pública, alteraciones a la capacidad de carga y la integridad funcional de los ecosistemas, tener áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y de manejo especial. Así como también, para reducir y controlar las emisiones de contaminantes por fuentes móviles y asegurar una calidad del aire satisfactoria para bienestar de la población y el equilibrio ecológico, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la promovente tendrá estipulado en contrato con las compañías que sus vehículos estén en buen estado físico y óptimo funcionamiento, y las emisiones a la atmósfera no rebasen los niveles máximos permisibles para el monóxido de carbono.

- La promovente cumplirá con los instrumentos de política ambiental y normativa aplicable al proyecto, de esta manera cooperará en la instrumentación de una política nacional de cambio climático.

- La promovente llevará a cabo todas las obras y actividades dentro del marco de legalidad, garantizando la prevención del daño o deterioro ambiental, aunado a lo anterior se prevé la ejecución de un Programa de Vigilancia Ambiental cuyos objetivos son prevenir, reducir y mitigar los posibles efectos negativos al ambiente.

Derivado de lo anterior, se desprende que el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” se ajusta a la política nacional de adaptación frente al cambio climático señaladas en la Ley General de Cambio Climático.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático

El presente instrumento tiene como objeto reglamentar las disposiciones generales establecidas en la Ley Marco sobre Cambio Climático, para la planificación, articulación, ejecución, monitoreo, evaluación, reporte y difusión de las políticas públicas para la gestión integral frente al cambio climático, orientada a resultados al servicio del ciudadano, que buscan reducir la vulnerabilidad del país frente a los efectos del cambio climático, aprovechar las oportunidades de desarrollo bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el Estado ante la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático.

Dentro de las disposiciones Generales que contiene el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático, se destacan los siguientes artículos:

Los artículos 3 y 4 establecen lo siguiente:

[…]

***Artículo 3**. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: (…)*

***Artículo 4**. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: (…)*

VI. Sector comercio y servicios: (…)

e. Subsector Turismo;

e.1. Hoteles, moteles y similares;

Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades.

***Artículo 6**. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente.*

La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte.

El umbral establecido en el presente artículo aplicará para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte.

Al no alcanzar este umbral el Proyecto, en cumplimiento de la legislación estatal presenta el reporte anual de emisiones a esta instancia estatal, que es uno de los requisitos para presentar la Licencia de funcionamiento ambiental y la Cédula de operación anual. […]

El proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” consiste en la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR; sin embargo éste no está sujeto a reporte y no rebasa el umbral máximo señalado en el artículo 6 del Reglamento, de generar 25,000 toneladas de bióxido de carbono; sin embargo, el presente proyecto no sólo busca alternativas para la protección costera, sino que irá acompañado con una serie de medidas ambientales propias del proyecto como lo son el Programa de Vigilancia Ambiental: Programa de Vigilancia Ambiental: Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido, Programa de Monitoreo de perfil costero, Programa de rescate, protección y monitoreo de biota marina, Programa de Conservación y Manejo de Tortugas, Programa de monitoreo del cambio en el comportamiento marino y de calidad del agua.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS)[2]

La ley General de Vida Silvestre publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 19 de enero de 2018, se vincula con el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” mediante sus artículos 4 y 60 TER los cuales se analizan a continuación:

[2] Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de julio del año 2000, cuya última reforma es de 19 de enero de 2018.

El artículo 4 de la LGVS, señala que todo habitante tiene la obligación de conservar la vida silvestre, prohibiéndole cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación tal como a continuación se cita de manera textual:

***Artículo 4**. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.*

El proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" se proyecta respetando los instrumentos de planeación tal y como se plantea a lo largo del presente capítulo, contribuyendo así con la conservación de la vida silvestre. Asimismo, el proyecto contempla una serie de Programas ambientales que permitirán conservar y vigilar cualquier perturbación al medio ambiente señalados en el capítulo VI de la presente MIA-R así, como se proponen una serie de medidas y acciones encaminadas a evitar, prevenir, reparar, compensar y minimizar los efectos del proyecto sobre la vida silvestre y su hábitat analizados en el Capítulo V, en donde se reitera que el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" no afectará ninguna población de flora o fauna silvestre.

Especialmente relevante para el cumplimiento de la LGVS, es la protección al ecosistema de manglar; sin embargo en el SAR del predio y el pretendido sitio en donde se propone el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" no se encuentra cercano a este ecosistema, por ello no es aplicable la vinculación con el articulo 60 TER, el cual a continuación se cita de forma textual.

Articulo 60 TER LGVS

***Articulo 60 TER**.-Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

Al respecto y en vinculación con este artículo, se manifiesta que el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" no implica la remoción, relleno, trasplante o poda de áreas ni ejemplares de manglar. La zona de manglar más cercana se ubica en la parte terrestre posterior al desarrollo turístico del Hotel Secrets Akumal (autorizado en materia de impacto ambiental mediante Oficio S.G.P.A./D.G.I.R.A./D.G./1339).

Por lo que el proyecto no afecta la integridad del flujo hidrológico en las áreas de manglar y dada la naturaleza cárstica de la región, los flujos hidrológicos comprenden la precipitación directa y su infiltración al subsuelo, donde fluye por el drenaje subterráneo característico de la región con dirección hacia la costa, franja donde se mezcla con el agua marina infiltrada en el subsuelo desde el litoral, generando condiciones salobres adecuadas para el desarrollo de este tipo de vegetación. En este sentido, el proyecto no implica la pérdida de áreas de infiltración, ni la interrupción de flujos subterráneos terrestres o marinos. Las actividades auxiliares temporales se llevarán a cabo en áreas previamente habilitadas por el Hotel Secrets Akumal, en la restablecerá las condiciones naturales existentes en años anteriores, con lo cual ningún componente del flujo hidrológico se verá afectado.

Por lo señalado en los párrafos anteriores, el presente proyecto no afecta la integridad del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

El proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" no daña ningún ejemplar de manglar y no se requiere ni de su poda, y no se modifica el flujo de la lente de agua. No se realizarán actividades que pudieran modificar el crecimiento del manglar o interferir en la dinámica del humedal que se encuentra aún fuera SAR delimitado para el proyecto.

Derivado de lo anterior, el proyecto no contraviene lo establecido en el Artículo 60 TER, por lo que se considera viable en términos de lo señalado en dicho artículo, es de indicar que en este sentido resulta inoperante aplicar con detalle la NOM-022-SEMARNAT-2003, que corresponde a la norma técnica que es específica para la protección del ecosistema de manglar.

Asimismo, el Artículo 99 señala lo siguiente:

Artículo 99. El aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere una autorización previa de la Secretaría, que se otorgará de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente capítulo, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats.

Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Al respecto, el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" deja en manifiesto que No se realizarán actividades que conlleven al aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos[3]

La vinculación del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" con dicha Ley se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en el desarrollo de este, como se mencionó en el Capítulo II.

La promovente tendrá el manejo adecuado de todo tipo de residuos desde la prevención, generación, valorización y gestión integral de los mismos, como residuos sólidos urbanos y líquidos, peligrosos y hasta de manejo especial. La presente Ley señala las obligaciones del generador de acuerdo con el volumen de generación anual, así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

[3] Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de octubre del año 2003, cuya última reforma corresponde a la publicada el día 19 de enero de 2018.

A continuación, se presenta la vinculación de dicha Ley con el proyecto:

[…]

***Artículo 16**. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*

[…]

***Artículo 19**.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

[…]

IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;

[…]

Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

I. La forma de manejo;

II. La cantidad;

III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;

IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;

V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;

VI. La duración e intensidad de la exposición, y

VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

[…]

Para la realización del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, la promovente implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos durante las diferentes etapas del proyecto para evitar que se depositen desechos que puedan contaminar las aguas nacionales.

En este sentido se destaca que, se la implementación del Programa tendrá como objeto promover la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos sólidos

urbanos, de manejo especial que se generan durante las diferentes etapas del proyecto, acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas actividades acorde a la normatividad aplicable, considerando que durante el desarrollo del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" se dispondrá de contenedores para su resguardo y posterior disposición final a través de una empresa que esté legalmente autorizada, con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad de tipo ambiental o salud humana, tales acciones serán difundidas entre los trabajadores en la etapa de preparación del sitio, construcción y durante la operación del proyecto, por lo que el proyecto se ajusta y da cumplimiento a los Artículos 16, 19 y 21 de dicha Ley.

Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

Para el cumplimiento de dicho artículo, se está considerando como se ha mencionado la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, considerando la normatividad (NOM´s) y legislación aplicable en el manejo de residuos, así como la contratación de una empresa para la disposición final de los residuos, misma que deberá estar legalmente acreditada tal como se menciona en el artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y 151 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Considerando que la promovente implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos con sus respectivos subprogramas, que incluirá actividades como la adecuada identificación, clasificación, separación y almacenamiento de los residuos generados por el desarrollo del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", se considera que da cumplimiento a la Ley antes citada.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos[4]

El presente instrumento normativo tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y rige en todo el territorio nacional, por lo que el presente proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" en su etapa de operación y mantenimiento, considerará la identificación, manejo integral y debida disposición de los residuos que se generen. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con dicho instrumento:

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su capítulo IV establece lo siguiente:

[…]

Capítulo IV

[4]Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 y su última modificación es de fecha 31 de octubre de 2014.

Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos.

Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.

Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.

Artículos 87 y 88, de la sección III Reutilización, reciclaje y co-procesamiento

Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.

Artículo 90, de la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos.

Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos."

Respecto de lo antes mencionado, se considera en el desarrollo del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, para el adecuado manejo de todos los tipos de residuos, y que para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, éstas se llevarán a cabo a través de empresas prestadora de servicios debidamente autorizada y especializada en el manejo, transporte y disposición final de los residuos.

El tratamiento de residuos peligrosos que se llegarán a generar se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables.

Por todo lo anterior, se considera que el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" tendrá la recolección, manejo, disposición y gestión adecuada de los residuos sólidos y líquidos, de manejo especial y peligrosos, que se generen en las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, dando cumplimiento al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

Publicada en el DOF el 17 de enero de 2014, considerando la última reforma del 13 de abril de 2020. La Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM) tiene como propósito el control y prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

Tabla III.3 Vinculación con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.

Instrumento	Vinculación
Artículo 3.- *Para efectos de la presente Ley, se entenderá como vertimiento en las zonas marinas mexicanas, lo siguiente:* *I. La evacuación deliberada de desechos u otras materias, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones con el único objeto de deshacersede ellas;* *II. El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, con el único objeto de deshacerse de ellas;* *III. El almacenamiento de desechos u otras materias en el lecho marino o en el subsuelo de éste, desde buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, y* *IV. Todo abandono o derribo in situ de plataformas u otras construcciones, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas.* *V. Se deroga.* *VI. Se deroga.* *VII. Se deroga.*	El proyecto pretende llevara cabo obras para el mejoramiento y rehabilitación en el frente de playa del hotel Secrets Akumal ubicado en el municipio de Tulum para lo cual se requiere de la construcción de un arrecife artificial que rehabilitará la línea de costa erosionada, por lo que derivado de lo establecido por esta LVZMM, ya no es necesario obtener permiso de la Secretaría de Marinapara realizar este tipo de actividades.
Artículo 3 Bis.- *En las zonas marinas mexicanas no se considerará como vertimiento lo siguiente:* *I. La evacuación en el mar de desechos u otras materias resultante, directa o indirectamente, de las operaciones normales de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar y de su equipo, salvo los desechos u otras materias que se transporten en* *buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones*	
en el mar destinados a la evacuación de tales materias, o se transborden a ellos, o que resulten del tratamiento de tales desechos u otras materias en esos buques, aeronaves, plataformas o construcciones; *II. La colocación de materias para un fin distinto del de su mera evacuación, siempre que dicha colocación no seacontraria a los objetivos del Protocolo 1996 relativo al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, y* *III. El abandono de materiales que hayan sido colocadas para un fin distinto del de su mera evacuación, tales como, cables, tuberías y dispositivos de investigación marina, sin perjuicio de lo señalado en el artículo 3, fracción IV de la presente Ley.*	

Instrumento	Vinculación
Artículo 3 Ter.- *Las disposiciones de la presente Ley no se aplican a la evacuación o el almacenamiento de desechos u otras materias que resulten directamente de la exploración, explotación y consiguiente tratamiento mar adentro de los recursos minerales del lecho o subsuelo marino, o que estén relacionadas con dichas actividades.* *Excepto las materias o desechos que por sus dimensiones y características representen un impacto ambiental adverso al medio ambiente marino, en cuyo caso, en aplicación del principio precautorio en materia ambiental, la autoridad competente antes de autorizar la evacuación o el almacenamiento en zonas marinas mexicanas deberá contar con la opinión favorable de la Secretaría, de conformidad con lo previsto en las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan.*	

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) fue publicada en el DOF el 7 de junio de 2013 y tiene como objetivo el regular la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Tabla III.4 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo de la LFRA	Vinculación
Artículo 6o.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones odeterioros no sean adversos en virtud de:* *I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigadosy compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,* *II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.*	Por medio de la presente MIA-R y bajo protesta de decir verdad explícitamente se expresan, identifican, delimitan ensu alcance y se evalúan los posibles impactos ambientales por el desarrollo del proyecto, de igual forma se proponen medidas de prevención y mitigación respecto éstos. Asimismo, se podrá observar y quedará en evidencia que la forma en como fue planificado el proyecto y con las medidas de prevención y mitigación se da cabal cumplimiento a las disposiciones aplicables en términos de lo establecido en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

III.5 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se delimitaron con el objetivo principal de proteger la flora y fauna, los servicios ambientales, los recursos naturales de importancia especial y los ecosistemas representativos de una región o país. Su creación ha sido, desde el siglo pasado, una de las principales estrategias empleadas en el ámbito global y en México para la conservación de los ecosistemas naturales y sus especies.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, actualmente administra 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90,839,521.55 hectáreas y apoya 354 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 551,206.12 hectáreas. De la superficie total 21,886,691 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.14% de la superficie terrestre nacional; de la superficie marina se protegen 69,458,748 hectáreas, lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina del territorio nacional.

El presente análisis se realiza con la información obtenida de la página de la CONANP (http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/), con última fecha de actualización: enero 2023, el archivo descargado es “KIT DESCARGABLES” Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (KIT DESCARGABLES). Para los shapefile utilizados la dirección de ubicación es *KIT_CaribeMexicano\Informacion espacial\Shapes\Poligono general*, *KIT_CaribeMexicano \Informacion espacial\Shapes\Poligono general\Subzonificación* y *KIT_Sianka KIT_CaribeMexicano\Informacion espacial\Shapes\Poligono general.*

La información espacial se trabajó mediante el software QGIS Desktop versión 10.6.1.9270.

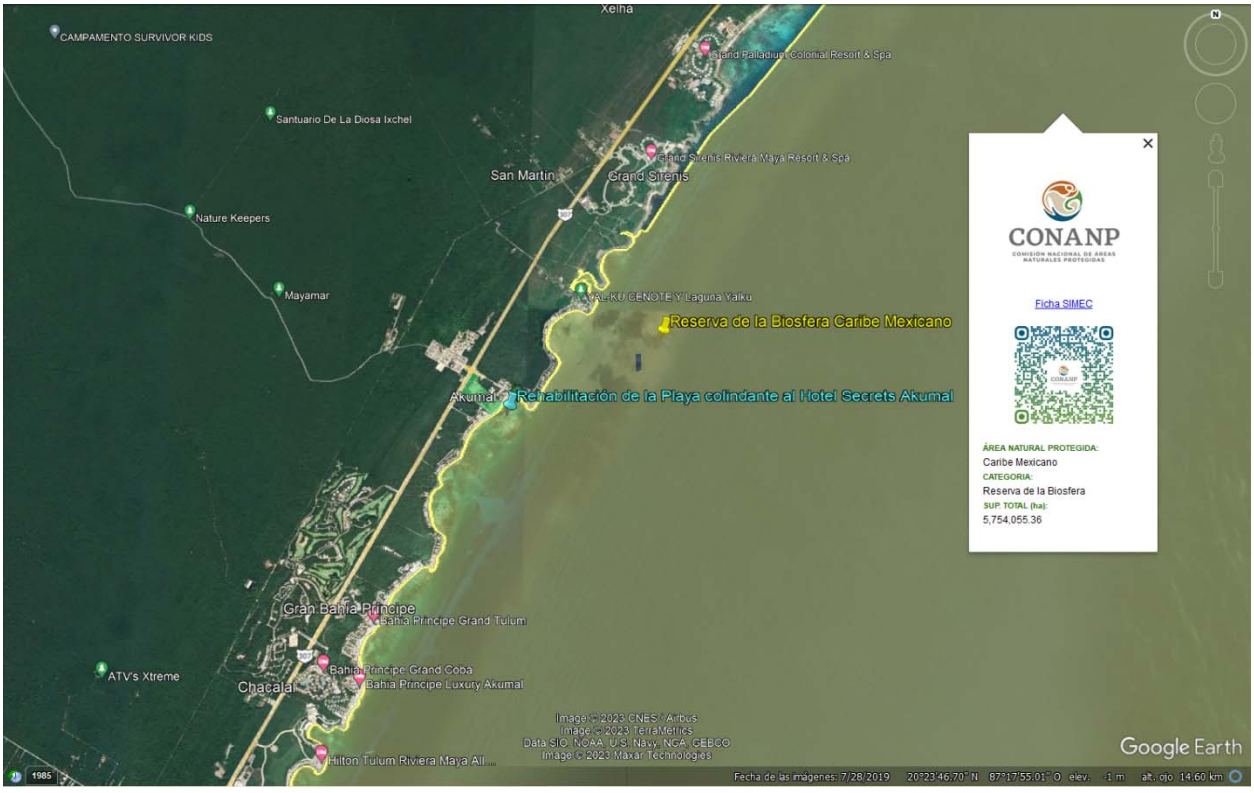


Ilustración III.2 Poligonos de las ANP'S cercanas al sitio del proyecto.



Ilustración III.3 Polígono azul hace referencia el predio del proyecto. El polígono amarillo corresponde a la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

De acuerdo con lo citado anteriormente, en la cercanía del proyecto se ubica un área natural protegidas que es: el ANP Federal Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, con la que a continuación se vincula el proyecto:

DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano[5] y su Programa de Manejo[6].

Derivado del análisis realizado, se encontró que el proyecto incide en el área Natural Protegida Caribe Mexicano con categoría de Reserva de la Biósfera. En las siguientes figuras se muestra la incidencia del proyecto en la dicha ANP y su zonificación:

[5] Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2016.

[6] Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

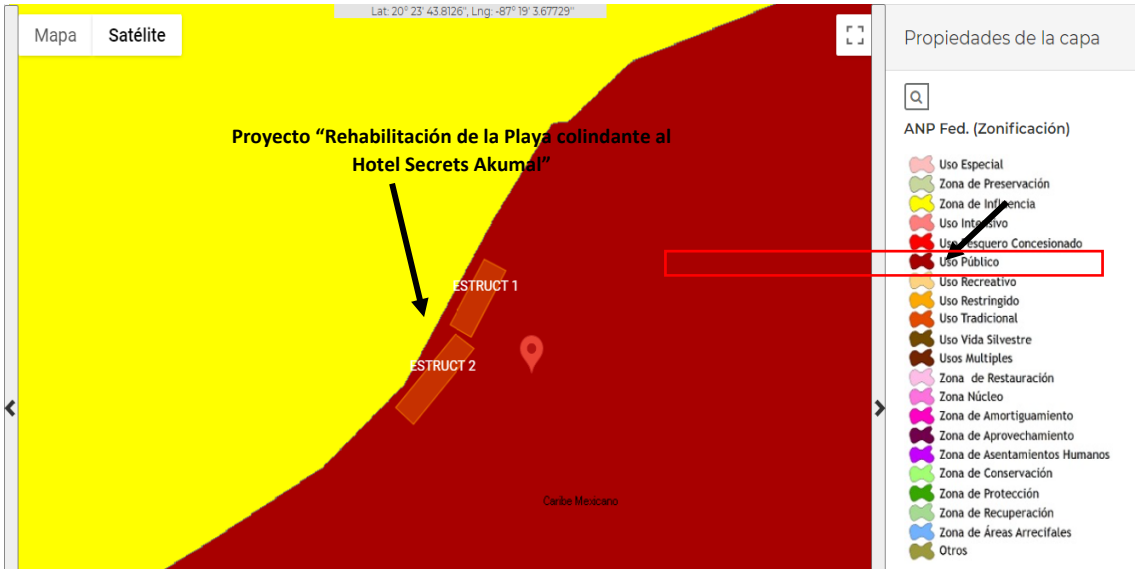
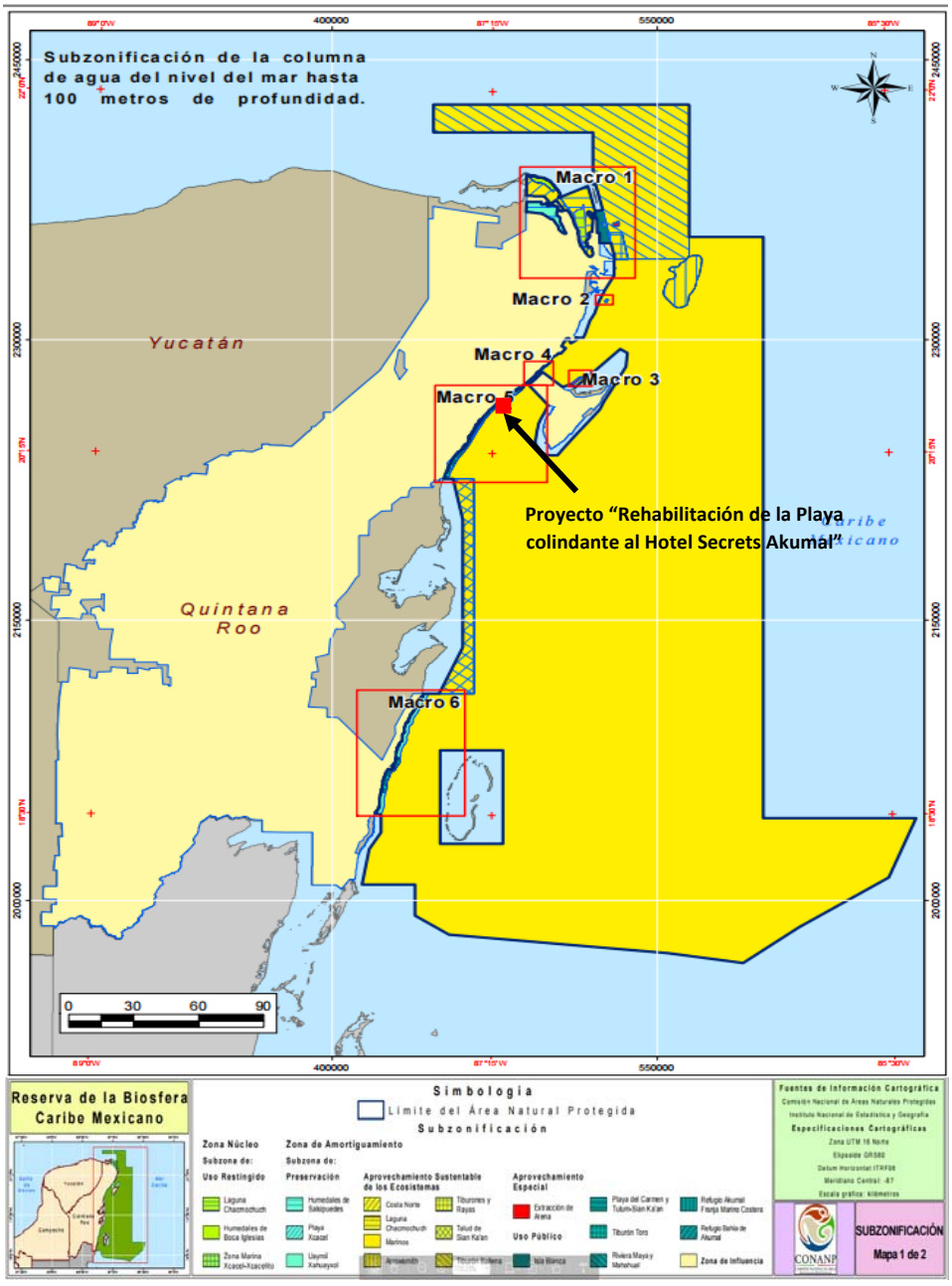


Ilustración III.4Se muestra la incidencia del proyecto en la Zonificación "Uso Público" de la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano obtenida de la georreferenciación de las coordenadas en la versión publica del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT en la siguiente liga: https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia.



Incidencia del proyecto en la Zonificación "Zona de amortiguamiento" de la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

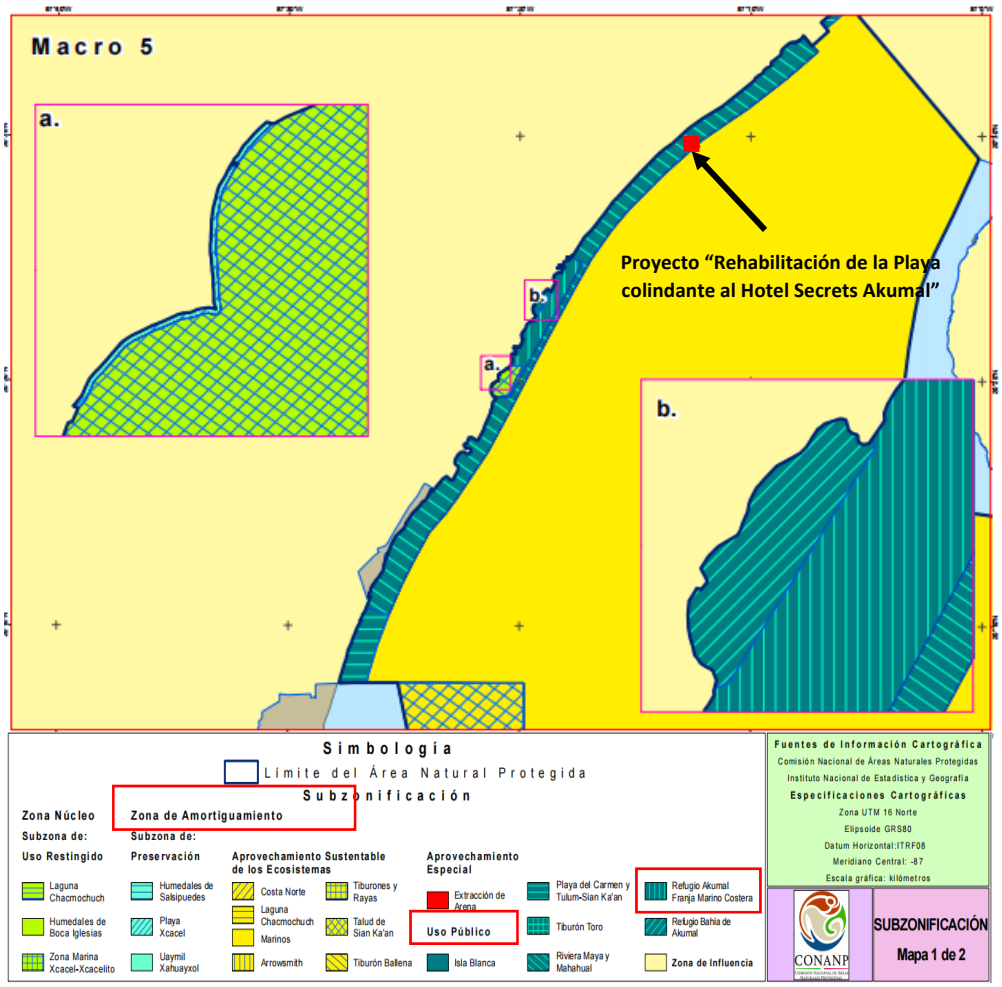


Ilustración III.5Incidencia del proyecto en la Zonificación "Zona de amortiguamiento" de la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Méxicano y en la Subzona de Uso Público Refugio Akumal Franja Marino Costera.

Conforme al artículo segundo de su Decreto de creación, la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano está dividida en dos zonas: Zona núcleo y Zona de amortiguamiento que ordenan su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, y de su uso actual y potencial.

La subzonificación para el manejo de la Reserva es la siguiente:

Zona Núcleo :

a. Subzona de Protección Muyil (SPr1).

b. Subzona de Uso Restringido Humedales de Boca Iglesias

c. Subzona de Uso Restringido Laguna Chacmochuch

d. Subzona de Uso Restringido Zona Marina Xcacel-Xcacelito

e. Subzona de Uso Restringido Colinas Submarinas de Colmer

f. Subzona de Uso Restringido Banco Chinchorro Profundo

g. Subzona de Uso Restringido Cordillera Submarina Caimán

Zona de Amortiguamiento :

h. Subzona de Preservación Profunda Corredor Arrowsmith

i. Subzona de Preservación Humedales de Salsipuedes

j. Subzona de Preservación Playa Xcacel,

k. Subzona de Preservación UaymilXahuayxol,

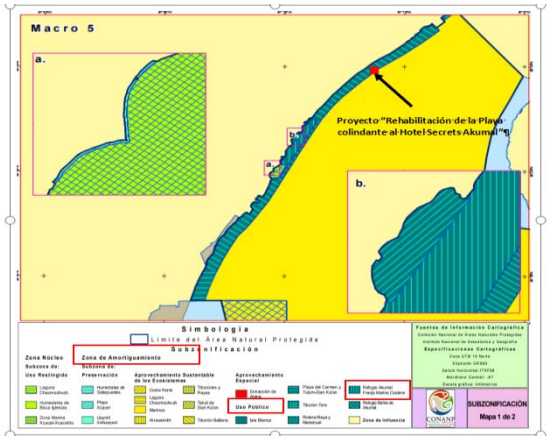
l. Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburón Ballena

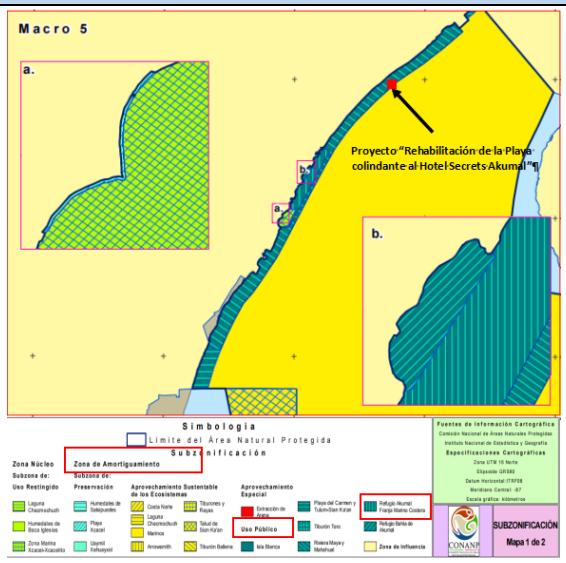
....

x. Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal integrada por un polígono y una superficie de 112.149740 ha.

Tal como se mostró anteriormente, el polígono del proyecto incide en el Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, en donde el proyecto se localiza en la Zona de Amortiguamiento, específicamente en la Subzona denominada: **X. Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal**. Por lo que a continuación se realiza la vinculación con el Decreto de creación y las disposiciones establecidas en el Programa de Manejo de dicha ANP.

Tabla III.5 Vinculación con las especificaciones del Decreto de la Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.

Artículo	*Cumplimiento*
Primero. *Se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frentea las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo,con una superficie total de 5,754,055-36- 31.60…* *El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas (un millón novecientas treinta y dos mil seiscientas cuarenta y ocho hectáreas, cuarenta y ocho áreas, setenta y nueve punto dieciocho centiáreas), mientras que lazona de amortiguamiento queda comprendida por 3,821,406-87-52.42 hectáreas…*	En relación con la zonificación estipulada en el Artículo Primero del decreto en análisis, el el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" se ubica Dentro de esta ANP, específicamente en la Zona de Amortiguamiento, tal y como lo demuestra la siguiente figura: VER ILUSTRACIÓN III.6 
Segundo. *Las zonas núcleo y deamortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se subzonificarán en el programa de manejo, conforme a lo previsto en los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*	El Programa de Manejo" del ANP Caribe Mexicano se publicó en el DOF el 30 de noviembre de 2018, el cual incluye los *"Planos de localización y sub- zonificación de la Reserva de la biosfera Caribe Mexicano"*, encontrando que con base a este el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" se encuentra en la sub-zona la Subzona de Uso Público Refugio Akumal Franja Marino Costera, tal como se demuestra a continuación: VER ILUSTRACIÓN III.7

Artículo	*Cumplimiento*
	

Artículo	***Cumplimiento***
Tercero. *La Secretaría, por conducto de la Comisión, será la encargada de administrar, manejar y preservar los ecosistemas y sus elementos en la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, así como de vigilar que las acciones que se realicen dentro de esta se ajusten a los propósitos del presente Decreto. La Secretaría de Marina, será la encargada de inspeccionar, patrullar y llevar a cabo labores de reconocimiento y vigilancia para preservar dicha área, en coordinación con las autoridades competentes y de conformidad con las disposiciones aplicables.* *La Secretaría, a través de la Comisión, se coordinará con las secretarías de Marina y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pescay Alimentación, en materia de preservación, protección y conservación del medio ambiente, atendiendo a sus respectivas competencias, así como, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, para la inspección y vigilancia dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.* *Las medidas o programas de preservación, protección y conservación que se desarrollenen la reserva de la biosfera Caribe Mexicano sediseñarán y ejecutarán con la intervención de laSecretaría, por conducto de la Comisión, así como de la Secretaría de Marina, quienes podrán coordinarse con otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, o instituciones nacionales o extranjeras.*	*Como se aprecia, este artículo no estipula medida regulatoria, solo específica las dependencias gubernamentales encargadas de la administración del ANP.*
Cuarto. *Dentro de las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades:* *…*	*Puesto que las obras del proyecto se ubican únicamente sobre la zona de amortiguamiento y no sobre alguna zona núcleo, lo estipulado por los artículos cuarto, quinto y sexto no son aplicables.*
Quinto*. El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano sesujetará a las siguientes modalidades:* *…*	
Sexto. *En las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano queda prohibido:* *…*	
Séptimo. *Dentro de la zona de amortiguamiento de*	Considerando que únicamente el proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets

Artículo	***Cumplimiento***
la reserva de la biosferaCaribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades: ***I.*** *Investigación y colecta científicas;* ***II.*** *Monitoreo ambiental;* ***III.*** *Educación ambiental;* ***IV.*** *Turísticas;* ***V.*** *Turismo náutico;* ***VI.*** *Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre;* ***VII.*** *Aprovechamiento extractivo de vidasilvestre;* ***VIII.*** *Pesca y acuacultura;* ***IX.*** ***Restauración de ecosistemas****, reintroducción y repoblación de especies;* ***X.*** *Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales;* ***XI.*** *Construcción de instalaciones de apoyo a la investigación, monitoreo y educación ambientales; así como para el turismo, el turismo náutico y para la administración y vigilancia del área natural protegida;* ***XII.*** *Instalación de señalización marítima;* ***XIII.*** *Mantenimiento de la infraestructura fija existente;* ***XIV.*** *Mantenimiento y desarrollo deinfraestructura portuaria;* ***XV.*** *Construcción de infraestructura exclusivamente cuando conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, se requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia;* ***XVI.*** *e navegación;* ***XVII.*** *Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental;* ***XVIII.*** *Navegación de embarcaciones;* ***XIX.*** *Regatas o competencias deportivas náuticas;* ***XX.*** ***Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina****, así como para los* ***proyectos de recuperación de playas****, y* ***XXI.*** *Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como lasconsideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente.*	Akumal" se ubica dentro de esta ANP, específicamente dentro del área deamortiguamiento, el proyecto encajacon lo estipulado por la fracción IX. ***Restauración de ecosistemas y XX. Instalación de arrecifes artificialespromotores de nuevos hábitats para la flora yfauna marina****, así como para los* ***proyectos de recuperación de playas,*** el cual pretende justamente el mejoramiento y rehabilitación de playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal con lo cual requiere de la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m. Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal) que mejorarán y rehabilitarán la línea de costa erosionada. Cabe señalar que a través del ingreso de esta MIA-R busca obtenerse por parte de esa autoridad la autorización en materia de impacto ambiental.

Artículo	Cumplimiento
Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran deautorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opiniónprevia de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observarlos plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.	
Octavo. *El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosferaCaribe Mexicano, se realizará de conformidad con la subzonificación correspondiente y se sujetará a las siguientes modalidades:*	El proyecto se sujetará a las actividades permitidas y no permitidas en la Zona de Amortiguamiento, específicamente en la Subzona denominada: X. Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal
I. *Las actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental, se llevarán a cabo de tal forma que no alterenlos ecosistemas, los hábitats o la viabilidadde las especies de vida silvestre;*	El proyecto no contempla actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental dentro del ANP.
II. *El desarrollo de actividades de turismo terrestre o turismo náutico pueden llevarse a cabo respetando la capacidad de carga o límite de cambio aceptable de losecosistemas, evitando en todo momento la fragmentación o la alteración de los elementos naturales que lo conforman;*	El proyecto no pretende realizar actividades turísticas terrestres *o turism*o náutico.
III. *Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica;*	Las obras contempladas por el proyecto mantendrán los procesosecológicos, esenciales y considerando los recursos naturales y la div*ersidad biológica.*
IV. *La pesca y acuacultura en todas sus modalidades se realizarán manteniendo el equilibrio ecológico de la subzona en la que, conforme al programa de manejo, dicha actividad esté permitida y siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente, conforme a la legislación aplicable, respetando las épocas yzonas de veda;*	El proyecto no contempla de actividades de pesca y acuacultura.
V. *La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador;*	

Artículo	Cumplimiento
VI. *Las actividades pesqueras se realizarán sujetándose a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;*	El proyecto no contempla actividadespesqueras.
VII. *La agricultura y ganadería se realizarán únicamente en las subzonas en que,conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se permitan el desarrollo de tales actividades, procurando en todo momento la conservaciónde los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área;*	El proyecto no contempla actividades agrícolas y ganaderas.
VIII. *La restauración de ecosistemas sellevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;*	El proyecto es concordante con el Decreto Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y esta fracción, ya que este pretende realizar obras para el mejoramiento y rehabilitación de playa, el cual requiere de la construcción de una arrecife artificial tendiente a rehabilitar la línea de costa erosionada.
IX. *La erradicación o control de especies devida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para talefecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos*	El proyecto no contempla la erradicación o control de ningún tipo especies de vida silvestre.
X. *La reintroducción de vida silvestre se realizará con fines de repoblación de las especies nativas de ejemplares de la misma especie o subespecie, según sea el caso, para reforzar una población silvestre disminuida; o restituir una población desaparecida o en recuperación, siempre quecon dicha reintroducción no se afecte a otras especies existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo;*	No se prevé la reintroducción de vidasilvestre dentro del ANP.
XI. *Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentesy por el programa de manejo;*	En todo momento durante la construcción del presente proyecto, en específico las estructuras de protección, se respetarán las señalizaciones marítimas, rutas denavegación y áreas de fondeo, además de que se ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental.

Artículo	Cumplimiento
XII. *El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el programa de manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea;*	Posteriormente se realizará la vinculación del proyecto con el Programa de Manejo de la ANP, el cual realizará las obras y actividades conforme a las reglas específicas.
XIII. *La construcción de instalaciones de apoyo para las actividades permitidas dentro de la zona de amortiguamiento se ejecutarán de acuerdo a lo previsto en las reglas específicas para cada una de esas actividades, y*	
XI. Las demás modalidades que la Ley General del Equilibrio Ecológico y laProtección al Ambiente establece para las subzonas correspondientes.	
NOVENO. *Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosferaCaribe Mexicano, queda prohibido:*	Se analiza fracción por fracción cada una de las prohibiciones establecidas dentro del área de amortiguamiento.
I. *Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de lascaracterísticas corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen;*	Se acatará tal disposición durante las actividades constructivas, llevando a cabo la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos y medidas preventivas a efecto de evitar el derrame accidental de combustibles, grasas o aceites que utilizan la maquinaria y vehículos automotores a utilizar para la ejecución de las obras, por lo que con la finalidad de minimizar los riesgos se deberá dar mantenimientos periódicos a la maquinaria y vehículos automotores a utilizar.
II. *Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas;*	El proyecto no contempla construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas.
III. *Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;*	El proyecto no contempla construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos.
IV. *Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería de camarón en la zona Noroeste de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch;*	El proyecto no contempla la ejecuciónde actividades pesqueras.

Artículo	Cumplimiento
V. *Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013 o la NormaOficial Mexicana que la sustituya;*	
VI. *Introducir especies exóticas invasoras;*	No se prevé la introducción de especie*s exó*ticas de ningún tipo.
VII. *Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente;*	Dentro del ANP no se alimentará, tocará o perseguirá ejemplares de vida silvestre, ni tocar organismo marino alguno.
VIII. *Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente;*	El proyecto no llevará a cabo iluminación alguna en estas áreas, por lo que cumple con dicha disposición delDecreto del ANP, con carácter de reserva de la biósfera “Caribe Mexicano”.
IX. *Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorizacióncorrespondiente;*	El proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” se encuentra en la zona catalogada como Subzona de Uso Público Refugio Akumal Franja Marino Costera, el cual pretende la rehabilitación de la playa aledaña al Hotel Secret Akumal mediante estructuras de protección que se colocarán a una distancia de 25 m de la línea de costa proyecto, el cual no considera actividades de dragado o remoción de fondo marino, no obstante, con el objeto de asegurar la contención de los sedimentos en durante las actividades que conlleva el proyecto, se instalaran mallas geotextiles que mantengan los sedimentos dentro del área delimitada a fin de evitar cualquier tipo de afectación a los recursos naturales, siendo congruente con los lineamientos de la reserva de la biosfera “Caribe Mexicano”.
X. *Usar explosivos, salvo para las actividadesque en el ejercicio de sus atribucionesrequiera la Secretaría de Marina;*	El proyecto no prevé la utilización de explosivos.
XI. *Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo;*	El proyecto no prevé actividades de exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo dentro del ANP.
XII. *Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales;*	El proyecto no pretende realizar carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en las zonasarrecifales.
XIII. *Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergenciacuando se trate de embarcaciones mayores,y*	El proyecto no prevé verter aguas delastre y achicar sentinas.

Artículo	Cumplimiento
XIV. *Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuacultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*	Dentro del presente capítulo se vincula todos los instrumentos regulatorios en materia ambiental aplicables alproyecto.
Décimo. *Quienes realicen actividades dentrode la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, estarán obligados a conservar el área deacuerdo con lo dispuesto en el presente Decreto, el programa de manejo a que se refiere el Artículo Décimo Quinto del presente instrumento y las disposiciones jurídicas aplicables.*	Durante la ejecución del proyecto se atenderán todas las medidas de conservación y prevención establecidas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, además de las señaladas en la presente vinculación con el decreto y programa de manejo del ANP Caribe Mexicano.
Décimo Primero. *El aprovechamiento de losrecursos pesqueros dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano…*	El proyecto no contempla el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
Décimo Segundo. Cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro de la reserva de la biosfera Caribe *Mexicano deberá sujetarse a las modalidades y lineamientos establecidos en este Decreto, en el programa de manejo del área y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.* *Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, en su caso,y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia deEvaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.*	Como ya fue señalado, dentro del Capítulo se hace la vinculación del proyecto con el presente decreto, las disposiciones jurídicas aplicables y el programa de manejo. Por su parte a través de la presentaciónde esta MIA-R, se pretende obtener por parte de la DGIRA la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”
Décimo Tercero. *La Secretaría; así como las secretarías de Marina, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Comunicaciones y Transportes, y de Turismo, en el ámbito de sus respectivas competencias, emitirán las medidas necesarias para fomentar el desarrollo sustentable y la mejoría de la calidad de vida delas comunidades locales y evitar la contaminación de los recursos naturales y eldesequilibrio ecológico de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.*	Estos dos artículos van dirigidos a distintas dependencias de la administración pública federal, acciones que nos son vinculantes a particulares.
Décimo Cuarto. *La Secretaría podrá suscribir bases de colaboración con otras dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades se encuentren relacionadas con la administración y manejo de las áreas naturales protegidas.* *Los convenios, acuerdos y bases de colaboración que se suscriban deberán sujetarse a las previsiones contenidas en la LeyGeneral del Equilibrio Ecológico y*	

Artículo	*Cumplimiento*
la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas, lo establecido en elpresente Decreto y en el programa de manejo respectivo, así como a lo establecido en lasdemás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	
***Décimo Quinto.** La Secretaría, por conducto de la Comisión, formulará el programa de manejo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, con la participación que corresponda, en el ámbito de sus respectivas competencias, de las secretarías de Marina, de Turismo, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Comunicaciones y Transportes, de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y de las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, así como a los habitantes, organizaciones sociales, públicas o privadas y demás personas interesadas…*	En el siguiente sub-apartado se realizará la vinculación del proyecto conel Programa de Manejo de la ANP, el cual realizará las obras y actividades conforme a las reglas específicas.
***Décimo Sexto.** La Secretaría, por conducto de la Comisión, delimitará en el programa de manejo la zona de influencia de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, con el propósito de generar nuevos patrones de desarrollo regional sustentable acordes con la presente declaratoria y promover que las autoridades,que regulen o autoricen el desarrollo de actividades en dicha zona, consideren la congruencia entre éstas y la categoría de manejo asignada a la reserva de la biosferaCaribe Mexicano.*	
***Décimo Séptimo.** La inspección y vigilancia en la reserva de la biosfera Caribe Mexicano queda a cargo de las secretarías de Marina, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, y de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en el ámbito de sus respectivas competencias, con la participación que corresponda a las demás dependencias de la Administración Pública Federal competentes.*	El presente artículo va dirigido a distintas Dependencias de la administración pública federal.

Subzona de Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal

El Programa de Manejo determina las actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Uso Público -Refugio Bahía de Akumal, las cuales se indican en el siguiente cuadro:

Tabla III.1 Vinculación con las especificaciones de la Subzona de Uso Público: Refugio Bahía de Akumal del Área Natural Protegida, Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

<table>
<tr><th colspan="2">Subzonas de Uso Público: Refugio Bahía de Akumal</th></tr>
<tr><th>Actividades permitidas</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>1. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre
2. Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales
3. Educación ambiental
4. Filmaciones, actividades de fotografía y captura de imágenes o sonidos
5. Investigación científica no invasiva
6. Monitoreo del ambiente
7. Turismo de bajo impacto, exclusivamente:
• Buceo autónomo
• Buceo libre en su modalidad esnórquel
• Kayak, kitesurf, paddle board, velerismo,tabla vela o similares
• Observación de vida silvestre, únicamente dentro de los circuitos de nado, con el acompañamiento de un guía</td><td rowspan="2">Respecto de lo expuesto se resalta que para la Subzona de de Uso Público: Refugio Bahía de Akumal se encuentra permitida la “Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales”, concepto en el que se inscribe el proyecto que nos ocupa y toda vez que se pretende la instalación de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR, por lo que el desarrollo del proyecto está permitido.

Además de señalar que el presente proyecto en ninguna de sus etapas realizará la captura, remoción, extracción, retención o apropiación de vida silvestre, no está relacionado con la acuacultura, no se alterará o destruirá por ningún medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, no existe la extracción de arena, fragmentación del hábitat de tortugas marinas todo lo contrario con las acciones de creación de un arrecife artificial y los resultados de moderación numérica de éste, muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje generado por la estructura, para los escenarios de oleaje más frecuentes en calma y de tormenta. Los resultados en la región que ocupa la celda litoral permiten comprobar que el efecto de las estructuras es prácticamente local, teniendo influencia local sobre el oleaje en el lugar de instalación, y no afectará a zonas colindantes, con una zona de resguardo ofrecida por las estructuras que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable. Asimismo, no se verterá o descargará cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante al medio natural, no se colocarán lámparas o cualquier otra fuente de luz directa</td></tr>
<tr><th>Actividades no permitidas</th></tr>
<tr><td>1.Acuacultura
2. Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica y monitoreo del ambiente
3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres
4. Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante al medio natural
5. Construcción de infraestructura
6. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente
7. Extracción de arena
8. Fragmentar el hábitat de tortugas marinas
9. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras
10. Pesca comercial
11. Pesca de fomento
12. Realizar actividades de explotación o aprovechamiento extractivo de cualquier tipo de recurso
13. Realizar actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías)
14. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones
15. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales</td></tr>
</table>

Subzonas de Uso Público: Refugio Bahía de Akumal	
16. Turismo de bajo impacto ambiental, salvo: • Buceo autónomo • Buceo libre en su modalidad esnórquel • Kayak, kitesurf, paddle board, velerismo,tabla vela o similares • Observación y nado con tortugas marinas, únicamente dentro de los circuitos de nado, con el acompañamiento de un guía 17. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas	para la observación de especies de fauna; el proyecto no considera la introducción de especies exóticas ni invasoras; el proyecto no está relacionado con la pesca comercial ni pesca de fomento; no tiene relación alguna con actividades de explotación o aprovechamiento extractivo de cualquier tipo de recurso; no se realizarán actividades comerciales; no se realizarán acciones de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones, no se removerá el fondo marino, no obstante, con el objeto de asegurar la contención de los sedimentos en durante las actividades que conlleva la instalación del arrecife artificial, se instalaran mallas geotextiles que mantengan los sedimentos dentro del área delimitada a fin de evitar cualquier tipo de afectación a los recursos naturales; el proyecto no contempla acciones de turismo; sin embargo, en su momento se considerarán acciones de turismo de bajo impacto como buceo autónomo, esnórquel , kayak, paddle board, observación y nado con tortugas marinas, únicamente dentro de los circuitos de nado, con el acompañamiento de un guía; finalmente no se utilizarán explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas. Por todo lo anterior, el proyecto se ajusta a las actividades permitidas y no permitidas del Programa de Manejo del ANP- Reserva de la Biosfera Sian kaan.

Reglas administrativas

El proyecto se deberá ajustar a las Reglas Administrativas de la Reserva de la Biosfera “Caribe Mexicano” establecidas para el ANP. Con el fin de evidenciar el cumplimiento de estas Reglas Administrativas se realiza la vinculación con el proyecto en el siguiente análisis:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Regla 1. *Las presentes reglas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas.*

Vinculación: Dado que el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” incluye la realización de obras y actividades al interior de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, serán de observancia para la promovente las presentes reglas administrativas. Por lo que se ha realizado la vinculación con cada una de ellas con el fin de evidenciar su cumplimiento. Las reglas serán respetadas en todo momento durante la preparación, construcción y operación del proyecto.

Regla 2. *La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con el Decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.*

Vinculación: No es de observancia para el proyecto, ya que como se puede leer, este artículo no estipula medida regulatoria, solo específica las dependencias gubernamentales encargadas de la administración.

Regla 3. *Para efectos de lo previsto en las presentes reglas, se entenderá por:*

…

Vinculación: En todo momento se respetarán las definiciones estipuladas en la presente regla.

Regla 4. *Cualquier persona que, para el desarrollo de sus actividades dentro de la Reserva de la Biosfera, requiera de autorización, permiso o concesión, está obligada a portarla y presentarla cuantas veces le sea requerida por las autoridades competentes, con fines de inspección, supervisión y vigilancia.*

Vinculación: La presente MIA-R tiene el propósito de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la ejecución del proyecto. La cual una vez que se obtenga, en todo momento se mantendrá una copia en el sitio, en caso de que se presente una inspección, supervisión y vigilancia por parte de las autoridades competentes.

Regla 5. *Todos los usuarios y visitantes deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y depositarlos fuera de la Reserva de la Biosfera, en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades competentes.*

Es responsabilidad de los prestadores de todo tipo de servicios y de aquellas personas que realicen actividades permitidas dentro de la Reserva de la Biosfera utilizar solamente contenedores, recipientes, envases o cualquier otro tipo de utensilios desechables biodegradables.

En ningún caso se permitirá que a través de los servicios o actividades que se desarrollen en el Área Natural Protegida se utilicen materiales desechables no biodegradables tales como PET, unicel, plástico, polietileno y polietileno tereftalato; por lo tanto, cualquier tipo de contenedor, recipiente, envase o utensilio fabricados con estos materiales, deberán desecharse en los sitios de disposición que los prestadores de servicios o, en su caso, la Dirección de la Reserva establezcan previamente.

Vinculación: Durante las diferentes etapas del proyecto no se depositarán desechos que puedan contaminar la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

En este sentido se destaca que, se implementará un "Programa de manejo integral de residuos", el cual, tendrá como objeto Promover la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generan durante las diferentes etapas del proyecto.

Regla 6. *Los usuarios y visitantes deberán cumplir, además de lo previsto en las presentes Reglas Administrativas, con las siguientes obligaciones:*

I.Cubrir, en su caso, las cuotas establecidas en la Ley Federal de Derechos;

II.Hacer uso exclusivamente de las rutas y senderos establecidos para recorrer la Reserva de la Biosfera;

III.Respetar la señalización, rutas de navegación, áreas de fondeo, boyas o balizas y las subzonas de la Reserva de la Biosfera;

IV.Atender puntualmente las observaciones y recomendaciones formuladas por la Dirección de la Reserva relativas a la protección de los ecosistemas;

V.Brindar el apoyo y las facilidades necesarias para que el personal de la CONANP, la PROFEPA, la SEMAR y demás autoridades competentes realicen labores de supervisión, inspección, vigilancia, protección y control, así como en situaciones de emergencia o contingencia, y

VI.Hacer del conocimiento del personal de la Dirección de la Reserva de la Biosfera o de la PROFEPA las irregularidades que hubieran observado durante su estancia en el Área Natural Protegida.

Vinculación: Dado que el proyecto se inscribe en los supuestos establecidos en la regla en cita, la promovente dará cumplimiento a las obligaciones establecidas en la regla en cita, para lo cual:

1. Cubrirá en su caso las cuotas que resulten aplicables al proyecto.
2. Hará uso exclusivamente de las rutas o senderos establecidos puesto que noincluye el desarrollo de rutas o senderos adicionales.
3. Respetará las rutas, senderos, boyas, balizas, señalización y la subzonificación de la Reserva.
4. Atenderá, en caso de que sean emitidas, las observaciones y recomendaciones de la Dirección de la Reserva y de la PROFEPA.
5. Facilitará en la medida de lo posible las acciones necesarias para la inspección,vigilancia,

protección y control al interior de la Reserva.
Comunicará las irregularidades que pueda observar a la Dirección de la Reserva o a la PROFEPA.

Regla 7. *La Dirección de la Reserva de la Biosfera podrá solicitar a los visitantes o prestadores de servicios turísticos la información que a continuación se indica, con la finalidad de brindarles información o hacer recomendaciones en materia de residuos y protección de los elementos naturales existentes:*

a)Descripción de las actividades a realizar;

b)Tiempo de estancia;

c)Lugares a visitar, y

d)Origen del visitante.

Vinculación: En caso de que la Dirección de la Reserva solicite la información enunciada en la reglaen cita, la promovente facilitará la misma.

CAPÍTULO II

De las autorizaciones, concesiones y avisos.

Regla 8. *Se requerirá de autorización de la SEMARNAT por conducto de la CONANP, para la realización de las siguientes actividades:*

I. Actividades turístico recreativas dentro de Áreas Naturales Protegidas en todas sus modalidades;

II. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos con fines comerciales en Áreas Naturales Protegidas, y

III. Actividades comerciales dentro de Áreas Naturales Protegidas (venta de alimentos y artesanías).

Regla 9. *La vigencia de las autorizaciones señaladas en la regla anterior será:*

I. Hasta por dos años, para la realización de actividades turístico recreativas;

II. Por el periodo que dure el trabajo, para filmaciones, actividades de fotografía o captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines comerciales que requiera más de un técnico especializado, y

III. Por un año, para la venta de alimentos y artesanías.

Regla 10. *El periodo de recepción de solicitudes para la realización de actividades turísticas recreativas, en todas sus modalidades, comprenderá de los meses de abril a septiembre de cada año.*

Regla 11. *Las autorizaciones emitidas por la SEMARNAT, por conducto de la CONANP para la realización de actividades turístico recreativas dentro del Reserva de la Biosfera, podrán ser prorrogadas por el mismo periodo por el que fueron otorgadas, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables.*

Regla 12. *Con la finalidad de proteger los recursos naturales de la Reserva de la Biosfera y brindar el apoyo necesario, previamente el interesado presentará* un aviso acompañado del proyecto correspondiente a la Dirección de la Reserva de la Biosfera:

I. Investigación sin colecta o manipulación de ejemplares de especies no consideradas en riesgo;

II. Educación ambiental que no implique ninguna actividad extractiva dentro del Área Natural Protegida;

III. Monitoreo sin colecta o manipulación de especímenes de especies no consideradas en riesgo;

IV.Filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonido por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que no requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal, y

V.Actividades de investigación con colecta o manipulación de ejemplares de flora y fauna silvestre. Independientemente del aviso a que se refiere esta fracción, el interesado deberá contar con las autorizaciones y permisos correspondientes.

Vinculación: El proyecto no pretende realizar actividades turístico - recreativas, filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos, ni actividades comerciales dentro de la ANP, por lo que las Reglas 8 a la 12 no son de observancia para el proyecto.

Regla 13. *Se requerirá autorización por parte de la SEMARNAT, a través de sus distintas unidades administrativas para la realización de las siguientes actividades, en términos de las disposiciones legales aplicables:*

I.Colecta de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre con fines de investigación científica y propósitos de enseñanza, en todas sus modalidades;

II.Colecta de recursos biológicos forestales, con fines científicos;

III.Aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre;

IV.Aprovechamiento no extractivo de vida silvestre;

V.Obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas de competencia de la Federación, que requieren de una manifestación de impacto ambiental;

VI.Manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, y

VII.Registro de Unidades de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento de la Vida Silvestre.

Vinculación: A través de la presente MIA-R, se pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto, tal y como lo estipula la fracción V de la presente regla.

Regla 14. *Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la SEMARNAT para el uso, aprovechamiento o explotación de una superficie de playa, Zona Federal Marítimo Terrestre o terrenos ganados al mar o cualquier otro depósito de aguas marinas.*

Vinculación: Dentro de esta ANP solo se encuentra, como elemento asociado del proyecto, la instalación de un arrecife artificial, actividad que no requiere de concesión del Ejecutivo Federal.

Regla 15. *Para la obtención de las autorizaciones a que se refiere este capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales aplicables.*

Vinculación: A través del presente capítulo se observa como el proyecto cumple con todos los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales aplicables al sitio del proyecto.

CAPÍTULO III

De los Prestadores de Servicios Turísticos

Regla 16. *Los prestadores de servicios que pretendan desarrollar actividades turístico recreativas dentro de la Reserva de la Biosfera deberán informar a los usuarios que están ingresando a un Área Natural Protegida, en la cual se desarrollan acciones para la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales y la protección del entorno natural, y hacer de su conocimiento la importancia de su conservación y la normatividad que deberán cumplir durante su estancia, pudiendo apoyar esa información con material gráfico y escrito.*

Regla 17. *Los prestadores de servicios turísticos que pretendan desarrollar actividades turístico recreativas dentro de la Reserva de la Biosfera, deberán cerciorarse de que su personal y los visitantes que contraten sus servicios, cumplan con lo establecido en las presentes Reglas, y en la realización de sus actividades erán sujetos de responsabilidad en los términos que establezcan las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

La Dirección de la Reserva de la Biosfera no se hará responsable por los daños que sufran los visitantes o usuarios en sus bienes, equipos o integridad física, ni de aquellos causados a terceros, durante la realización de sus actividades dentro de su estancia y desarrollo de actividades en la Reserva de la Biosfera.

Regla 19. *Los prestadores de servicios turísticos deberán designar un guía de turistas por cada grupo de visitantes, de preferencia de las comunidades de la Reserva de la Biosfera o de la zona de influencia, quien será responsable del comportamiento del grupo y quien deberá contar con conocimientos básicos sobre la importancia y conservación de la Reserva de la Biosfera.*

Regla 20. *Los prestadores de servicios turísticos, deberán cumplir con lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y sus actualizaciones, según corresponda:*

I. Norma Oficial Mexicana NOM-08-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías generales y especializados en temas o localidades específicas de carácter cultural;

II. Norma Oficial Mexicana NOM-09-TUR-2002, Que establece los elementos a que deben sujetarse los guías especializados en actividades específicas;

III. Norma Oficial Mexicana NOM-011-TUR-2001, Requisitos de seguridad, información y operación que deben cumplir los prestadores de servicios turísticos de Turismo de Aventura;

IV. Norma Oficial Mexicano NOM-012-TUR-2016, Para la prestación de servicios turísticos de buceo, y

V. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

***Regla 21.** Las actividades turístico-recreativas que se pretendan realizar dentro de la Reserva de la Biosfera, se llevarán a cabo considerando los siguientes aspectos:*

I.Respetar la capacidad de carga establecida en cada sitio;

II.No se provoque una alteración significativa a los ecosistemas;

III.Preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores locales o de la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera;

IV.Promueva la educación ambiental;

V.La infraestructura requerida sea acorde con el entorno natural y no afecte las formaciones coralinas, y

VI.Los prestadores de servicio deberán requerir que los visitantes porten el distintivo o brazalete que acredite el pago de derechos correspondiente.

VII.Adoptar las medidas que determine la Dirección de la Reserva de la Biosfera. Para los efectos previstos en la fracción VII de la presente Regla, la Dirección notificará a los prestadores de servicios técnicos las medidas aplicables a las actividades turístico-recreativas con especies silvestres, indicando su temporalidad así como las razones técnicas que motivan las mismas.

***Regla 22.** Las actividades turísticas dentro de la Reserva de la Biosfera se realizarán respetando los estudios de capacidad de carga, con los cuales se limitará el número máximo de embarcaciones o visitantes.*

Vinculación: Como ya se ha dicho anteriormente, el proyecto no pretende ofrecer actividades turísticas, por lo que las reglas 16 a la 22 no son de observancia para el proyecto.

CAPÍTULO V

De los visitantes

***Regla 23.** Durante el desarrollo de actividades turísticas en áreas terrestres o marinas, los visitantes deberán cumplir con las Reglas contenidas en el presente instrumento y tendrán las siguientes obligaciones:*

I.No dejar ningún tipo de material o residuo;

II.No utilizar vehículos motorizados sobre las dunas de arena y playas;

III.Utilizar únicamente productos tópicos biodegradables durante las actividades acuáticas, y

IV.Portar el distintivo o brazalete que acredite el pago de derechos correspondiente.

Vinculación: El proyecto no pretende el desarrollo de actividades turísticas, pero se reitera que el proyecto implementará un "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", el cual tendrá como objeto promover la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto. En ningún momento se planea utilizar vehículos motorizados. Solo se utilizará la maquinaria necesaria para realizar el traslado de las estructuras de protección.

Regla 24. *Con la finalidad de que durante los recorridos para la observación de tortugas marinas en los sitios de anidación no se generen impactos antropogénicos que provoquen o puedan provocar alteraciones en el ciclo de desove y sobrevivencia de las crías de tortugas, estos sólo se podrán llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.*

Vinculación: Si bien el proyecto no tiene como fin prestar el servicio de observación de tortugas marinas, este se encuentra en una playa con registros de anidación de tortugas marinas, por lo que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Es importante señalar que esta playa está sometida a un proceso erosivo que ha reducido el hábitat de anidación disponible, por lo que la colocación de estructuras de protección, al restablecer las condiciones existentes y el cual implicará un beneficio a esta actividad reproductiva por recuperación de área (hábitat). Aunado a lo anterior, con la construcción de las estructuras propuestas (arrecifes artificiales), se pretende dar estabilidad en el tiempo a la línea de costa, extendiendo el beneficio señalado a través del tiempo. No obstante, dado que durante la temporada de anidación de las tortugas marinas las actividades para la construcción de arrecifes artificiales pueden afectar el comportamiento de hembras y crías (ahuyentamiento y desorientación), el Programa de Trabajo considera la suspensión de estas actividades constructivas durante toda la temporada de anidación. Aunado a lo anterior, se considera la continuación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que actualmente se lleva a cabo como parte de las medidas adoptadas por el Hotel Secrets Akumal.

Regla 25. *Durante las actividades de buceo autónomo, buceo libre, en sus modalidades esnórquel y apnea y nado para la observación de vida silvestre, se deberán atender las siguientes consideraciones: …*

I.No pisar, romper o tocar los corales con las manos o aletas, y mantener una distancia mayor a 1.5 metros de cualquier estructura arrecifal;

II.No tocar, alterar, perturbar o molestar a la fauna silvestre;

III.No se podrán emplear guantes, cuchillos, navajas, tubos extensibles para cámara, ballestas, arpones, pistolas con arpón o cualquier arma, artefacto o dispositivo que pueda causar un daño a la fauna;

IV.No remover o extraer ejemplares, partes o derivados de vida silvestre, viva o muerta, ni remover, extraer o cortar los pastos marinos, y

V.En ningún caso se bloqueará el circuito de nado de los individuos de vida silvestre o su trayectoria.

Vinculación: En la realización del proyecto se utilizará el buceo autónomo y/o libre como actividad de apoyo durante la construcción de las estructuras híbridas, definirá la zona de anclaje, que es el área en donde estarán ubicados estratégicamente más lastres de los cuales será anclado el chalán con el objeto de permanecer fijo durante las maniobras de colocación, en estas zonas no se presentan corales, ni fauna silvestre que perturbar, por lo que se respetará en todo momento lo indicado por esta regla.

Regla 26. *Durante las actividades de observación y nado con tortugas marinas no se permite alimentar, perseguir, tocar, molestar, acosar, retener, dañar o sujetar a las tortugas ni a otras especies de fauna, ni obstaculizar su ruta de nado o vías de escape. De igual manera, se deberán atender las siguientes consideraciones:…*

Regla 27. *Durante el desarrollo de las actividades de observación y nado con tiburón ballena, los prestadores de servicios y guías de turistas deberán dar cumplimiento a las siguientes disposiciones: …*

Regla 28. *En las caletas conocidas como Yalkú y Yakú ubicadas en la Subzona de Uso Público Refugio Akumal Franja Marino Costera, sólo podrá realizarse el buceo libre en su modalidad esnórquel.*

Vinculación: El proyecto no pretende llevar a cabo actividades de observación de ninguna especie marina dentro de la ANP.

Regla 29. *Dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano se podrá realizar el buceo libre en su modalidad de apnea siempre y cuando no se interfiera con los hábitos de las especies marinas. Las personas que practiquen esta modalidad de buceo libre son responsables de contar con la certificación correspondiente.*

En ningún caso, se permitirá la práctica del buceo libre en la modalidad señalada en el párrafo anterior, en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas tiburones y rayas.

Vinculación: Como ya mencionado, se utilizará el buceo autónomo y/o libre como actividad de apoyo durante la construcción de las estructuras de protección. Respetando en todo momento lo indicado por esta regla. Además, el proyecto no se encuentra dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas de tiburones y rayas.

Regla 30. *En la Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal el kayak, kitesurf, paddle board, buceo libre en la modalidad de apnea y velerismo, tabla vela o similares únicamente podrán realizarse fuera de los circuitos de nado y de la franja de protección de tortugas y pastos marinos.*

Regla 31*. Los prestadores de servicios y guías de turistas deben cumplir con las especificaciones señaladas por la SEMAR y contar con la capacitación impartida por parte de CONANP relativa a la importancia de la conservación de los recursos existentes en la Reserva de la Biosfera, manejo de buenas prácticas y posibles impactos a los ecosistemas*

Regla 32. *Durante las actividades de observación con tiburón toro deberán atenderse las siguientes indicaciones: …*

Regla 33. *Durante las actividades de observación de tiburón mako, deberán atenderse las siguientes indicaciones: …*

Vinculación: Como ya se ha mencionado anteriormente, el proyecto no pretende realizar ningún tipo de actividad turística ni de observación de especies marinas.

CAPÍTULO V

De las embarcaciones

Regla 34. *En la Reserva de la Biosfera se deberá respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo establecidas por las autoridades competentes.*

Vinculación: El proyecto en todo momento pretende respetar las señalizaciones marítimas y rutas de navegación, así como las áreas de fondeo.

Regla 35. *En el polígono 2 Riviera Maya de la Subzona de Uso Público Riviera Maya y Mahahual, la navegación en el área comprendida entre la Subzona de Uso restringido XcacelXcacelito hasta la caleta localizada a un kilómetro al sur, únicamente podrá realizarse a una velocidad máxima de 4 nudos, así como en los canales, sitios y lagunas someras y áreas de buceo, a fin de reducir al mínimo los efectos del oleaje sobre la orilla y no provoque suspensión de sedimentos del fondo.*

Vinculación: El proyecto no se ubica dentro del polígono 2 Riviera Maya de la Subzona de Uso Público Riviera Maya y Mahahual por lo que esta regla no es de observancia del proyecto.

Regla 36. *El uso de embarcaciones no se podrá llevar a cabo en aguas someras, cuando el tamaño de eslora, calado y tipo de propulsión pudieran afectar al hábitat o a las especies de flora y fauna.*

Vinculación: Se tendrán al menos 2 embarcaciones que ayudarán en todas las operaciones relacionadas con la tubería como colocarle flotadores, sujetarla al fondo con anclas, moverla de sitio según sea necesario, se colocarán mallas antidispersión donde se requiera según la operación que se vaya a realizar, etc. Por otro lado, en caso de presentarse esta situación se llevará a cabo el Programa de Manejo Integral de residuos, en el que contendrá un protocolo de acción para cualquier derrame o fallo en la operación.

Regla 37. *Las embarcaciones de usuarios particulares, en tránsito, de auxilio o de rescate, así como las de uso oficial, no requieren permiso para transitar dentro de la Reserva de la Biosfera, sin embargo, las actividades que realicen están sujetas a las disposiciones establecidas en el Programa de Manejo, prohibiendo cualquier actividad turístico recreativa con fines de lucro sin contar con la respectiva autorización de la CONANP y demás autoridades en la materia.*

Vinculación: Las embarcaciones que se utilicen deberán respetar las disposiciones establecidas en el presente Programa de Manejo.

Regla 38. *Toda embarcación para la prestación de actividades turístico recreativas, deberá llevar a bordo de la misma una copia de su autorización emitida por la CONANP.*

Vinculación: El proyecto no pretende llevar a cabo actividades turístico-recreativas, por lo que esta regla no es de observancia.

Regla 39. *Las embarcaciones que tengan servicio de sanitarios deben contar con los tanques contenedores apropiados para aguas residuales y serán responsables de garantizar su adecuada disposición final de conformidad con la normatividad vigente.*

Regla 40. *Dentro de la Reserva de la Biosfera no podrán realizarse actividades de limpieza o mantenimiento de embarcaciones con uso de sustancias químicas, ni cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área natural protegida. Para el abastecimiento de combustible deberán tomar las medidas necesarias para evitar el vertido de combustible al mar.*

Tampoco se podrá verter aguas de lastre y achicar sentinas, esto último, salvo en situaciones de emergencia, cuando se trate de embarcaciones mayores.

Regla 41. *La reparación de motores u otros equipos que puedan tener como consecuencia derrame de combustibles o aceites, sólo podrá realizarse en casos de emergencia y deberá evitarse el vertimiento de los mismos a fin no dañar a los ecosistemas.*

Regla 42. *Todas las embarcaciones deberán eliminar el uso de aceites para impermeabilizarlas, y contar con dispositivos adecuados para almacenar sustancias contaminantes durante su estadía en la Reserva de la Biosfera, tales como aceites, combustibles o residuos sólidos.*

Vinculación: En todo momento, el desarrollo del proyecto respetará lo estipulado en las reglas 39 a 42, realizando en todo momento el buen manejo de los residuos que se puedan generar. Además de que el proyecto no pretende descargar ningún tipo de residuos ni agua de lastre en las aguas del Caribe Mexicano y toda vez que el proyecto implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual tendrá como objeto promover la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto.

Regla 43. *Se permite el fondeo de embarcaciones, únicamente en los sitios definidos por las autoridades competentes para tal efecto. El anclaje sólo se permite en áreas de arenales, sin provocar alteraciones a las áreas de pastos o estructuras arrecifales cercanas.*

Regla 44. *Únicamente en situaciones de emergencia, se permitirá anclarse en zonas con fondo arenoso, libres de corales, responsabilizándose de que la embarcación quede fija al fondo, para evitar el garreo de la misma.*

Regla 45. *Las actividades permitidas sólo podrán realizarse en embarcaciones que cubran las especificaciones que señalen las autoridades correspondientes, y deberán operar en condiciones mecánicas, de limpieza y de seguridad óptimas.*

En la realización del proyecto se utilizará el buceo autónomo y/o libre como actividad de apoyo durante la construcción de las estructuras híbridas, definirá la zona de anclaje, que es el área en donde estarán ubicados estratégicamente más lastres de los cuales será anclado el chalán con el objeto de permanecer fijo durante las maniobras de colocación, en estas zonas no se presentan corales, ni fauna silvestre que perturbar, por lo que se respetará en todo momento lo indicado por esta regla.

CAPÍTULO VI

De la investigación científica

Regla 46. *Todo investigador que ingrese a la Reserva de la Biosfera con el propósito de realizar colecta con fines científicos deberá notificar a la Dirección sobre el inicio y término de sus actividades de conformidad con la fracción V de la Regla 12, adjuntando una copia de la autorización con la que se cuente. De igual forma, deberá hacer llegar a la Dirección una copia de los informes exigidos en dicha autorización.*

Regla 47. *Para el desarrollo de colecta e investigación científica en las distintas subzonas que comprende la Reserva de la Biosfera, y salvaguardar la integridad de los ecosistemas, los interesados deberán sujetarse a los lineamientos y condicionantes establecidos en la autorización respectiva y la Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT- 2000, Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional, el Decreto de establecimiento de la Reserva de la Biosfera, las presentes Reglas y demás disposiciones legales aplicables.*

Regla 48. *En el caso de captura incidental de organismos, éstos deberán ser liberados inmediatamente en el sitio de la captura.*

Regla 49. *Los investigadores que como parte de su trabajo requieran extraer de la Reserva de la Biosfera ejemplares de flora, fauna, fósiles, rocas o minerales, deberán contar con la autorización por parte de las autoridades competentes, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.*

Regla 50. *La investigación científica que implique la colecta de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre se realizará siempre que no se afecte negativamente con ello el hábitat o la viabilidad de sus poblaciones o especies.*

Regla 51. *Las colectas estarán restringidas a los sitios especificados en la autorización correspondiente y con apego a la subzonificación establecida en el presente Programa de Manejo.*

Vinculación: El objetivo del proyecto no incluye realizar ninguna investigación científica, por lo que las reglas del 46 al 51 no le son aplicables al proyecto.

CAPÍTULO VII

De los usos y aprovechamientos

Regla 52. En la Reserva de la Biosfera se permitirá la construcción de infraestructura de la Secretaría de Marina cuando conforme a sus atribuciones, se requiera para la defensa exterior y en coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia.

Vinculación: Esta regla es de observancia de la Secretaría de Marina, por lo que no aplica al proyecto.

Regla 53. *Queda prohibida la construcción de muelles, espigones, rompeolas, escolleras, embarcaderos, plataformas o cualquier infraestructura, a excepción de arrecifes artificiales; que afecte formaciones coralinas, pastos marinos, dunas o modifique la dinámica costera.*

Vinculación: El proyecto pretende la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR, lo cual es compatible con la Subzona de Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal. Vinculación con las especificaciones de la Subzona de Uso Público: Refugio Bahía de Akumal del Área Natural Protegida, Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano), además de señalar que el presente proyecto en ninguna de sus etapas afectara formaciones coralinas, pastos marinos y/o dunas.

Regla 54. *El aprovechamiento de especies consideradas en riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, estará sujeto a lo estipulado en la LGVS.*

Vinculación: El proyecto no pretende realizar aprovechamiento de especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Regla 55. *Dentro de la Reserva de la Biosfera, se permitirá construcción de infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades de turismo, investigación, manejo, atención de contingencias y operación de la Dirección siempre que para ello se utilicen exclusivamente ecotecnias, materiales propios de la región, se mantenga la funcionalidad de los ecosistemas, se respeten las condiciones naturales originales y no se fragmente el hábitat del que depende el desarrollo evolutivo de las especies.*

Vinculación: Esta regla es de observancia de la Dirección de la Reserva. No aplica al proyecto.

Regla 56. *Las obras o construcciones de embarque y desembarque deberán construirse mediante la utilización de pilotes, usando madera u otros materiales degradables que permitan la remoción de la estructura.*

Vinculación: El proyecto no pretende llevar a cabo obras de embarque y desembarque.

Regla 57. *La infraestructura terrestre que en su caso se construya para el desarrollo de las actividades permitidas, deberá atender las siguientes indicaciones:*

I.Ubicarse a una distancia mínima de cuarenta metros detrás del primer cordón de dunas costeras;

II.En las dunas embrionarias y primer cordón de duna primaria no se debe realizar la remoción de vegetación nativa y/o su aplanamiento;

III.Las áreas de desplante de las obras e instalaciones turísticas deben corresponder preferentemente a superficies desprovistas de vegetación o bien, en áreas alteradas en su vegetación por usos previos, y

IV.Los accesos a la playa deben incluir andadores elevados a través de pilotes que permitan el movimiento de la arena y la presencia de las especies características de las dunas costeras. Los pilotes deben ser superficiales y no cimentados tanto en zonas con o sin vegetación.

Vinculación: El proyecto no pretende llevar a cabo la construcción infraestructura terrestre, las estructuras híbridas se construirán fuera de la poligonal de esta ANP.

Regla 58. *La apertura de caminos rurales, brechas o senderos se podrá llevar a cabo, siempre y cuando no implique la modificación sustancial de las características y condiciones naturales del lugar, y se realice con material permeable o propio de la región, o bien con otro material que acredite que no genera un impacto a los ecosistemas, manteniendo la permeabilidad y no altere los flujos hidrológicos, movilidad de fauna e intercambio de germoplasma forestal. En áreas inundables deberán ser piloteados.*

Regla 59. *Los caminos rurales tendrán un ancho máximo de 6 m y una velocidad máxima de 70 km/h. Igualmente el mantenimiento de caminos existentes se podrá llevar acabo, siempre y cuando no implique la ampliación del camino o la modificación sustancial de las características y condiciones naturales del lugar.*

Regla 60. *La apertura de senderos se permitirá únicamente para el apoyo a las actividades de manejo, restauración, investigación y turismo de bajo impacto ambiental. Lo anterior, siempre y cuando se realicen minimizando la extracción lateral de vegetación y sin utilizar material que impida la captación natural de agua o su infiltración al suelo.*

Regla 61. *La apertura de senderos, brechas o caminos, así como la construcción de vías de comunicación en general requieren previo a su realización la autorización en materia de impacto ambiental conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la autorización de cambio de uso de suelo referida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*

Vinculación: Dentro del ANP se pretende la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m a unos 25 m de la línea de costa mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR, dado que en ningún momento pretende realizar aperturas de caminos, brechas o senderos, por lo que las reglas 58 al 61 no aplican.

Regla 62. *En las Subzonas de Preservación Humedales de Salsipuedes y Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Costa Norte, no se permite la apertura de bancos de material ni la extracción de arena o materiales para construcción.*

Vinculación: El proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no se ubica en las Subzonas de Preservación Humedales de Salsipuedes y Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Costa Norte.

Regla 63. *La reintroducción o repoblación de vida silvestre se realizará con especies nativas, tomando en consideración que con estas actividades no se comprometa o afecte la recuperación de otras especies existentes en el área que se encuentren catalogadas en alguna categoría de riesgo.*

Vinculación: El proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no realizara acciones de reintroducción o repoblación de vida silvestre.

Regla 64. *Los interesados en realizar actividades productivas o de fomento vinculadas a la pesca dentro de la Reserva de la Biosfera, deben contar con el permiso o concesión correspondiente emitida por la SAGARPA y, en su caso, con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.*

Regla 65. *Durante el aprovechamiento de los recursos pesqueros se deberá respetar la estructura de las formaciones coralinas y del lecho marino y se sujetará a lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-064- SAG/PESC/SEMARNAT-2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.*

De igual manera, en toda la Reserva de la Biosfera se podrán llevar a cabo actividades de captura de pez león (Pterois volitans), con fines de erradicación, para lo cual únicamente se podrá emplear el arte de pesca conocida como honda hawaiana o arpón de liga o resorte, estando prohibida la captura de cualquier otra especie de flora y fauna acuáticas, durante dicho aprovechamiento.

Regla 66. *Los pescadores sólo podrán utilizar las artes y equipos de pesca autorizados por la SAGARPA y deberán sujetarse estrictamente a lo establecido en la concesión o permiso y a las disposiciones aplicables para la subzona en la que se pretenda desarrollar la actividad.*

Regla 67. *La acuacultura, podrá realizarse en las subzonas que así lo prevean, siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente. De la misma forma, únicamente podrá realizarse con especies nativas, evitándose el uso de especies exóticas, incluyendo las invasoras.*

Regla 68. *La pesca de consumo doméstico se podrá efectuar sin propósito de lucro y con el único objeto de obtener alimento para quien la realice y de sus dependientes, por tanto no podrá*

ser objeto de comercialización, y estará sujeta a lo previsto en la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables.

Regla 69. *La pesca deportivo-recreativa en su modalidad de captura y liberación (catch and release, fly fishing o cualquier otra expresión sinónima en idioma distinto al español que tenga el mismo significado) consistirá en liberar todos los especímenes o ejemplares capturados, de marlín, pez vela, pez espada, sábalo o chiro, pez gallo, dorado, bonito, mero, o cualquier otra especie, por lo que una vez realizada su captura, deberán ser devueltos a su medio natural en buenas condiciones de sobrevivencia.*

Esta modalidad de pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación no se podrá realizar sobre estructuras arrecifales someras.

Regla 70. *En la subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Tiburón Ballena la pesca de camarón únicamente podrá realizarse en el área establecida para tal fin, misma que se realizará de acuerdo a la concesión y Plan de Manejo correspondientes, respetando los macizos de origen coralino y contar con la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.*

Regla 71. *En la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Arrowsmith, únicamente se permitirá la pesca comercial durante los meses de julio a febrero de cada año, correspondiente a la temporada de captura de langosta.*

Vinculación: El proyecto no pretende realizar actividades pesqueras ni de acuacultura, por lo que las reglas 64 a la 71 no le son aplicables al proyecto.

Regla 72. *La instalación de boyas o arrecifes artificiales, y los proyectos de recuperación de playas, deberán realizarse sin afectar pastos marinos, arrecifes de coral, duna costera, manglar, o las interacciones entre ecosistemas y servicios ambientales que proveen. Y sin utilizar estructuras que puedan ser desplazadas o lanzadas, en caso de eventos hidrometeorológicos.*

El proyecto consiste en la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR y de acuerdo con el levantamiento realizado, se tiene que las estructuras quedarían instaladas sobre el ambiente submarino arenal, sin producir afectación ni remoción de ecosistemas, además de que

los efectos de construcción de las estructuras serán puntuales en el lugar de instalación por lo que se realizaran sin afectar pastos marinos, arrecifes de coral, duna costera, manglar, o las interacciones entre ecosistemas y servicios ambientales que proveen. Asimismo, los resultados de moderación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje generado por la estructura, para los escenarios de oleaje más frecuentes en calma y de tormenta. Los resultados en la región que ocupa la celda litoral permiten comprobar que el efecto de las estructuras es prácticamente local, teniendo influencia local sobre el oleaje en el lugar de instalación, y no afectará a zonas colindantes, con una zona de resguardo ofrecida por las estructuras que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable.

Regla 73. *Los proyectos de protección costera, recuperación de playas, extracción de arena, instalación de arrecifes artificiales y sus obras asociadas, deberán atender lo siguiente:*

I.Formar parte de proyectos integrales de recuperación, minimizando los impactos ambientales en zonas aledañas;

Vinculación: Con base en los resultados de los estudios técnicos (caracterización del área del proyecto y del SAR, así como estudios de ingeniería y dinámica costera), se contempla el desarrollo de un proyecto integral de recuperación considerando la colocación de estructuras de protección paralelas a la costa, lo que permitirá la regeneración de la playa actualmente afectada por la pérdida de sedimento. Lo que dará una solución integral a la problemática identificada, contribuyendo con ello a mejorar las condiciones del Sistema Ambiental Regional y la biota, tanto del área del proyecto como de las zonas aledañas.

II. Atender a una problemática natural, sustentada con estudios actualizados de dinámica costera los cuales al menos deben considerar los siguientes:

a.La energía en el sistema como vientos, nivel del mar, corrientes marinas locales y de mar profundo, y eventos extremos;

b.Características físicas del sistema;

c. Batimetría y topografía, incluyendo forma de la costa y obstáculos;

d.Estructuras artificiales existentes, y su influencia en la disipación de la energía del oleaje, la modificación de corrientes, transporte y disponibilidad de sedimentos;

e.Sedimentos: volumen/cantidad, origen y sus características;

f.Ecosistemas presentes, su estado de conservación, extensión y tipo de arrecifes, pastos marinos, dunas ya que son factores influyentes en la dinámica costera, y

g.Todos estos factores se deben considerar una escala espacial geográfica adecuada para comprender el funcionamiento del sistema y el impacto de las obras propuestas en él.

Vinculación: El análisis del Sistema Ambiental Regional del proyecto, comprende estudios de los vientos, corrientes marinas, en el que se observa que, de manera general, el Sistema Ambiental Regional del proyecto está dominado por la Corriente del Caribe que corre de sur a norte, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo así mismo, se realizaron estudios de la velocidad de corrientes en el Sistema Ambiental Regional los cuales incluyen las condiciones más frecuentes que tienen lugar en situación de oleaje de calma o no tormenta y debido a las tormentas típicas que se presentan y Huracanes. Los escenarios de simulación contemplan una condición desfavorable de oleaje e incremento del nivel del mar en situación de huracán y efectos de cambio climático estudios que se pueden ver a detalle en los apartados del capítulo II y IV de la MIA-R. Asimismo, se realizó un análisis métrico del sedimento de los perfiles de playa para entender el transporte de sedimento presente en la celda litoral y relacionarlo con la dinámica costera y con la información de los factores físicos naturales y antropogénicos, se definió el área del SAR que permitiera definir el funcionamiento del sistema y el impacto de las obras propuestas, es así que se delimitó la celda litoral que conformaría el Sistema Ambiental Regional.

III.No afectar ni alterar las áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies;

Vinculación: El proyecto contará con un espaciamiento entre las estructuras colocadas permitiendo el paso de tortugas, así como de otras especies, es importante hacer notar que no se verán afectadas áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies. Así mismo el Hotel al cual se encuentra asociado el proyecto, se llevan a cabo acciones para el cuidado y protección de las especies de tortugas que llegan a anidar a esta zona por lo que hembras y crías seguirán siendo protegidas. A fin de no afectar pastos marinos los sitios propuestos en primera instancia para la instalación de las estructuras de protección, se modificaron lo que permitirá mantener los pastos marinos localizados en el SAR.

IV. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;

Vinculación: La ubicación, tipo y diseño del arrecife artificial, fue determinado a través modelos, basados en estudios técnicos de dinámica costera y caracterización ambiental, por lo que con la instalación de las estructuras de protección contribuirá al control de la erosión en la zona costera y ello restablecerá las condiciones naturales de la playa, así como de la dinámica costera, el proyecto se concibe como una solución integral que no afectará negativamente la zona de influencia del proyecto.

V. Contemplar un programa de contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas;

Vinculación: Se verificará que las embarcaciones, en caso de utilizarlas, así como las grúas necesarias para la instalación de las estructuras de protección, estén en perfectas condiciones, a fin de evitar cualquier derrame de combustible aceite o grasa. Una vez autorizado el proyecto, se entregará a la autoridad correspondiente, las Acciones de Contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas en el cual entre otras acciones se incluirán: la detención de las actividades, el retiro de la embarcación para su revisión y reparación fuera del área, el uso de cojines de absorción. Los desechos serán almacenados en una zona específica y serán dispuestos en centros especializados para ello. Estas acciones formará parte del Programa de Manejo Integral de Residuos propuesto en la MIA-R.

Lo anterior, con el fin de evitar cualquier afectación a los ecosistemas cumpliendo así con esta regla.

VI.Los arrecifes artificiales no podrán colocarse sobre estructuras coralinas;

Vinculación: Con base en la caracterización marina de las áreas propuestas para la instalación de los arrecifes artificiales (Capítulo IV), será principalmente sobre el ambiente submarino arenal.

VII. Los proyectos de arrecifes artificiales deberán contar con un plan de modificación o desmantelamiento en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuáles fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña, y

Vinculación: Al ser autorizado el proyecto, se entregará a la autoridad un Plan de modificación o desmantelamiento del arrecife artificial, en caso de que no se cumplan los objetivos por los cuales fueron instalados o que genere efectos negativos en el área inmediata o aledaña para ello, se implementara un programa de monitoreo del perfil costero que permita dar seguimiento a los resultados generados por el proyecto.

VIII.Los proyectos de instalación de arrecifes artificiales con fines turísticos, deberán contar con estudios de capacidad de carga, senderos y señalización.

Vinculación: No aplica para el proyecto.

Regla 74. Los proyectos de colocación de hábitats artificiales y las obras y actividades asociadas a dichos proyectos, deberán atender las siguientes indicaciones:

I.Sustentar con los estudios correspondientes la viabilidad del sitio seleccionado para la ejecución del proyecto;

II.No afectar ni alterar las áreas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres, en especial de las catalogadas en alguna categoría de riesgo, así como no afectar la alimentación, tránsito y reproducción de las tortugas marinas y otras especies;

III. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;

IV. Contemplar un programa de contingencia ante algún derrame o demás afectaciones a los ecosistemas;

V. Los hábitats artificiales no podrán colocarse sobre estructuras coralinas, y

VI.Los proyectos de instalación de hábitats artificiales con fines turísticos, deberán contar con estudios de capacidad de carga, senderos y señalización.

Vinculación: El proyecto consiste construir las estructuras de protección y que en un momento serán hábitat para especies en el sitio. No afectará procesos de dinámica, estructuras coralinas, ni sitios de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las especies silvestres (tal y como se analiza en los capítulos IV, V y VI). El proyecto funcionará para reducir la energía del oleaje, estabilizar los sedimentos, reducir la erosión de costa, mantener una playa más estable y, en caso de tormenta, evitar que los sedimentos escapen hacia aguas profundas siendo contenidos entre la costa. La ejecución del proyecto no amenaza el ecosistema porque no se introducen materiales exóticos, ni se amenaza la vida marina.

Regla 75. *Para obras de dragado se deben implementar medidas para minimizar la dispersión del sedimento y evitar el daño a los ecosistemas costeros y marinos, así como realizar acciones preventivas para el manejo y disposición del material producto del dragado.*

Vinculación: El proyecto no considera ningún tipo de obras de canalización ni dragado, no obstante se utilizarán geomembranas para evitar la dispersión de los sedimentos.

Regla 76. *No se permite la descarga directa de ningún tipo de sustancia de desecho, desagüe o drenaje en los cuerpos de agua, lagunas o mar.*

Regla 77. *Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que cumpla con los siguientes parámetros. …*

Vinculación: El proyecto no pretende realizar descargas a los cuerpos de agua, ni pretende construir plantas de tratamiento.

Regla 78. Las actividades de contención de sargazo en playas y área marina, se sujetarán a las disposiciones jurídicas aplicables.

Vinculación: Las actividades de contención y/o limpieza de sargazo se realizará de acuerdo con los lineamientos técnicos para el Bloqueo y Retiro de Sargazo en la Zona Marina, emitidos por la SEMARNAT a través de la Dirección General de Vida Silvestre.

Regla 79. Las actividades de turismo de bajo impacto se podrán realizar en las zonas núcleo, siempre que no impliquen modificaciones de las características o condiciones naturales originales de los ecosistemas presentes, ni la instalación de construcciones de apoyo.

Regla 80. Para la realización de regatas o competencias deportivo náuticas en la Reserva de la Biosfera, se deberán cumplir las siguientes condicionantes: …

Vinculación: El proyecto no pretende realizar actividades de turismo de bajo impacto ni regatas o competencias deportivo-náuticas. No aplica.

Regla 81. *La instalación de infraestructura, obras y actividades, incluyendo el dragado y mantenimiento de canales, que por su naturaleza puedan provocar impactos derivados de la suspensión de sedimentos, solo podrán autorizarse cuando: a través de estudios de dispersión de sedimentos y la aplicación de medidas de mitigación correspondientes se demuestre la no afectación a especies en categoría de riesgo, arrecifes de coral y a los pastos marinos; así como a los servicios ambientales que estos proveen.*

Para el caso de las obras o actividades que realice la SEMAR para atender una situación de emergencia, se deberá de atender lo previsto por los artículos 7 y 8 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Vinculación: Para la presente MIA-R, se llevaron a cabo estudios de dinámica costera, los cuales evidenciaron el movimiento de los sedimentos y como la aplicación de las medidas de mitigación demuestran la no afectación a las especies marinas, a los corales y a los pastos marinos, además se colocarán mallas antidispersión para evitar la dispersión de sedimentos.

Regla 82. *Quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.*

Vinculación: A través de la presente MIA-R, el proyecto pretende obtener la autorización en materia de impacto ambiental, de acuerdo con la LGEEPA y su reglamento en materia de impacto ambiental.

Regla 83. *Dentro de la Reserva de la Biosfera, sólo se permitirán actividades con OGM para fines de biorremediación, en los casos en que aparezcan plagas o contaminantes que pudieran poner en peligro la existencia de especies animales o vegetales y los OGM hayan sido creados para evitar o combatir dicha situación, siempre que se cuente con los elementos científicos y técnicos necesarios que soporten el beneficio ambiental que se pretende obtener, y dichas actividades sean permitidas por la SEMARNAT en los términos de la LBOGM.*

Vinculación: El proyecto no pretende realizar bioremediación ni control de plagas. No Aplica.

CAPÍTULO VIII

De la subzonificación

Regla 84. *Con el objeto de conservar el sistema ecológico y su biodiversidad que se distribuyen en la Reserva de la Biosfera, así como delimitar y ordenar territorialmente las actividades dentro de la misma, se establecen las siguientes subzonas:*

Zona Núcleo …

Zona de Amortiguamiento …

X)Subzona de Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal

…

Regla 85. El desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas mencionadas en la Regla anterior, se estará a lo previsto en el apartado de Subzonificación del presente Programa de Manejo.

Vinculación: El proyecto, se encuentra dentro de la Subzona de Subzona de Subzona de Uso Público Refugio Bahía de Akumal, en la cual se permite dicha actividad. Anteriormente se realizó la vinculación con las actividades permitidas y no permitidas, y en donde se puede determinar que el proyecto está acorde a estas actividades.

CAPÍTULO IX

De las actividades prohibidas

Regla 86. En las zonas núcleo de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano queda prohibido:

…

Regla 87. *Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:*

I.Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen;

II.Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas;

III.Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;

IV.Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería de camarón en la zona de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch;

V. Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM- 064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013 o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;

VI.Introducir especies exóticas invasoras;

VII.Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente;

VIII.Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente;

IX.Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorización correspondiente;

X.Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina, incluido el hundimiento de pecios;

XI.Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo y de hidrocarburos;

XII.Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales;

XIII.Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y

XIV.Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuacultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Vinculación: La promovente en todo momento acatará todas las prohibiciones. Es importante mencionar que El Programa de Manejo determina las actividades permitidas y no permitidas en la Subzona de Uso Público -Refugio Bahía de Akumal por lo que respecto a las no permitidas. Además, el presente proyecto en ninguna de sus etapas arrojará, verterá, almacenará, descargará o depositará desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; no tiene relación con la construcción de confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas ni sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos; no se emplearán equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino; no existe relación con las actividades de pesca; no se introducirán especies exóticas invasoras; no se alimentarán, tocarán o perseguirán a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente; no se colocará iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas; no se removerá el fondo marino, no obstante, con el objeto de asegurar la contención de los sedimentos en durante las actividades que conlleva la instalación del arrecife artificial, se instalaran mallas geotextiles que mantengan los sedimentos dentro del área delimitada a fin de evitar cualquier tipo de afectación a los recursos naturales; no se usaran explosivos; no se realizará la exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos.

Regla 88. *En toda la Reserva de la Biosfera queda prohibida la pesca de peces loro (Familia Scaridae).*

Vinculación: El proyecto no pretende pescar peces loro. No aplica.

Regla 89. Dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Marinos, queda prohibida la pesca comercial y deportivo-recreativa en las columnas de agua que se ubican sobre las Subzonas de Uso Restringido Colinas Submarinas de Colmer, Uso Restringido Banco Chinchorro Profundo y Uso Restringido Cordillera Submarina Caimán, las cuales se encuentran comprendidas dentro de las siguientes coordenadas:

…

Vinculación: El proyecto no se encuentra dentro de la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas Marinos. No aplica.

Regla 90. *Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

Vinculación: El proyecto no pretende afectación alguna al manglar. De igual manera tampoco implican afectaciones o alteración de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Regla 91. *Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.*

Vinculación: El proyecto en ningún momento pretende tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.

Regla 92. *Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas de la Reserva de la Biosfera.*

Vinculación: No se pretende utilizar embarcaciones motorizadas sobre las caletas.

Regla 93. *Dentro de la Reserva de la Biosfera queda prohibido el uso de arpón, a excepción del uso de la honda hawaiana o arpón de liga o resorte para la pesca del pez león (Pterois volitans).*

Regla 94. *Dentro de la Reserva de la Biosfera queda prohibida la pesca de cualquier especie de tiburón, salvo para investigación y monitoreo científico.*

Vinculación: El proyecto no pretende realizar ningún tipo de actividad pesquera.

CAPÍTULO X

De la inspección y vigilancia

Regla 95. La inspección y vigilancia del cumplimiento de las presentes reglas, es de competencia de la SEMARNAT, por conducto de la PROFEPA, en coordinación con la Secretaría de Marina y la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, sin perjuicio del ejercicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del ejecutivo Federal, estatal o municipal.

Regla 96. Toda persona que tenga conocimiento de algunos actos u omisiones que infrinjan las disposiciones jurídicas aplicables que pudiera ocasionar algún daño, deberá notificar a las autoridades competentes de dicha situación, por conducto de la PROFEPA o al personal de la Reserva de la Biosfera, para que se realicen las gestiones jurídicas correspondientes.

CAPÍTULO XI

De las sanciones

Regla 97. Las violaciones al presente instrumento, serán sancionadas de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA y sus reglamentos, en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal, y demás disposiciones legales aplicables.

Vinculación: La promovente se da por enterada de las reglas 95, 96 y 97 y reitera que en todo momento cumplirá con todas estas disposiciones jurídicas establecidas.

III.6 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.[7]

El Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), es el instrumento de política ambiental que tiene como objetivos regular e inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Así mismo, como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

En una primera etapa el POEMyRGMyMC describió el Área Sujeta a Ordenamiento (ASO). Lo anterior condujo a tener dos visiones diferentes pero complementarias, una en la cual se describe el ASO en función de sus atributos naturales y socioeconómicos y otra en cuanto a la percepción sectorial acerca de la aptitud del territorio en función de dichos atributos, ambas visiones se combinaron para construir la imagen actual o caracterización del ASO.

Posteriormente, gracias a varios procesos simultáneos, se construyó la regionalización final del ASO es decir se construyeron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con base en dos criterios centrales; primero el ser un documento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal que debe tener la resolución necesaria como para reflejar la complejidad del territorio ordenado, y segundo que debe ser un documento suficientemente generalizado como para ser aplicado y administrado sin incrementar de manera sensible los recursos disponibles para ello.

El área de la obra se encuentra inmersa en la UGA 139 (UGA) **139**, de tipo Regional denominada “Solidaridad” y a la cual le aplican las siguientes acciones generales y específicas.

[7] Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012

Unidad de Gestión Ambiental #:139

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Solidaridad
Municipio:	Solidaridad
Estado:	Quintana Roo
Población:	135,237 Habitantes
Superficie:	327,229.174 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	
Nota:	

Mapa

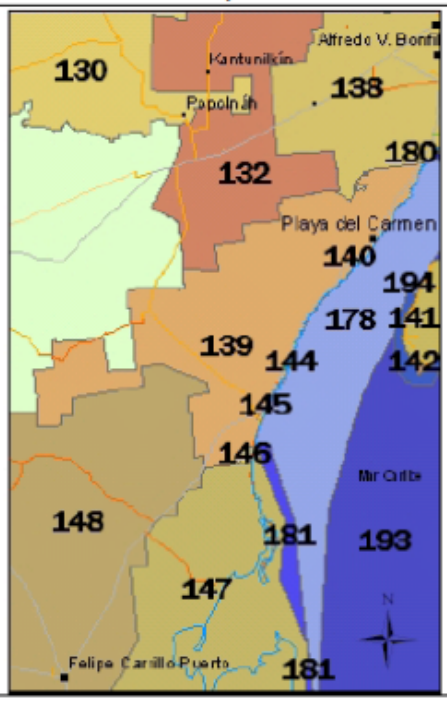


Ilustración III.6UGA 139 del POEMYRGMYMC.

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

Acciones Específicas							
Acción	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**
A-001	**APLICA**	A-027	**APLICA**	A-053	**APLICA**	A-079	NA
A-002	**APLICA**	A-028	**APLICA**	A-054	**APLICA**	A-080	NA
A-003	**APLICA**	A-029	**APLICA**	A-055	**APLICA**	A-081	NA
A-004	NA	A-030	**APLICA**	A-056	**APLICA**	A-082	NA
A-005	**APLICA**	A-031	**APLICA**	A-057	**APLICA**	A-083	NA
A-006	**APLICA**	A-032	**APLICA**	A-058	**APLICA**	A-084	NA
A-007	**APLICA**	A-033	**APLICA**	A-059	**APLICA**	A-085	NA
A-008	**APLICA**	A-034	NA	A-060	**APLICA**	A-086	NA
A-009	**APLICA**	A-035	NA	A-061	**APLICA**	A-087	NA
A-010	**APLICA**	A-036	NA	A-062	**APLICA**	A-088	NA
A-011	**APLICA**	A-037	**APLICA**	A-063	**APLICA**	A-089	NA
A-012	**APLICA**	A-038	**APLICA**	A-064	**APLICA**	A-090	NA
A-013	**APLICA**	A-039	**APLICA**	A-065	**APLICA**	A-091	NA
A-014	**APLICA**	A-040	**APLICA**	A-066	**APLICA**	A-092	NA
A-015	**APLICA**	A-041	NA	A-067	**APLICA**	A-093	NA
A-016	**APLICA**	A-042	NA	A-068	**APLICA**	A-094	NA
A-017	**APLICA**	A-043	NA	A-069	**APLICA**	A-095	NA
A-018	**APLICA**	A-044	**APLICA**	A-070	**APLICA**	A-096	NA
A-019	**APLICA**	A-045	NA	A-071	**APLICA**	A-097	NA

Acciones Específicas							
Acción	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**
A-020	**APLICA**	A-046	**APLICA**	A-072	**APLICA**	A-098	NA
A-021	**APLICA**	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	**APLICA**	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	**APLICA**	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	**APLICA**	A-050	**APLICA**	A-076	NA		
A-025	**APLICA**	A-051	**APLICA**	A-077	**APLICA**		
A-026	**APLICA**	A-052	**APLICA**	A-078	NA		

A continuación, se presentan los criterios generales de las UGA's 139 (UGA) **139**, de tipo Regional denominada "Solidaridad" aplicable al proyecto:

Tabla III.2 Estrategias Generales de la UGA 139 del POEMyRGMyMC aplicables al proyecto

Clave	Estrategias	Vinculación
G001	*Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.*	El proyecto no contempla la extracción ni uso de aguas subterráneas, tampoco su tratamiento y vertimiento. Por lo cual el criterio no es aplicable.
G002	*Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.*	La valoración del agua como servicio ambiental y la promoción de pagos asociados a ello no corresponde a una actividad de la promovente, por lo cual el criterio no es aplicable.
G003	*Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.*	No es interés, ni objeto social de la promovente la creación de UMA, ni el evitar el comercio de especies, por lo tanto, este criterio no resulta aplicable.
G004	*Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).*	El ámbito de instrumentación o refuerzo de campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre son competencia del Estado, por lo que el presente criterio no representa una responsabilidad para la promovente. Sin embargo, ésta cooperará con la autoridad en la medida de lo posible.
G005	*Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.*	El establecimiento de bancos de germoplasma no corresponde al objeto social de la promovente ni al ámbito del proyecto, por lo tanto, este criterio no resulta aplicable.

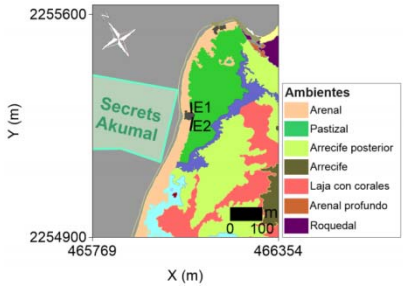
Clave	Estrategias	Vinculación
G006	*Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.*	La reducción de la emisión de gases de efecto invernadero corresponde a políticas públicas de compleja instrumentación, sin embargo, la promovente acatará todas las disposiciones que las autoridades emitan al respecto.
G007	*Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.*	La presente estrategia no resulta aplicable al proyecto ya que, la obra solo contempla la construcción y operación de obras de rehabilitación de playa frente almHotel Secrets Akumal.
G008	*El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este contempla únicamente las actividades de construcción y operación un arrecife artificial.
G009	*Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.*	Las acciones contempladas en este criterio son facultad propia de la Federación a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por lo que no implica responsabilidad alguna para la promovente.
G010	*Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.*	La presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que el mismo no tiene relación con actividades agropecuarias.
G011	*Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.*	El proyecto se desarrolla en total apego a los instrumentos reguladores. Asimismo se contemplan las medidas necesarias a fin de suprimir y/o aminorar los impactos ambientales que pudieran suscitarse mediante la implementación de diversos Programas Ambientales.
G012	*Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental*	En el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, no contempla la realización de actividades industriales ni de desarrollo de los mismos, por lo que la estrategia en comento no resulta aplicable al proyecto.
G013	*Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas*	El proyecto no considera, en ninguna fase, la introducción de especies potencialmente invasoras, para lo cual se considera el acuerdo por el que se determina la lista de las especies exóticas invasoras para México, publicado en el DOF el 07 de diciembre de 2016.
G014	*Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.*	Debido a la naturaleza y localización del proyecto el presente criterio no resulta aplicable.
G015	*Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.*	La presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que el mismo no tiene relación con actividades de asentamientos de zonas industriales.
G016	*Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región*	Debido a la ubicación del sitio del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable ya que no existen montañas cercanas a las instalaciones de la obra.

Clave	Estrategias	Vinculación
G017	*Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este último no contempla la realización de actividades agrícolas.
G018	*Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	Por motivos de la ubicación y características de este proyecto el criterio no resulta aplicable.
G019	*Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente al cambio climático en los asentamientos humanos.*	La obra en comento contempla los Programas de Ordenamiento aplicables al área de la obra, tal y como se ha descrito en párrafos anteriores y seguirá describiéndose más adelante. Con la descripción de este apartado se da cumplimiento al Programa de Ordenamiento en comento.
G020	*Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.*	Por motivos de la ubicación y características de este proyecto el criterio no resulta aplicable ya que no se incide en áreas inundables y no se tiene la presencia de ríos.
G021	*Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.*	En el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no se contemplan actividades extractivas.
G022	*Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” ya que no se promueve el uso de tecnologías productivas intensivas ni extensivas.
G023	*Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.*	Este criterio forma parte de las atribuciones propias de la SAGARPA en conjunto con la SEMARNAT, por lo cual no resulta vinculante en la realización de este proyecto.
G024	*Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.*	La reforestación a gran escala que define un incremento potencial de sumideros de carbono no es objeto de este proyecto.
G025	*Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas*	En el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla la realización de actividades productivas.
G026	*Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).*	El proyecto es de carácter puntual por lo que no implica un riesgo a la conectividad ambiental. Se ubica en la costa de la península de Quintana Roo donde el gradiente altitudinal es inexistente.
G027	*Promover el uso de combustibles de no origen fósil.*	La promoción de combustibles alternos y sustentables corresponde a una política energética la cual está fuera del alcance de la promovente.
G028	*Promover el uso de energías renovables.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este último no contempla el uso de energías renovables.
G029	*Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este último no contempla el uso de energías renovables

Clave	Estrategias	Vinculación
G030	*Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este último no contempla el uso de la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
G031	*Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.*	La promoción de combustibles alternos y sustentables corresponde a una política energética la cual está fuera del alcance de la promovente
G032	*Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno*	La promoción de combustibles alternos y sustentables corresponde a una política energética la cual está fuera del alcance de la promovente
G033	*Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias*	La promoción de combustibles alternos y sustentables corresponde a una política energética la cual está fuera del alcance de la promovente
G034	*Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.*	El proyecto no se relaciona con el consumo de energía de viviendas, edificaciones e industria.
G035	*Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este únicamente versa en la preparación, construcción y operación de un arrecife artificial como obras de rehabilitación costera.
G036	*Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.*	El proyecto no se relaciona con el consumo de energía de industria.
G037	*Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.*	La presente estrategia no resulta aplicable al proyecto ya que este último no tiene relación con actividades agroecológicas y la elaboración de modelos que participen en sistemas mundiales de zonificación agroecológica está fuera del alcance de la promovente.
G038	*Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, este componente del ordenamiento está fuera del alcance de la promovente.
G039	*Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.*	Esto corresponde a políticas sectoriales gubernamentales que no están al alcance de la promovente.
G040	*Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.*	El presente criterio corresponde a políticas sectoriales gubernamentales que no están al alcance de la promovente.
G041	*Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.*	La presenta estrategia no resulta aplicable al proyecto ya que corresponde a las autoridades su cumplimiento.
G042	*Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, debido a que le corresponde a la SEMARNAT verificar que los estados promuevan este registro.

Clave	Estrategias	Vinculación
G043	*LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.*	No aplica, lo anterior debido a que el proyecto solo contempla la preparación, construcción y operación de un arrecife artificial como obra de rehabilitación de la costa aledaña al Hotel Secret Akumal y el cumplimiento de este criterio corresponde a las autoridades.
G044	*Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.*	El objetivo del proyecto no está en el rubro de la pesquería, por lo que participa en la construcción y reforzamiento de cadenas productivas y de comercialización de pesquerías.
G045	*Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.*	El presente criterio no resulta aplicable al proyecto debido a que corresponde a las autoridades su aplicación.
G046	*Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que corresponde a las autoridades su aplicación y no es objeto del proyecto ni de la promovente.
G047	*Impulsar la diversificación de actividades productivas.*	El impulso para lograr la diversificación productiva corresponde a programas institucionales transversales. No es objeto de la promovente.
G048	*Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.*	La presente estrategia no es aplicable, ya que la instrumentación de campañas corresponde a la autoridad. No obstante, ante tales eventualidades se apoyará en todo lo que en su momento se requiera.
G049	*Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.*	No aplica al proyecto, toda vez que corresponde a la autoridad municipal.
G050	*Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que el mismo no tiene relación con la construcción de casas habitación.
G051	*Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.*	La presente estrategia no aplica con el proyecto toda vez que corresponde su aplicación a las autoridades, sin embargo, la obra contará con contenedores de residuos sólidos urbanos para su separación y posteriormente sean dispuestos por las autoridades municipales conforme a la Ley.
G052	*Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).*	No aplica, siendo que dicha acción se encuentra a cargo de la autoridad municipal, sin embargo, el proyecto comprende las actividades de limpieza durante todas las etapas del proyecto, así como la separación de los Residuos Sólidos Urbanos.
G053	*Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.*	Los programas y mecanismos de reutilización de aguas residuales pueden abordarse a diversos niveles. No obstante, a la escala del ordenamiento, corresponde a las autoridades estatales, y municipales. El proyecto no usará ni tratará agua.
G054	*Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este último no contempla la instalación y operación de plantas de tratamiento.

Clave	Estrategias	Vinculación
G055	*La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este último no contempla la remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, ya que el proyecto que nos ocupa radica en la construcción de un arrecife artificial que permita la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
G056	*Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.*	La promoción, impulso e instrumentación de la operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial es una responsabilidad que recae en los gobiernos estatal y municipal, no obstante, en el desarrollo del proyecto se acatará a cabalidad todas las disposiciones que en materia de gestión integral de residuos establezcan las autoridades en la materia.
G057	*Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.*	La promoción de estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático no es objeto ni está al alcance de la promovente.
G058	*La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.*	El proyecto plantea, a su escala, una apropiada gestión de los residuos peligrosos. No obstante, a nivel del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) esta gestión corresponde a las esferas de gobierno federal, estatal y municipal.
G059	*El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.*	La infraestructura y los procesos se llevan a cabo bajo cumplimiento de la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente al ANP-Caribe Mexicano, en donde particularmente este proyecto es concordante con el Decreto Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, ya que este pretende realizar obras para el mejoramiento y rehabilitación de playa, el cual requiere de la construcción de una arrecife artificial tendiente a rehabilitar la línea de costa erosionada.
G060	*Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.*	De acuerdo con el levantamiento realizado, se tiene que las estructuras quedarían instaladas sobre el ambiente submarino arenal como se muestra en la siguiente imagen; sin producir afectación ni remoción de ecosistemas, además de que los efectos de construcción de las estructuras serán puntuales en el lugar de instalación. Asimismo, los resultados de moderación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje generado por la estructura, para los escenarios de oleaje más frecuentes en calma y de tormenta. Los resultados en la región que ocupa la celda litoral permiten comprobar que el efecto de las estructuras es prácticamente local,

Clave	Estrategias	Vinculación
		teniendo influencia local sobre el oleaje en el lugar de instalación, y no afectará a zonas colindantes, con una zona de resguardo ofrecida por las estructuras que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable. 
G061	*La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.*	Tal como se describe ampliamente en el capítulo II de la presente MIA-R, el proyecto se construirá con estructuras que corresponden a la tipología conocida como diques de baja cota de coronación, que son obras que resultan recurrentemente rebasadas por el oleaje y que han sido empleadas exitosamente en obras portuarias y de navegación, pero su mayor uso ha sido como barreras para el control de la energía del oleaje y, por tanto, protectoras de la playa, por lo que se reitera que el proyecto en ninguna de las etapas incrementará la contaminación del ambiente marino.
G062	*Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.*	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que no se realizan actividades agropecuarias.
G063	*Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.*	La presente estrategia no resulta aplicable, siendo que la promoción, elaboración e instrumentación de ordenamientos pesqueros y acuícolas no es objeto de la promovente y ésta corresponde a las autoridades.
G064	*La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.*	En el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla la construcción obras carreteras, caminos, puentes o vías férreas, por lo tanto este criterio no es aplicable al proyecto.
G065	*La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.*	La obra contempla las disposiciones que se encuentran establecidas en el Decreto del Programa de Manejo del ANP “Caribe Mexicano”; sin embargo, la Dirección de la ANP o la Dirección Regional podrán emitir su opinión técnica en el marco del procedimiento de evaluación de acuerdo con lo establecido en el artículo 24 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y de conformidad con lo establecido por el artículo 55 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo que es de aplicación supletoria a la LGEEPA.

Con respecto a las acciones específicas por la UGA, se presentan a continuación las aplicables en la obra.

Tabla III.1 Acciones específicas de la UGA 139 del POEMyRGMyMC aplicables al proyecto.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto cumple con lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el Programa de Vigilancia Ambiental del Capítulo 6, entre las que se encuentran la educación y capacitación ambiental, que incluye el tema del manejo adecuado de sustancias peligrosas como los agroquímicos y pesticidas.
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto se ajusta a lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA descritas en el Capítulo 6 de la presente MIA-R, entre las que se encuentran el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST.
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Esta labor institucional no es objeto de la promovente.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto no implica uso, tratamiento ni disposición de agua.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	La promoción de ANP en el ASO no es objeto de la promovente ni del proyecto.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto se encuentra en una playa con registros de anidación de tortugas marinas, por lo que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Es importante señalar que esta playa está sometida a un proceso erosivo que ha reducido el hábitat de anidación disponible, por lo que las estructuras de protección, al restablecer las condiciones existentes implicará un beneficio a esta actividad reproductiva por recuperación de área (hábitat). Aunado a lo anterior, se pretende dar estabilidad en el tiempo a la línea de costa, extendiendo el beneficio señalado a través del tiempo. No obstante, dado que durante la temporada de anidación de las tortugas marinas las actividades
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
		para la construcción del arrecife pueden afectar el comportamiento de hembras y crías (ahuyentamiento y desorientación), el Programa de Trabajo considera la suspensión de estas actividades constructivas durante toda la temporada de anidación. Aunado a lo anterior, se considera la continuación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que actualmente se lleva a cabo como parte de las medidas adoptadas por el hotel aledaño.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto no se pretende en una zona agropecuaria. Esta acción específica no es aplicable.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas.	No aplica para el proyecto, dado que no se considera la instalación de infraestructura en la zona terrestre. El proyecto generará mejoras ambientales al ayudar a disminuir la erosión del área y con ello el retroceso de la línea de costa traduciéndose además en beneficios para la recreación y seguridad de los visitantes y para la biota que habita el sitio.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marítimas de ningún tipo.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	En el sitio del proyecto, no hay presencia de manglares y humedales, por lo que no generará afectaciones a dichos elementos naturales.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	No es objeto de la promovente impulsar políticas sectoriales en el ámbito del ASO. No obstante, el proyecto no pretende el emplazamiento de instalaciones o estructuras de índole civil sobre la franja arenosa del frente costero.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Aunque la capacidad de gestión del promovente es local y no incluye la totalidad del ASO, el proyecto propuesto coadyuvará en el logro de los objetivos planteados por los criterios señalados al establecer diversos Programas para la protección y recuperación de zonas degradadas y especies protegidas señalados en el Capítulo VI de la presente MIA-R.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Aunque la capacidad de gestión del promovente es local, se ajusta al presente criterio en la medida de que el proyecto propuesto coadyuvará en el logro de la restauración de zonas degradadas, dado que los resultados de moderación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje comprobando que el efecto de las estructuras es prácticamente local, teniendo

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
		influencia local sobre el oleaje en el lugar de instalación, y no afectará a zonas colindantes, con una zona de resguardo ofrecida por las estructuras que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable.
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la promovente. Sin embargo, el proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA del Proyecto, entre las que se encuentran el rescate de flora y fauna con énfasis en especies consideradas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras medidas cuyo fin es conservar las características que permiten el desarrollo de las especies en riesgo dentro del proyecto.
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138- SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.	En el área no se requiere de un programa de remediación. No aplica.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente, además de que el Proyecto no contempla actividades relacionadas con el manejo de la caña verde.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El alcance de la promovente se limita puntualmente al predio y al área de influencia directa del proyecto mismo que no repercute en las zonas industriales y urbanas del ASO. No obstante, se exigirá que la maquinaria y equipo se encuentren en óptimas condiciones mecánicas para minimizar emisiones a la atmósfera.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	La zona costera donde se pretende el proyecto no se encuentra afectada por hidrocarburos. No obstante, el Programa de Vigilancia Ambiental incluirá un monitoreo de la calidad del agua marina a través del Programa de Monitoreo del Cambio en el Comportamiento Marino y de Calidad del Agua.
A023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el PVA del Proyecto, contribuyendo al cumplimiento de esta acción.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.	El proyecto no tiene relación alguna con la industria y los automotores, por lo que esta acción no aplica.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	El proyecto corresponde al sector turístico, no al sector industrial por lo que no guarda relación con las acciones en comento.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto corresponde al sector turístico, no al sector industrial por lo que no guarda relación con las acciones en comento.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto consiste en la implementación de dos estructuras de protección para el mejoramiento y rehabilitación de playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal y no considera el emplazamiento de instalaciones de infraestructura sobre la superficie de playa.
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.	El proyecto no considera infraestructura de ocupación permanente sobre la duna.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto contempla la instalación de estructuras de protección, con objeto de evitar la erosión de la playa y a fin de que se restablezca su estado original, a su vez, ello contribuirá a la preservación del perfil de la costa, manteniendo los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la misma; además, mediante la implementación del Programa de Monitoreo de Perfil Costero podrán detectarse cambios no deseados o esperados en la playa por efecto de alguna actuación o intervención en las inmediaciones de la frontera tierra-mar.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	Dadas las condiciones de erosión presentes actualmente en la playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal, el proyecto plantea instalar Arrecifes Artificiales, los cuales consideran en su construcción, tecnologías de ingeniería y de construcción que minimicen la afectación al perfil costero. Dichas estructuras se diseñaron con base en los modelos generados para el proyecto. Es importante señalar, que tampoco se generará ningún tipo de afectación a los patrones de circulación de aguas costeras; por el contrario, el proyecto considera reestablecer la dinámica natural. Los arrecifes artificiales proyectados frente a la playa colindante con el Hotel asociado al proyecto, contribuirán a reducir la fuerza del oleaje, permitir el transporte de sedimento a zonas contiguas y estabilizar el frente de playa. Así mismo, con la

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
		implementación del Programa de Monitoreo de Perfil Costero, se detectarán los cambios en la playa, a fin de identificar si estos son los esperados o se requiere la implementación de alguna acción adicional.
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto tiene como finalidad restablecer las condiciones de la playa, evitar la erosión de playa y con ello, contribuir a la preservación de las características naturales de la misma, mediante la acumulación de sedimentos. Además de la regeneración del ancho de la playa mediante su relleno, utilizando arena compatible a la existente en el sitio. Cabe mencionar que, adyacente a la playa no existen sistemas lagunares costeros.
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto tiene como finalidad restablecer las condiciones de la playa, evitar la erosión costera y con esto, preservar la playa mediante la acumulación de sedimentos de manera natural, con lo cual no se afectarán las características físicas y químicas de la playa.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	No es objeto de la promovente la promoción de generación eléctrica por ningún medio en particular.
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	No es objeto de la promovente la promoción de generación eléctrica por ningún medio en particular.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	La generación de energía utilizando residuos agrícolas no es objeto de la promovente. Este criterio No aplica.
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No es objeto de la promovente la promoción de agroquímicos sintéticos por ningún medio en particular.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	Las actividades de pesca, mecanismos de seguimiento y control, vigilancia y el impulso a la a sustitución de pesca extractiva por producción acuícola y la consolidación de flotas pesqueras, no es objeto de la promovente.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	Las actividades de pesca, mecanismos de seguimiento y control, vigilancia y el impulso a la a sustitución de pesca extractiva por producción acuícola y la consolidación de flotas pesqueras, no es objeto de la promovente.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	Durante la ejecución del proyecto, quedará estrictamente prohibido el vertido y disposición de residuos de las embarcaciones. Se ejecutará un programa específico para el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto no se relaciona con la elaboración de planes o programas de desarrollo urbano.
A051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	No es objeto del proyecto la construcción de caminos.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No se contemplan actividades de cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques, por lo que no se guarda relación con esta acción.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no incluye el desarrollo de actividades productivas extensivas por lo que no se guarda relación con estas acciones.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	La promovente y el proyecto no se relacionan con actividades agropecuarias. No aplica.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Corresponde a la autoridad local lo citado en la acción, aunado a que no se contempla la producción agropecuaria.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	Esta acción no aplica, ya que la promovente no tiene relación con la implementación de cultivos.
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.	El proyecto no contempla el establecimiento de zonas urbanas, no implica actividades riesgosas ante eventos naturales, no ocurre en áreas propensas a inundaciones, derrumbes, zonas de restauración ecológica y no afecta humedales ni manglares.
A058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Esta labor de gestión gubernamental corresponde a las instancias de protección civil. No aplica.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Esta labor de gestión gubernamental para proporcionar equipamiento de cualquier tipo corresponde a las instancias de gobierno.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Corresponde a la autoridad el establecimiento y mejora de sistemas de alerta ante eventos hidrometeorológicos. No aplica para el proyecto. Sin embargo, la naturaleza del proyecto ayudará a evitar que los eventos hidrometeorológicos extremos dañen la playa, pues las estructuras de protección servirán como barrera artificial, evitando la erosión de la zona costera.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Esta labor de gestión gubernamental corresponde a las instancias de protección civil. No aplica.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El manejo e infraestructura para la gestión de residuos peligrosos, su gestión para consolidar capacidades organizativas es un tema transversal del gobierno federal, municipal y estatal. No Aplica. Sin embargo, el proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, dentro del cual se prevé el adecuado manejo y disposición de los residuos (líquidos, sólidos y peligrosos) generados en las diferentes etapas del proyecto. De esta manera, se da cumplimiento a esta acción.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Las acciones en cita no guardan relación con el proyecto, en la etapa constructiva se hará uso de sanitarios portátiles y en su etapa operativa se hará uso de la infraestructura sanitaria existente en el predio.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Esta acción específica no se relaciona con el proyecto que se analiza, por lo cual no resulta aplicable.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Las acciones en cita no guardan relación con el proyecto puesto que este no incluye la construcción u operación de una planta de tratamiento de aguas residuales.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto no pretende la captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas. No obstante no se afectarán escurrimientos pluviales.
A068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	La promoción del manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial no es competencia de la promovente, sin embargo, se llevará a cabo un programa para el manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos, de manejo especial y peligrosos que se puedan generar por el desarrollo del proyecto, para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera. La promovente atenderá la convocatoria de las autoridades o grupos organizados para este efecto participando en las campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos.

Clave	Acciones Específicas	Vinculación
A069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos que contiene acciones específicas para el manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. Lo anterior permite a la Promovente contribuir al cumplimiento de lo dispuesto en esta acción.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	Para el desarrollo del proyecto se implementará una serie de medidas para el adecuado manejo de los residuos generados en sus diferentes etapas. Estas medidas pueden consultarse en el capítulo VI de la presente MIA-R. Por tanto, el proyecto se ajusta a las acciones en cita.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El objetivo del proyecto es mejorar y rehabilitar la playa y duna de la celda litoral involucrada, por lo que no considera actividades turísticas en ninguna de sus etapas. Dichas actividades se encuentran asociadas al proyecto Plan Maestro Las Américas que ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	Corresponde a la autoridad establecer los criterios de sustentabilidad mediante certificaciones ambientales nacionales o internacionales para desarrollo turísticos.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos, flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El Proyecto no incluye el desarrollo de infraestructura aeroportuaria. Esta acción no aplica.

Como se puede observar, ninguna de las acciones y/o criterios antes señalados restringen o limitan el desarrollo del proyecto además de que su instrumentación va dirigida a distintas organizaciones gubernamentales a nivel federal, a los Estados y los municipios.

Cabe señalar que además estas acciones o criterios no tienen un enfoque regulatorio o normativo, sino más bien son de carácter instructivo ya que señalan hacia donde deben ir dirigidas las acciones señaladas en la instrumentación de políticas públicas.

Como el propio POEMyRGMyMC lo establece, y como se puede leer en cada uno de los criterios antes expuestos estos van dirigidos a distintas instituciones gubernamentales como son: SEMARNAT, CONANP, SECTUR, SAGARPA, SE, INAPESCA PEMEX, SENER, CFE, Estados, Municipios, entre otras, por lo que no restringen o prohíben la ejecución del proyecto que se pretende.

Criterios de Regulación Ecológica para Islas y Zonas CosterasInmediatas

Adicionalmente, resultan aplicables a la UGA 139 los ***Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas***, debido a que la zona costera reviste particular importancia para el desarrollo de distintas actividades productivas en el área sujeta a ordenamiento. Por lo anterior, el Programa en comento establece cinco zonas con base en sus características generales y posibilidades de uso, para las cuales, además de las acciones ya referidas para cada UGA resultan aplicables respectivamente conjuntos de acciones particulares para cada región.

Cabe destacar que la **Zona Costera Inmediata** queda definida en el POEMyRGMyMC como *"la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina".*

Considerando que este espacio de aguas alineadas a la costa reviste particular importancia para el desarrollo de distintas actividades productivas en el ASO se establecen cinco zonas con base en sus características generales y posibilidades de uso, para las cuales, además de las acciones ya referidas por UGA en los apartados anteriores se deberán aplicar respectivamente conjuntos de acciones particulares para cada región.

Las ZCI definidas por el POEMyRGMyMC son:

- Zona Costera Inmediata del Mar Caribe
- Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo
- Zona Costera Inmediata del Canal de Yucatán
- Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche
- Zona Costera Inmediata del Sur del Golfo de México
- Zona Costera Inmediata del Occidente del Golfo de México

Por la ubicación del proyecto, y para las UGA 139, únicamente le son aplicables los Criterios de Regulación Ecológica de la ZCI del Mar Caribe la cual Inicia en el límite internacional México-Belice y termina en el norte sobre el extremo occidente de la Isla de Holbox.

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la zona del Mar Caribe es un espacio que presenta una intensidad de uso turístico mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento un conjunto extra de criterios que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

Estos criterios responden en mucho a las características naturales de dicha franja por su riqueza en formaciones arrecifales y al intenso uso turístico de que son objeto de esas aguas inmediatas a la costa, particularmente en el caso del estado de Quintana Roo.

No.	Criterio	Vinculación
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto no contempla la construcción de infraestructura enáreas ocupadas por formaciones arrecifales. Las 2 estructuras del proyecto serán desplantadas en la proximidad de la costa, donde se tiene cobertura intercalada de arenales, además de que permitirá preservar los recursos naturales, ya que minimizará la erosión en la zona de playa del Hotel asociado al proyecto, motivo por el cual la instalación de las estructuras de protección permitirá mantener los sedimentos sin que afecten a las comunidades de corales presenten en el SAR.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	En la zona en la que se pretenden instalar las estructuras de protección existe la presencia de pastos marinos; por lo que, una vez que se pretendan instalar las estructuras y de ser el caso, se llevará a cabo el rescate y reubicación de los pastos colindantes con dichas estructuras, para garantizar su conservación y evitar en todo momento su afectación. De esta forma, las estructuras híbridas serán desplantadas en áreas de mayor perturbación natural por la proximidad a la corriente litoral que implica un constante movimiento de sedimentos del fondo y la dispersión de sólidos en suspensión (turbidez).
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no pretende llevar a cabo captura de mamíferos marinos, aves y reptiles. Además, previo a las actividades de relleno en playa se realizarán acciones de vigilancia en caso de que sea necesario realizar rescate y reubicación de fauna silvestre, la cual se hará con la finalidad de preservar dichos individuos y no se vean afectadospor el desarrollo del proyecto.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	Los sitios propuestos están fuera de las formaciones arrecifales en el sitio, y comprenden zonas arenosas sin cobertura vegetal ni coralina.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El proyecto contempla un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Marina, mismo que tiene como finalidad evitar las afectaciones a las especies que se ubiquen en el sitio del proyecto, el cual se realizará mediante una brigada de especialistas para llevar a cabo el rescate de la fauna marina. Lo anterior siempre considerando la normatividad aplicable.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto, ingresa la MIA-R para su evaluación y dictaminación en materia de Impacto Ambiental, para el cual se realizaron los estudios técnicos de ingeniería, dinámica costera y caracterización de flora y fauna marina, entre otros, que se encuentran soportando el presente Manifiesto, a efecto de que la autoridad cuente con elementos para emitir la resolución respectiva.

No.	Criterio	Vinculación
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	El proyecto no verterá hidrocarburos y productos químicos sobreningún cuerpo de agua.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto no prevé la realización de actividades recreativas marinas, no obstante, dado que el proyecto se encuentra en una playa con registros de anidación de tortugas marinas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Asimismo dado que durante la temporada de anidación de las tortugas marinas lasactividades para la implementación de estructuras pueden afectar el comportamiento de hembras y crías (ahuyentamiento y desorientación), el Programa de Trabajoconsidera la suspensión de estas actividades constructivas durante toda la temporada de anidación. Aunado a lo anterior, se considera la continuación del **"**Aprovechamiento no Extractivo de Vida Silvestre" para el desarrollo de actividades de nado con tortugas marinas en la Bahía de Akumal, en el estado de Quintana Roo, autorizado por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT, a través del cual se lleva a cabo platicas de concientización de la importancia de la conservación de las tortugas marinas, que actualmente se lleva a cabo como parte de las medidas adoptadas por el Hotel Secrets Akumal y por tanto cuenta con las autorizaciones correspondientes.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	No se prevé ningún tipo de obra u actividad sobre arrecifes coralinos. Las 2 estructuras del proyecto serán desplantadas en la proximidad de la costa, donde se tiene cobertura de arenales, además de que permitirá preservar los recursos naturales, ya que minimizará la erosión en la zona de playa del Hotel asociado al proyecto, motivo por el cual la instalación de las estructuras de protección permitirá mantener los sedimentos sin que afecten a las comunidades de corales presenten en el SAR. Asimismo, el proyecto, ingresa la MIA-R para su evaluación y dictaminación en materia de Impacto Ambiental, para el cual se realizaron los estudios técnicos de ingeniería, dinámica costera y caracterización de flora y fauna marina, entre otros, que se encuentran soportando el presente Manifiesto, a efecto de que la autoridad cuente con elementos para emitir la resolución respectiva.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El objetivo del proyecto es mejorar y rehabilitar la playa de la celda litoral involucrada, por lo que no considera actividades náuticas en ninguna de sus etapas.

No.	Criterio	Vinculación
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El proyecto no considera actividades de dragado. No obstante, con el objeto de asegurar la contención de los sedimentos en durante las actividades que conlleva el proyecto, se instalaran mallas geotextiles que mantengan los sedimentos dentro del área delimitada a fin de evitar cualquier tipo de afectación a los recursos naturales.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	El proyecto no considera la construcción de muelles paraembarcaciones mayores.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El criterio no guarda relación con el proyecto, ya que no realizará actividades de pesca comercial o deportiva.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	El establecimiento de instrumentos la política ambiental le corresponde a los tres órdenes de gobierno o en concurrencia, no siendo responsabilidad de los particulares, por lo que el presente proyecto no tiene relación alguna con lo establecido en dicho criterio. Sin embargo, el proyecto, mismo que se ubica en la UGA 139, ha observado los diversos ordenamientos ecológicos, como se muestra en el presente Capítulo con la vinculación correspondiente a los mismos, observando los usos de suelo permitidos y con los cuales es compatible el presente proyecto.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún Tulum (POET-CCT)[8]

El citado Programa tiene como finalidad regular y reglamentar el desarrollo de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum, ubicado en los Municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Cozumel, Estado de Quintana Roo, incluyendo en ese territorio el actual Municipio de Tulum.

Su objetivo principal, es alentar un desarrollo turístico e infraestructura de servicios congruente a políticas ambientales que permitan la permanencia de sus recursos naturales. Este modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos de la Región; siendo dichas políticas las que se presentan a continuación:

Conservación: Política ambiental que promueve, la permanencia de ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto implique cambios drásticos en el uso del suelo. En esta política se promueve mantener la estructura y procesos de los ecosistemas bajo un esquema sustentable de manejo de los recursos existentes.

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas nativos que por sus atributos de biodiversidad, extensión, particularidad o servicios ambientales merezcan ser preservados, y en su caso, incluidos en Sistemas de Áreas Naturales Protegidas en el ámbito federal, estatal o municipal.

Aprovechamiento: Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite cambios mayores del paisaje. Induce la utilización de los recursos naturales en mayor nivel dado el bajo grado de fragilidad ambiental de la unidad en cuestión.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales o permita aprovechar mediante otros usos las áreas degradadas.

Ahora bien en términos del programa en comento, en su artículo 6, establece que el Gobierno del Estado y los Municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Cozumel, en el ámbito de sus respectivas competencias y jurisdicciones, deberán vigilar que las concesiones, permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes y resoluciones que se otorguen para la Región denominada Corredor Cancún – Tulum se sujeten al Programa de Ordenamiento Ecológico para el Corredor Cancún – Tulum y cumplan con las políticas, usos del suelo y criterios ecológicos a que se refiere el presente Decreto.

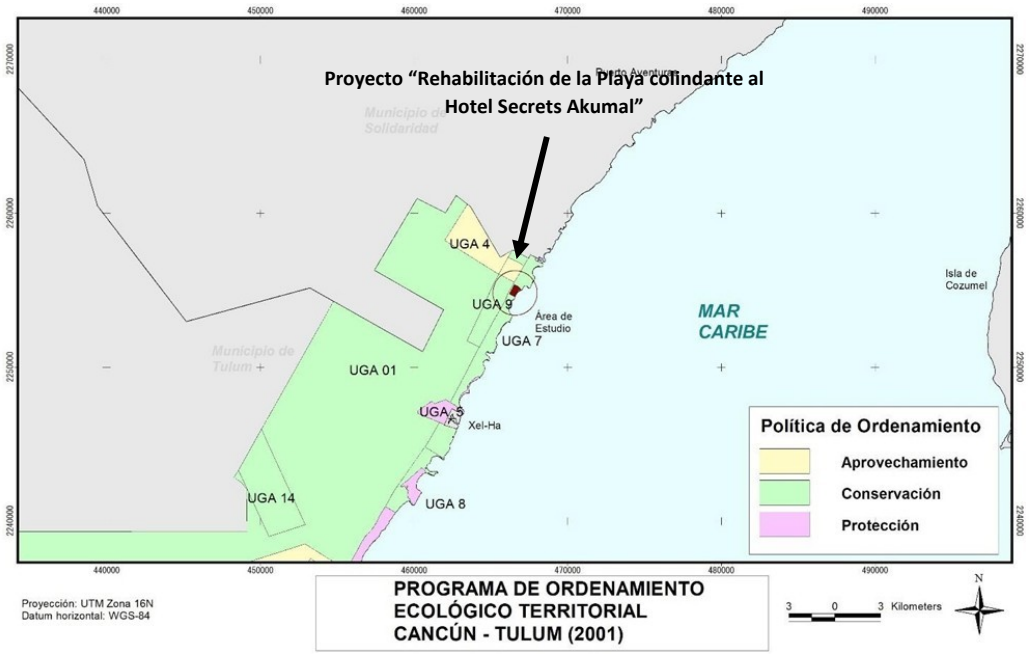
Como bien se indicó, el proyecto se ubica en un área donde concurren instrumentos de política ambiental y competencia local, como lo es el POET-CCT y el PDU-CPT, para lo cual el análisis de la presente MIA-R se realiza con apego al PDU-CPT, puesto que de conformidad con el punto 6.5 del capítulo de Vinculación con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables de los Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de fecha 16 de

[8] Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 2001.

noviembre de 2012, cuando exista un centro de población regulado por un PDU y un POEL, siempre deberá prevalecer lo que dispone el PDU.

En ese sentido, el sitio donde se desarrolla el Proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, incide en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) **CN57**, con política de Conservación, uso de suelo predominante de corredor natural, y condicionada para infraestructura y turismo. A continuación se señalan los criterios más relevantes de aplicación para la UGA:

CN_57	**POLÍTICA - FRAGILIDAD AMBIENTAL**	CONSERVACIÓN 5. P. SOLIMAN, CHEMUYIL, AKUMAL, XAAK, KANTENAH, CHACK-HALAL YANTEN Y PUNTA VENADO.
	USO PREDOMINANTE	Corredor natural
	Usos Compatibles	Flora y Fauna
	Usos Condicionados	Infraestructura turismo
	Usos Incompatibles	Acuacultura, Agricultura, Asentamientos humanos, Forestal, Industria, Minería, Pecuario, Pesca.



Políticas y usos del suelo asignados a la Unidad de Gestión Ambiental involucrada en el Proyecto, por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum.

UGA CN57	POLÍTICA - FRAGILIDAD AMBIENTAL	Conservación 5. P. Soliman, Chemuyil, Akumal, Xaak, Kantenah, Chack-halal Yanten y Punta Venado.
	USO PREDOMINANTE	Corredor natural
	Usos Compatibles	Flora y Fauna
	Usos Condicionados	Infraestructura turismo
	Usos Incompatibles	Acuacultura, Agricultura, Asentamientos humanos, Forestal, Industria, Minería, Pecuario, Pesca.
	CRITERIOS ECOLÓGICOS	C. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. EI. 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 36, 38, 43, 48, 49, 50, 52, 53. FF. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 32, 33, 34. MAE. 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29 30, 31, 32, 33, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 59. TU. 3, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 34, 40, 43, 44, 45.

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con los criterios ecológicos aplicables para la UGA del POET en cuestión:

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
Construcción			
C	**1**	Solo la superficie mínima indispensable para el proyecto constructivo podrá ser despalmada.	El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que este último contempla únicamente las actividades para la preparación, construcción y operación del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, ubicado en el Municipio de Tulum.
C	**2**	Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un programa de rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas, o en el mismo predio.	El proyecto no considera obras de construcción en zona terrestre por lo que el presente criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que este último contempla únicamente las actividades para la preparación, construcción y operación del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, ubicado en el Municipio de Tulum.
C	**3**	Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, dentro del predio y sobre los sitios de desplante del proyecto, pero nunca sobre humedales, zona federal o vegetación natural.	El proyecto no contempla la instalación de campamentos de construcción.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
C	**4**	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo in situ de desechos sanitarios	No se contempla la instalación de campamentos de construcción, sin embargo, se contempla la instalación de contenedores identificados para la disposición de los residuos generados durante la operación del proyecto.
C	**5**	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de manejo integral (minimización, separación, recolección y disposición) de desechos sólidos.	No se contempla la instalación de campamentos de construcción, sin embargo, se contempla la instalación de contenedores identificados para la disposición de los residuos generados durante la operación del proyecto.
C	**7**	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	No se contempla la instalación de campamentos de construcción, sin embargo, se contempla la instalación de contenedores identificados para la disposición de los residuos generados durante la operación del proyecto.
C	**8**	Cualquier cambio o abandono de actividad deberá presentar y realizar un programa autorizado de restauración de sitio.	Por la naturaleza del proyecto, se pretende alargar la vida útil del proyecto con el correspondiente mantenimiento a las estructuras e instalaciones, sin embargo en caso extraordinario se contemplarán las medidas, programas y planes necesarios para la etapa de abandono de sitio.
C	**10**	No se permite la utilización de explosivos, excepto para la apertura de pozos domésticos de captación de agua potable aprobados por un Informe Preventivo Simplificado y en apego a los lineamientos de la SEDENA	No aplica, ya que el Proyecto en comento no se requerirá del uso de explosivos.
C	**11**	No se permite la disposición de materiales derivados de las obras, producto de excavaciones o rellenos sobre la vegetación.	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” ubicado en zona marina, no contempla la disposición de sus residuos, sobre la vegetación, siendo que en caso de generarse algún tipo de residuo se dará aviso a las autoridades o en su caso se contratará una empresa externa para la recolección de dichos residuos generados.
C	**12**	Los Residuos Sólidos y Líquidos derivados de la Construcción deben contar con un programa integral de manejo y disponerse	El proyecto contempla la generación de residuos por ello se anexa a la presente

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
		en confinamientos autorizados por el Municipio	Manifestación de Impacto Ambiental, un programa Integral de manejo de residuos.
C	**13**	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruidos provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	El proyecto contempla la generación de residuos por ello se anexa a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, un programa Integral de manejo de residuos.
C	**14**	No se permite la utilización de palmas de las especies Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, y Coccothrinax readii (chit, cuca y nakás), como material de construcción excepto las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) o viveros autorizados	El proyecto no contempla la utilización de palmas de las especies Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, ni Coccothrinax readii, como material de construcción ya que el proyecto consiste en la construcción de un arrecife artificial mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR
C	**15**	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	Se contemplan las medidas necesarias para evitar la afectación de la calidad del aire.
C	**16**	Todo material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, y residuos vegetales, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	No se contempla el uso de material calizo, tierra negra, tierra de despalme, arena del fondo marino, piedra de muca, ni residuos vegetales, para el desarrollo del proyecto, siendo que este pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
C	**17**	Los campamentos de obras ubicadas fuera del centro de población no deberán ubicarse a una distancia menor de 4 km de los centros de población.	El presente criterio no resulta aplicable, siendo que se dará prioridad a la contratación de personal residente del municipio, así como de localidades cercanas con el fin de disminuir el impacto en la generación de CO2 por el transporte de los trabajadores.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
C	**18**	Las cimentaciones no deben interrumpir la circulación del agua subterránea entre el humedal y el mar	El proyecto consiste en la construcción de un arrecife artificial mediante el cual se pretende recuperar y mantener la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR por lo que no tiene relación con algún tipo de cimentación.
C	**19**	Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con las obras de recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR. .
EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA			
EI	**3**	La instalación de infraestructura estará sujeta a Manifestación de Impacto Ambiental.	En atención al presente criterio, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto denominado proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” en Tulum, Quintana Roo para dar cumplimiento a este criterio.
EI	**5**	Los asentamientos humanos y/o las actividades turísticas deberán contar con un programa integral de manejo y aprovechamiento de residuos sólidos.	El proyecto no tiene relación con asentamientos humanos; sin embargo, para dar cumplimiento al presente criterio, se anexará a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el Programa de Manejo de residuos.
EI	**8**	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
EI	**9**	Se promoverá la instalación de sanitarios secos composteros que eviten la contaminación del suelo y subsuelo y la proliferación de fauna nociva en las zonas suburbanas y rurales.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**10**	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos que incluyan clínicas, hospitales y centros médicos deberán contar con un sistema integral para el manejo y disposición de desechos biológico infecciosos	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**11**	Los desarrollos turísticos y/o asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de residuos líquidos y sólidos.	El proyecto no tiene relación con asentamientos humanos; sin embargo, para dar cumplimiento al presente criterio, se anexará a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el Programa de Manejo de residuos.
EI	**12**	Los desarrollos turísticos y los asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de las aguas residuales in situ, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.	El proyecto no tiene relación con asentamientos humanos; sin embargo, para dar cumplimiento al presente criterio, se anexará a la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el Programa de Manejo de residuos.
EI	**13**	Se prohíbe la canalización del drenaje pluvial hacia el mar y cuerpos de agua superficiales y en caso de ser necesaria la perforación de pozos de absorción para su solución, se deberá obtener la anuencia de la SEMARNAT y la Comisión Nacional del Agua.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**14**	Deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
		calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**16**	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de la normatividad vigente en materia de contaminación de aguas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**17**	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**18**	Se deberá utilizar aguas tratadas para el riego de jardines y/o campos de golf. El sistema de riego deberá estar articulado a los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**20**	No se permitirá la disposición final de aguas tratadas en el Manglar.	El proyecto en comento no contempla la disposición final de aguas tratadas en el manglar, además de que no se cuenta con manglar en el área del predio y toda vez que el proyecto consiste en la instalación de un arrecife artificial.
EI	**21**	Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el mantenimiento de derechos de vía	No se contemplan actividades de quema de desechos sólidos y vegetación, ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
EI	**22**	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**23**	Los paramentos de los caminos de acceso deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**24**	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en la orilla de los caminos.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**25**	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**26**	Se prohíbe la realización de caminos sobre manglares	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
EI	**27**	Los caminos que se construyan sobre zonas inundables deberán realizarse sobre pilotes o puentes, evitando el uso de alcantarillas, de tal forma que se conserven los flujos hidrodinámicos así como los corredores biológicos.	Por la naturaleza del proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no existen zonas inundables.
EI	**28**	Se prohíbe la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos.	Por la naturaleza del proyecto no se contempla la instalación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos; sin embargo, dentro del PMIR se contempla que los residuos sólidos serán retirados por los servicios públicos municipales o proveedores autorizados.
EI	**36**	No se permite la construcción de muelles	Por la naturaleza del proyecto el presente criterio no resulta aplicable al mismo, ya que no contempla la construcción de un muelle.
EI	**38**	Se desarrollaran programas para la instalación de fuentes alternativas de energía	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**43**	Se prohíben los campos de golf	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**48**	Todo proyecto de desarrollo turístico en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre, por lo que en la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a dicha zona, debiendo proveer accesos a ésta, en el caso de que se carezca de ellos. Eventualmente, podrá permitirse la reubicación de los accesos existentes,	El Proyecto en comento no contempla la realización de nuevas obras que afecten u obstruyan el acceso a la zona federal marítimo terrestre.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
		cuando los proyectos autorizados así lo justifiquen.	
EI	**49**	No deberá permitirse la instalación de infraestructura de comunicación (postes, torres, estructuras, equipamiento, edificios, líneas y antenas) en ecosistemas vulnerables y sitios de alto valor escénico, cultural o histórico.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**50**	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos que contiene acciones específicas para el manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. Lo anterior permite a la Promovente contribuir al cumplimiento de lo dispuesto en esta acción.
EI	**52**	El camino paralelo a la costa debe construirse en el ecotono entre la duna posterior y el humedal, dejando pasos y accesos para la fauna	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
EI	**53**	Los caminos ya existentes sobre humedales deberán adecuarse con obras, preferentemente puentes, que garanticen los flujos hidrodinámicos y el libre tránsito de fauna, tanto acuática como terrestre.	Por la naturaleza del proyecto el presente criterio no resulta aplicable, ya que este no se encuentra edificado sobre ningún humedal.
FLORA Y FAUNA			
FF	**1**	Se prohíbe la tala y aprovechamiento de leña para uso turístico y comercial.	Por la naturaleza del proyecto el presente criterio no resulta aplicable al mismo, ya que no se llevan a cabo ese tipo de actividades
FF	**2**	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales, deberán minimizar el	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
		impacto a las poblaciones de mamíferos, reptiles y aves, en especial el mono araña.	estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
FF	**4**	En los caminos y calles, se deberá conservar y promover la conectividad de las copas de los árboles para permitir la movilización de la fauna silvestre	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
FF	**5**	Los usos del suelo en las áreas adyacentes a las playas de anidación de tortugas estarán sujetos a autorización de impacto ambiental que demuestre la no afectación de las nidadas	El proyecto se encuentra en una playa con registros de anidación de tortugas marinas, por lo que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Es importante señalar que esta playa está sometida a un proceso erosivo que ha reducido el hábitat de anidación disponible, por lo que las estructuras de protección, al restablecer las condiciones existentes implicará un beneficio a esta actividad reproductiva por recuperación de área (hábitat). Aunado a lo anterior, se pretende dar estabilidad en el tiempo a la línea de costa, extendiendo el beneficio señalado a través del tiempo. No obstante, dado que durante la temporada de anidación de las tortugas marinas las actividades para la construcción del arrecife pueden afectar el comportamiento de hembras y crías (ahuyentamiento y desorientación), el Programa de Trabajo considera la suspensión de estas actividades constructivas durante toda la temporada de anidación. Aunado a lo anterior, se considera la continuación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que actualmente se lleva a cabo como parte de las medidas adoptadas por el hotel aledaño.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
FF	**6**	En las playas de arribazón de tortugas sólo se permite la instalación de infraestructura fuera del área de influencia marina que será de 50 metros después de la línea de marea alta o lo que, en su caso, determinen los estudios ecológicos.	El proyecto se encuentra en una playa con registros de anidación de tortugas marinas, por lo que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Es importante señalar que esta playa está sometida a un proceso erosivo que ha reducido el hábitat de anidación disponible, por lo que las estructuras de protección, al restablecer las condiciones existentes implicará un beneficio a esta actividad reproductiva por recuperación de área (hábitat). Aunado a lo anterior, se pretende dar estabilidad en el tiempo a la línea de costa, extendiendo el beneficio señalado a través del tiempo. No obstante, dado que durante la temporada de anidación de las tortugas marinas las actividades para la construcción del arrecife pueden afectar el comportamiento de hembras y crías (ahuyentamiento y desorientación), el Programa de Trabajo considera la suspensión de estas actividades constructivas durante toda la temporada de anidación. Aunado a lo anterior, se considera la continuación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que actualmente se lleva a cabo como parte de las medidas adoptadas por el hotel aledaño.
FF	**7**	Durante el período de anidación los propietarios del predio deberán coordinarse con la autoridad competente para la protección de las áreas de anidación de tortugas.	El proyecto se encuentra en una playa con registros de anidación de tortugas marinas, por lo que durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se tomarán las medidas correspondientes de acuerdo con lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012. Es importante señalar que esta playa está sometida a un proceso erosivo que ha reducido el hábitat de anidación disponible, por lo que las estructuras de protección, al restablecer las condiciones existentes implicará un beneficio a esta actividad reproductiva por recuperación de área (hábitat). Aunado a lo anterior, se pretende dar estabilidad en el tiempo a la línea de costa, extendiendo el beneficio señalado a través del tiempo. No

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
			obstante, dado que durante la temporada de anidación de las tortugas marinas las actividades para la construcción del arrecife pueden afectar el comportamiento de hembras y crías (ahuyentamiento y desorientación), el Programa de Trabajo considera la suspensión de estas actividades constructivas durante toda la temporada de anidación. Aunado a lo anterior, se considera la continuación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que actualmente se lleva a cabo como parte de las medidas adoptadas por el hotel aledaño.
FF	**8**	La autorización de actividades en sitios de anidación de tortugas, estará sujeta al programa de manejo.	Se trabaja en coordinación con la Dirección de Ecología municipal para la realización de las actividades implementadas para la protección y conservación de las tortugas, al mismo tiempo se propone implementar un Programa de Conservación de Tortugas.
FF	**9**	Se prohíbe alterar las dunas y playas en áreas de arribazón de tortugas.	El proyecto denominado ““Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla la instalación de infraestructura que alteren las dunas y playa donde arriban las tortugas. Asimismo se propone la implementación de un Programa de Conservación de Tortugas.
FF	**10**	En playas de arribazón de tortugas se prohíbe la iluminación directa al mar y la playa.	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla la instalación de infraestructura que proyecte una iluminación directa al mar o al área de playas. Asimismo se propone la implementación de un Programa de Conservación de Tortugas.
FF	**11**	En las áreas adyacentes a las playas de arribazón de tortugas, de requerirse iluminación artificial, ésta será ámbar, para garantizar la arribazón de las tortugas, debiendo restringirse alturas e inclinación en función de estudios específicos.	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla la instalación de infraestructura que proyecte una iluminación directa al mar o al área de playas. Asimismo se propone la implementación de un Programa de Conservación de Tortugas, en el que se siga garantizando que la infraestructura colindante con la zona federal marítimo terrestre cuente con poca iluminación artificial y de color ambar para reducir al mínimo la afectación a las tortugas; con un horario de

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
			restricción de iluminación de las 22:00 horas en todas las áreas colindantes con la zofemat.
FF	**12**	Se prohíbe el tránsito de vehículos automotores sobre la playa salvo el necesario para acciones de vigilancia y mantenimiento autorizados.	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla el tránsito de vehículos automotores en las zonas de playa donde existe arribazón de tortugas.
FF	**13**	Se realizará la señalización de las áreas de paso y uso de las tortugas marinas durante la época de anidación y desove de la tortuga marina.	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” presentará señalización colocada en las zonas donde se registran los pasos para desove de las tortugas. Asimismo se propone la implementación de un Programa de Manejo de Tortugas.
FF	**14**	En playas de arribazón de tortugas no se permite el acceso a ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole, la introducción de especies exóticas, ni el acceso de perros y gatos, así como la permanencia de residuos fecales de los mismos en la playa.	En el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no existe fauna feral o doméstica; asimismo, conforme a la reglamentación municipal en material de ecología, existe disposición expresa que prohíbe el acceso de animales de compañía, domésticos o ferales en la zona de playa del municipio de Tulum.
FF	**15**	En las áreas verdes deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original según la especie.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
FF	**16**	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre, salvo lo que la Ley General de Vida Silvestre prevea.	No se contempla la extracción, captura, ni comercialización de especies de flora y fauna silvestre.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
FF	**17**	Se permite establecer viveros e invernaderos autorizados	Por la naturaleza del proyecto el presente criterio no resulta aplicable al mismo, debido a que no se contará con un vivero.
FF	**18**	Se prohíbe el uso de compuestos químicos para el control de malezas o plagas. Se promoverá el control mecánico o biológico.	El proyecto no contempla el uso de compuestos químicos para el control de malezas ni plagas.
FF	**19**	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) no extractivas.	Por la naturaleza del proyecto denominado no se contempla la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Silvestre, ya que el mismo versa en la instalación de un arrecife artificial. Derivado de lo anterior se determina que el presente criterio no resulta aplicable al proyecto.
FF	**20**	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizado por la SEMARNAT.	No se contempla la extracción de flora y fauna acuática en cenotes.
FF	**21**	Se prohíbe el aprovechamiento de las plantas Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, Chamaedorea seifrizii, Coccothrinax readii y Beaucarnea ameliae (chit, cuca, xiat, nakás y despeinada o tsipil) y todas las especies de orquídeas, a excepción de las provenientes de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” ubicado en el municipio de Tulum, estado de Quintana Roo, no contempla el aprovechamiento de las plantas Thrinax radiata, Pseudophoenix sargentii, Chamaedorea seifrizii, Coccothrinax readii y Beaucarnea ameliae, ni de todas las especies de orquídeas.
FF	**22**	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	El presente criterio no resulta aplicable al proyecto en comento, ya que el mismo no contempla la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.
FF	**23**	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar Casuarina equisetifolia y se restablecerá la flora nativa	Por la naturaleza del proyecto, el presente criterio no resulta aplicable, ya que el mismo versa únicamente en la “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” ubicado en el Municipio de Tulum, Quintana Roo.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
FF	**24**	En las áreas verdes se emplearán plantas nativas y se restringirán aquellas especies que sean perjudiciales a esta flora.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
FF	**26**	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	El proyecto no contempla el uso de explosivos y dragados.
FF	**32**	Se prohíben los dragados, apertura de canales, boca y cualquier obra o acción que afecte a la comunidad coralina y la línea de costa.	El proyecto no considera actividades de dragado. No obstante, con el objeto de asegurar la contención de los sedimentos en durante las actividades que conlleva el proyecto, se instalaran mallas geotextiles que mantengan los sedimentos dentro del área delimitada a fin de evitar cualquier tipo de afectación a los recursos naturales.
FF	**33**	*Los desarrollos nuevos y/o existentes deberán garantizar la permanencia de las poblaciones de cocodrilos.*	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
FF	**34**	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	En atención al presente criterio, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” en Tulum, Quintana Roo, mismo que contiene en su Capítulo VI las medidas de prevención y mitigación a implementar con la finalidad de minimizar los posibles impactos generados hacia las especies con alguna categoría de protección, que aunque el proyecto ya se encuentra construido y operando se pretende implementar un Programa de Manejo de Fauna para la fauna que potencialmente se llegue a encontrar en el predio del proyecto

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
			principalmente de las especies listadas en la vigente NOM-059-SEMARMAT-2010.
MANEJO DE ECOSISTEMAS			
MAE	**1**	En las playas sólo se permite la construcción de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.	El proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” no contempla la colocación de estructuras temporales como palapas de madera o asoleaderos.
MAE	**4**	No se permite encender fogatas en las playas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**5**	Se prohíbe la extracción de arena de playas, dunas y lagunas costeras.	Por la naturaleza del proyecto, el presente criterio no resulta aplicable, ya que el mismo versa únicamente en la instalación de un arrecife artificial, el cual no pretende la extracción de arena.
MAE	**6**	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	El proyecto denominado proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” en Tulum, Quintana Roo, no contempla el vertimiento de hidrocarburos ni de productos químicos no biodegradables, siendo que en caso de generarse dichos residuos, se realizaran las actividades descritas en el Programa de Manejo de Residuos contemplado para el presente estudio.
MAE	**7**	No se permite la infraestructura recreativa y de servicios en el cordón de las dunas frontal.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
MAE	**8**	La construcción de edificaciones podrá llevarse a cabo después del cordón de dunas, a una distancia no menor de 40 m. de la Zona Federal y en altura máxima de 6 m.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**9**	No deberán realizarse nuevos caminos sobre dunas.	No se contempla la realización de caminos sobre las dunas, ya que el proyecto en comento versa únicamente en la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**10**	Solo se permite la construcción de accesos peatonales elevados y transversales sobre las dunas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**11**	No se permite la remoción de la vegetación natural en el cordón de las dunas, ni la modificación de éstas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**12**	La utilización de los humedales estará sujeta a la autorización de impacto ambiental que garantice el mantenimiento de los procesos geohidrológicos, calidad de agua, flujo de nutrientes y diversidad biológica	El proyecto no contempla la utilización de humedales, sin embargo, el SAR al estar ubicado cercano a estos, y a efectos de dar cumplimiento a la legislación aplicable se entrega a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
MAE	**14**	Complementario a los sistemas de abastecimiento de agua potable, en todas las construcciones se deberá contar con infraestructura para la captación de agua de lluvia.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**15**	El aprovechamiento de aguas subterráneas deberá garantizarse con estudios geohidrológicos, aprobadas por la CNA para justificar que la extracción no produce intrusión salina.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**17**	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona federal y cuerpos de agua.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**18**	Se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación de la zona perimetral a los cuerpos de agua.	Como se mencionó anteriormente el Proyecto en comento cuenta con áreas ajardinadas las cuales mantienen especies nativas y cabe señalar que se ha respetado la vegetación circundante alrededor del cenote existente dentro del polígono del proyecto.
MAE	**21**	Sólo se permite desmontar hasta el 15% de la cobertura vegetal del predio, con excepción del polígono de la UGA 7 que incluye el área de X'cacel-X'cacelito.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
MAE	**23**	La reforestación deberá realizarse con flora nativa.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**24**	No se permite modificar o alterar física y/o escénicamente dolinas, cenotes y cavernas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**25**	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliación de los cenotes y la remoción de la vegetación, salvo en caso de rescate, previo estudio de impacto ambiental.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**26**	Se prohíbe el desmonte, despalme o modificaciones a la topografía en un radio de 50 m. alrededor de los cenotes, dolinas y/o cavernas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**27**	La utilización de cavernas y cenotes estará sujeta a una evaluación de impacto ambiental y estudios ecológicos que permitan generar medidas que garanticen el mantenimiento de la biodiversidad; promoviendo además la autorización para su uso ante la Comisión Nacional del Agua.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
MAE	**29**	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de fauna silvestre.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**30**	En zonas inundables no se permite la alteración de los drenajes naturales principales.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**31**	Las obras autorizadas sobre manglares deberán garantizar el flujo y reflujo superficial del agua a través de un estudio geohidrológico.	Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable, siendo que este además no se encuentra ubicado sobre manglar.
MAE	**32**	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	No se contempla el desarrollo de obras que obstruyan o modifiquen los escurrimientos pluviales dentro del área del proyecto.
MAE	**33**	Se promoverá el control integrado en el manejo de plagas, tecnologías, espacio y disposición final, de envases de plaguicidas.	El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que no se contempla el uso de plaguicidas, sin embargo, en caso de ser necesario el uso de los mismos, serán dispuestos según lo estipulado en el Programa de Manejo de Residuos.
MAE	**45**	El aprovechamiento, tala y relleno del manglar en ningún caso deberá de exceder el 10% de la cobertura incluida en el predioy deberá realizarse de tal forma que no se afecte la continuidad y calidad de los procesos hidrodinámicos y dinámica poblacional de las especies de manglar, así mismo deberá garantizarse la permanencia del 90% de manglar restante. La porción a desmontar no deberá rebasar el porcentaje de despalme permitido para el predio.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
MAE	**47**	El aprovechamiento de los cuerpos de agua se deberá justificar con estudios geohidrológicos aprobados por la Comisión Nacional del Agua.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**48**	Solo se permite la utilización de fertilizantes orgánicos, herbicidas y plaguicidas biodegradables en malezas, zonas arboladas, derechos de vía y áreas verdes.	El presente proyecto no contempla el uso de fertilizantes en las áreas verdes del Hotel, sin embargo, en caso de ser necesario, se verificará que estos sean de origen orgánico y biodegradable.
MAE	**49**	En las áreas verdes solo se permite sembrar especies de vegetación nativa.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**52**	La reforestación en áreas urbanas y turísticas deberá realizarse con flora nativa, o aquella tropical que no afecte a esta misma vegetación, que no perjudique el Desarrollo Urbano y que sea acorde al paisaje caribeño.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**53**	Se prohíbe la utilización de fuego o productos químicos para la eliminación de la cobertura vegetal y/o quema de deshechos vegetales producto del desmonte.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**54**	Las áreas que se afecten sin autorización, por incendios, movimientos de tierra,	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
		productos o actividades que eliminen y/o modifiquen la cobertura vegetal no podrán ser comercializados o aprovechados para ningún uso en un plazo de 10 años y deberán ser reforestados con plantas nativas por sus propietarios, previa notificación al municipio.	recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
MAE	**55**	Se prohíbe la acuacultura en cuerpos de agua naturales.	El presente criterio no resulta aplicable al proyecto, ya que el proyecto no contempla actividades de acuacultura.
MAE	**59**	Para la zona comprendida entre la carretera federal y el Área Natural Protegida de X´cacel-X´cacelito, solo se permite desmontar hasta el 10 % de la cobertura vegetal del predio.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TURISMO			
TU	**3**	Se podrán llevar a cabo desarrollos turísticos con una densidad neta de hasta 30 cuartos/ha. en el área de desmonte permitida	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**10**	Las actividades recreativas deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos que contiene acciones específicas para el manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. Lo anterior permite a la Promovente contribuir al cumplimiento de lo dispuesto en esta acción.
TU	**11**	Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	El proyecto en comento contempla como medida de prevención la impartición de pláticas y avisos a los visitantes y al personal operario sobre las disposiciones a cumplir

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
			con el fin de evitar un mayor impacto al medio.
TU	**12**	En el espeleobuceo no se permitirá molestar, capturar o lastimar a la fauna cavernícola ni modificar, ni alterar o contaminar el ambiente de la caverna.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**15**	Las edificaciones no deberán rebasar la altura promedio de la vegetación arbórea del Corredor que es de 12.0 m.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**17**	La construcción de hoteles e infraestructura asociada ocupará como máximo el 10% del frente de playa del predio que se pretenda desarrollar.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**18**	Las actividades turísticas y/o recreativas estarán sujetas a estudios ecológicos especiales que determinen áreas y horarios de actividades, así como la capacidad de carga de conformidad con la legislación vigente en la materia.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**21**	En los casos en que las zonas aptas para el turismo colinden con alguna área natural protegida, deberán establecerse zonas de amortiguamiento entre ambas, a partir del límite del área natural protegida hacia la zona de aprovechamiento.	La obra del proyecto se encuentra inmersa en el Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera “Caribe Mexicano”, para la cual se realiza la vinculación pertinente en el Apartado de Áreas Natural Protegida, en el que se indica que dentro del área de amortiguamiento, el proyecto encaja

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
			con lo estipulado por la fracción IX. Restauración de ecosistemas y XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, el cual pretende justamente el mejoramiento y rehabilitación de playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal con lo cual requiere de la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m. Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal) que mejorarán y rehabilitarán la línea de costa erosionada.
TU	**22**	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM 059.	En caso de encontrarse alguna especie enlistada en la norma en comento, así como de encontrarse estos ecosistemas en el área del proyecto, se definirán las medidas de mitigación necesarias para su protección.
TU	**23**	Excepto lo mencionado en el criterio TU 22, en las actividades y los desarrollos turísticos, el área no desmontada quedará distribuida perimetralmente alrededor del predio y del conjunto de las edificaciones e infraestructura construidas.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**24**	En las actividades y desarrollos turísticos, el cuidado conservación y mantenimiento de la vegetación del área no desmontada es obligación de los dueños del desarrollo o responsable de las actividades mencionadas, y en caso de no cumplir dicha obligación, se aplicarán las sanciones correspondientes conforme a la normatividad aplicable vigente.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
TU	**34**	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**40**	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	Se les indicara a los visitantes y personal operario, que está prohibido alimentar a la fauna silvestre circundante al área del proyecto.
TU	**43**	En las Zonas Arqueológicas solo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**44**	Antes de efectuar cualquier tipo de desarrollo e infraestructura se deberá efectuar un reconocimiento arqueológico y notificar al Instituto Nacional de Antropología e Historia de cualquier vestigio o sacbé (camino blanco maya) que se encuentre.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.
TU	**45**	Se consideran como equivalentes: Una villa a 2.5 cuartos de hotel. Un departamento, estudio ollave hotelera a 2.0 cuartos dehotel. Un cuarto de clínica hotel a 2.0 cuartos de hotel. Un camper sencillo y cuartode motel a 2.0 cuartos de hotel.	Por la naturaleza del proyecto, la presente estrategia no tiene relación alguna con la instalación de un arrecife artificial para la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR.

UGA 7			
Uso	**No.**	**Criterios**	**Vinculación**
		Un cuarto de motel a 1cuarto de hotel. Una Junior suite a 1.5 cuartode hotel. Una suite a 2 cuartos de hotel. Se define como cuarto hotelero tipo al espacio de alojamiento destinado a la operación de renta por noche, cuyos espacios permiten brindar al huésped servicios sanitarios, área dormitorio para dos personas, guarda de equipaje y área de estar; no incluirá locales para preparación o almacenamiento de alimentos y bebidas. La cuantificación del total de cuartos turísticos incluye las habitaciones necesarias del personal de servicio, sin que esto incremente su número total.	

Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030[9]

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tulum 2006-2030, es otro instrumento normativo que determina, para el proyecto, regulaciones relacionadas con el ordenamiento del territorio; su última actualización fue publicada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 9 de abril de 2008.

Es importante resaltar que el predio del proyecto NO se encuentra dentro del Área de Aplicación del Programa PDDU-CPT 2006-2030, aclarando que no toca ninguna de las áreas urbanas reguladas por el presente instrumento, ya que se ubica en la zona de playa, por lo que la presente vinculación con este instrumento es solamente informativa.

III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna, tomado como base las acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el planteado, y se describe cómo se dará cumplimiento a los lineamientos con apego a las normas oficiales mexicanas que tienen injerencia en el proyecto, mismo que se presenta a continuación:

[9] Publicado en el Diario Oficial del Estado de Quintana Roo el 9 de abril de 2008.

NOM-162-SEMARNAT-2012[10]

Precepto Legal	Vinculación
1. Objetivo Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	El promovente tiene entre sus objetivos la protección y conservación de las tortugas (*Chelonia mydas, Caretta caretta, Eretmochelys imbricata*), lo cual es congruente con esta norma.
5. Especificaciones generales	
5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	El promovente considera cumplir con todas las especificaciones relacionadas con la presente norma.
5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable	El presente documento forma parte de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional ingresada para la evaluación del proyecto en la materia de impacto ambiental, así como del documento que da respuesta a la información adicional solicitada por la autoridad ambiental en materia de impacto ambiental.
5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	La obra del proyecto se encuentra inmersa en el Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera “Caribe Mexicano”, para la cual se realiza la vinculación pertinente en el Apartado de Áreas Natural Protegida, en el que se indica que dentro del área de amortiguamiento, el proyecto encaja con lo estipulado por la fracción IX. Restauración de ecosistemas y XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, el cual pretende justamente el mejoramiento y rehabilitación de playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal con lo cual requiere de la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m. Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal) que

10

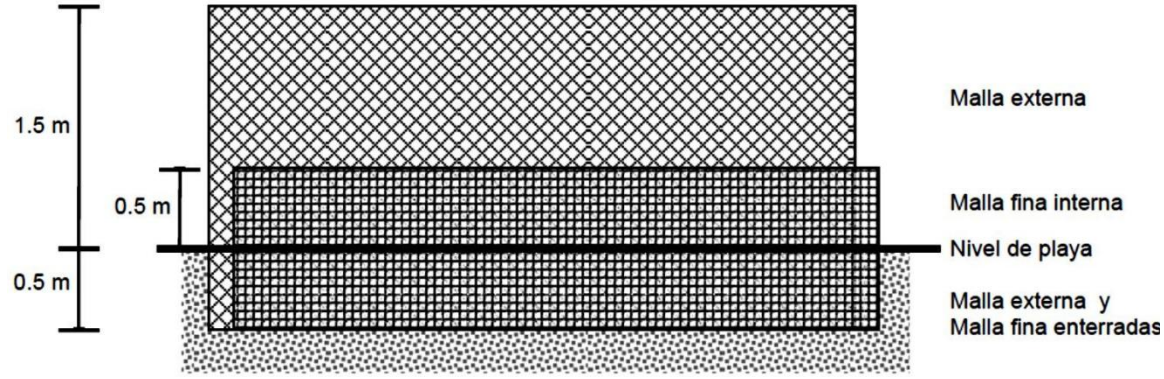
Precepto Legal	Vinculación
	mejorarán y rehabilitarán la línea de costa erosionada.
5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	
5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	El proyecto no plantea remover vegetación nativa ni introducir especies exóticas en el hábitat de anidación, lo cual es congruente con esta norma.
5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.	El proyecto plantea instalar un Arrecife Artificial, mediante la colocación de dos estructuras que reducirán la fuerza del oleaje, permitirán el transporte de sedimento a zonas, por tanto, se dará la recuperación del hábitat de anidación. Además, se implementará el Programa de Conservación y Manejo de Tortugas, en donde se desarrollarán las medidas para propiciar la regeneración natural de la comunidad. Además, se dará continuidad al registro de la cantidad de nidos, huevos y crías que son liberadas para observar la tendencia que se presente en la anidación de tortugas a partir de la instalación de las estructuras de protección.
5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	El promovente mantendrá la playa libre de objetos que pudieran obstaculizar el paso de las tortugas anidadoras y sus crías; además, se llevará a cabo la recolección del sargazo en el frente de playa, en especial durante la época de arribo de las tortugas marinas, para mantener en buenas condiciones el área del paso y anidación de los quelonios. También, en caso necesario, se integrarán acciones de descompactación de la arena y eliminación de bermas en caso de presentarse antes de cada temporada de anidación.
5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	El proyecto no considera la instalación de luz para algún tipo de actividad, ya que las obras proyectadas se harían en horario matutino (8:00 a 16:00 horas). Se Eliminará, reorientará o modificará cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.
5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia	El proyecto no considera la instalación de luz para algún tipo de actividad, ya que las obras proyectadas se harían en horario matutino (8:00 a

Precepto Legal	Vinculación
abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	16:00 horas). Cabe señalar que actualmente no hay luz en el área de playa, ya que la iluminación por parte del Hotel, en las noches se apaga, y la presente tiene una intensidad de bajo voltaje, siendo estas de color amarillo.
5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	En el área de la playa no se lleva a cabo el tránsito de vehículos con excepción, en casos extraordinarios, del arribazón de grandes cantidades de sargazo, ya que son utilizados para el transporte de sargazo fuera del área de playa. Así mismo se considera que las obras proyectadas no se realizarán durante la época de anidación, pero si por excepción tuvieran que realizarse algunas, éstas se harían en horario matutino (8:00 a 16:00 horas) y la maquinaria, equipo, material o residuos serían retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o el paso de las crías hacia el mar. Además, el promovente atenderá esta disposición durante la época de anidación y nacimiento de crías. También se realizan acciones para evitar el paso de animales domésticos que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías.
6. Especificaciones de manejo	
6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El promovente, cuenta ya con las autorizaciones correspondientes, en el entendido que actualmente y desde hace varios años atrás, se viene implementando el **“**Aprovechamiento no Extractivo de Vida Silvestre” para el desarrollo de actividades de nado con tortugas marinas en la Bahía de Akumal, en el estado de Quintana Roo, autorizado por la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT, a través del cual se lleva a cabo platicas de concientización de la importancia de la conservación de las tortugas marinas.

Precepto Legal	Vinculación
6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	La obra del proyecto se encuentra inmersa en el Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera “Caribe Mexicano”, para la cual se realiza la vinculación pertinente con el Decreto y su Programa de Manejo en el Apartado de Áreas Natural Protegida, en el que se indica que dentro del área de amortiguamiento, el proyecto encaja con lo estipulado por la fracción IX. Restauración de ecosistemas y XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, el cual pretende justamente el mejoramiento y rehabilitación de playa frente al Desarrollo Turístico Hotel Secrets Akumal con lo cual requiere de la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m. Las estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal) que mejorarán y rehabilitarán la línea de costa erosionada.
6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	No se considera realizar actividades de manejo en tortugas marinas adultas, para el manejo de las crías de tortuga marina, se tomarán en cuenta todas las medidas necesarias establecidas en el presente criterio, y que de no estar contempladas en el Programa de Conservación y Manejo de Tortugas y su reglamento, el cual se implementa actualmente en el área del proyecto, serán incluidas en el mismo.
6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas:	
a) Natural o in situ	Los nidos que se presentan en el área se mantienen in situ y se colocarán señalamientos para indicar la presencia de estos, realizando el registro de datos como fecha, coordenadas y numero de nido de la temporada.
b) Vivero o Corral (por excepción)	Se planteará la colocación/ampliación de un corral con las características específicas de la NOM-162.
6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas	La incubación de los nidos se realiza in situ, y solo en casos de riesgo inminente, se considerará la extracción de los mismos a fin de colocarlos en un

Precepto Legal	Vinculación
en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	lugar seguro, para lo cual se considerarán todas las medidas recomendadas para el caso.
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:	
6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.	Actualmente, durante la época de anidación, se llevan a cabo recorridos por toda la playa frente al sitio del proyecto, así como en zonas aledañas, a fin de identificar el mayor número de nidadas y señalarlas.
6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	Considerando el área a ser monitoreada, no es necesario la utilización de vehículos, haciéndose los recorridos a pie.
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)	
6.8.1 Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo los preceptos de la presente norma.
6.8.2 Construcción del vivero o corral	
6.8.2.1 En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente:	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, tal y como se indica en la presente norma.
a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona que no sea inundable, fuera de barras, bocas

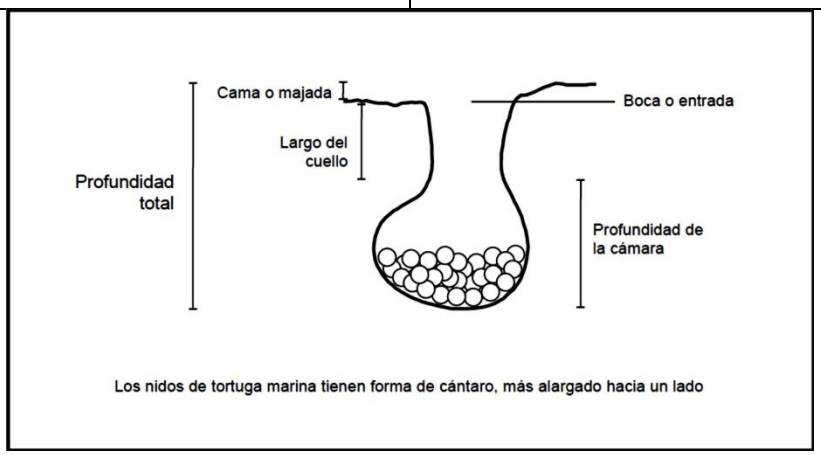
Precepto Legal	Vinculación
	de ríos y esteros, cuidando que las características físico-químicas de los sitios seleccionados no afecten las nidadas.
b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona donde no exista vegetación, troncos, rocas o cualquier otra barrera natural en el área cuidando que no se presenten desechos sólidos ni afluentes líquidos.
c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona por encima de la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima en el sitio donde se reubicarían los nidos.
6.8.2.2 El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m2.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona con la superficie suficiente para soportar la densidad establecida (1 nido/m2).
6.8.2.3 El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo. Figura siguiente.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona la cual, de ser el caso, estaría cercada por una malla con altura de 2 m y 50 cm enterrado evitando la depredación o saqueo.



Disposición de mallas en el vivero

Precepto Legal	Vinculación
6.8.2.4 Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm. Figura 18.	Este procedimiento se sigue in situ, y en caso necesario se establecería la misma medida en el área de reubicación de los nidos, poniendo un pequeño cerco alrededor de cada nidada alrededor de cada nidada tal y como se indica en la presente especificación, evitando así la dispersión de las crías, con lo que se evita la depredación de estas por depredadores como aves y cangrejos.
6.8.2.5 El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en una zona diferentes a las utilizadas anteriormente.
6.8.3 Colecta de Nidadas	
6.8.3.1 Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, observando que el personal que trabaje en la colecta de huevos, cumpla con lo establecido, tal como: que tenga las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente o cualquier otra sustancia química.
6.8.3.2 La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras:	
a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se reubicarán a una zona más segura. Por lo que no se espera observar a las hembras en el momento del desove de huevos.
b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido in situ.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente, reubicándolos en una zona más segura, por lo que se procederá a recolectar todos los nidos que se encuentren en la zona de playa, de acuerdo con las disposiciones contenidas en la presente especificación.
6.8.3.3 La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en

Precepto Legal	Vinculación
horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.	caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros.
6.8.3.4 La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, reubicándolos en la misma playa de donde fueron depositados por las hembras anidadoras.
6.8.4 De la Siembra de Nidadas	
Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento:	
a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la Figura 19 y al cuadro 1.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.



Nido de Tortuga marina

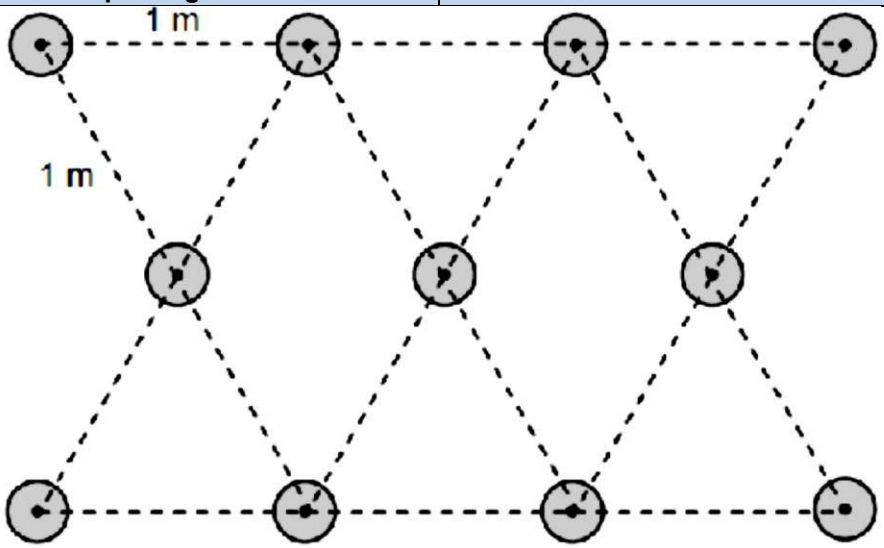
Precepto Legal	Vinculación

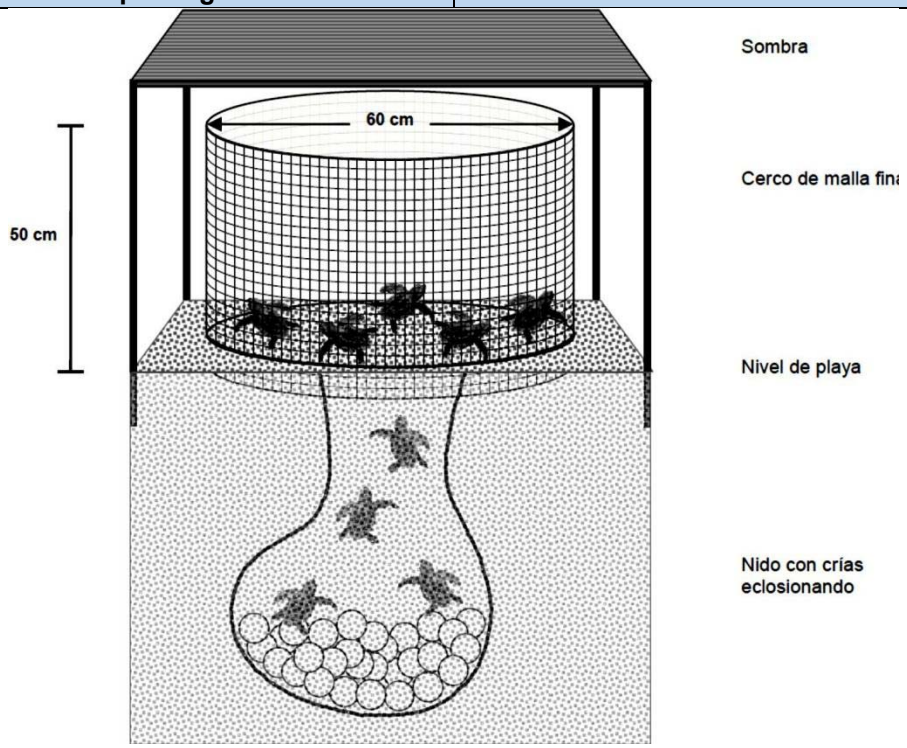
Figura 2. Nido de tortuga marina

	Laúd *Dermochelys coriacea*	**Golfina** *Lepidochelys Olivácea*	**Prieta / Blanca-Verde** *Chelonia agassizi Chelonia mydas*	**Carey** *Eretmochelys imbricata*	**Caguama/ Amarilla** *Caretta caretta*	**Lora** *Lepidochelys kempii*
Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20 â 25	20 â 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25
Largo del cuello (cm)	35 - 40	15 â 20	20 â 25	10 - 15	20 - 25	15 - 20
Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25 â 30	25 â 30/35	25 - 30	30	25 - 30
Profundidad total incluyendo cama (cm)	75 - 85	40 â 50	45 â 50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50

Cuadro 1. Dimensiones del nido por especie

c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la Figura 20. e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación. Los nidos se distribuirán con una separación de 1 m y serán marcados con una estaca larga y visible, identificando cada nido.

Precepto Legal	Vinculación
 Figura 20. Distribución de nidadas.	
f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, colocando una estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.
6.8.5 Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral	
6.8.5.1 Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente. Figura 21	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros. El conteo de las crías emergidas se llevará de acabo siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.

Precepto Legal	Vinculación
 Figura 21. Cerco para el conteo de crías emergidas.	
6.8.5.2 Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, la liberación de las crías se llevará a cabo siguiendo el procedimiento descrito en esta especificación.
Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.	
6.8.5.3 No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, las crías solo serán rescatadas del nido si no salieran con la mayoría de las crías.
6.8.5.4 En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que durante la

Precepto Legal	Vinculación
	liberación de las crías se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.8.5.5 Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que durante la liberación de las crías se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.8.5.6 No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos:	
a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo.	De ser el caso se realizará lo indicado en el presente inciso.
b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros.	De ser el caso se realizará lo indicado en el presente inciso.
c) Por eventos de contaminación de carácter temporal.	De ser el caso se realizará lo indicado en el presente inciso.
En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.	En caso de que se presenten las excepciones señaladas en los incisos a), b) y c), se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación
6.8.6 De la Revisión de Nidos	
6.8.6.1 Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones:	
a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión se llevará a cabo cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al número de huevos sembrados por nido.

Precepto Legal	Vinculación
b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión se llevará a cabo cuando no se hayan registrado crías tres días después de haber finalizado el periodo promedio de incubación de acuerdo a las fechas de colecta inscritas en los marcadores de cada nido.
c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión se llevará a cabo tres días de haber encontrado la primera cría emergida del nido de acuerdo a las fechas de colecta inscritas en los marcadores de cada nido.
6.8.6.2 Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, durante la revisión de los nidos se seguirá el procedimiento de la presente especificación.
6.8.6.3 Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas:	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que, de ser el caso, durante la revisión de los nidos si se observa que las crías no han salido completamente del cascarón y aún tienen el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas propuestas en la presente especificación.
a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón.	
b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.	
6.8.6.4 Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo,	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los

Precepto Legal	Vinculación
fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse	nidos a sitios más seguros, es así que si las crías tienen la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, se seguirá el procedimiento establecido en la presente especificación.
6.8.7 De la limpieza de nidos.	
6.8.7.1 Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que de llevarse a cabo, la limpieza de los nidos, se realizará de acuerdo a lo señalado en la presente especificación.
6.8.7.2 Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.	No aplica dado que no se realiza el traslado de las nidadas ya que estas se incuban in situ y solo en caso de un riesgo inminente se trasladarán los nidos a sitios más seguros, es así que de llevarse a cabo, después de la limpieza de los nidos, se llevará a cabo lo señalado en la presente especificación.
6.9 Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas.
6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	No se considera realizar la observación de tortugas marinas.
6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	
6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	Se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso que se den visitas, se asegurará que el personal sea capacitado con el propósito de cumplir con todas las observaciones y restricciones que implica la observación de tortugas.
6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita,	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso que se den visitas, se darán las pláticas de temas ambientales relacionados con las tortugas marinas, tal y como se indica.

Precepto Legal	Vinculación
mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	
6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	
6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso no se permitirá la toma de fotografías durante el recorrido.
6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.3.7 Indicarle a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo;	En caso y se observe la emergencia y salida al mar de las crías in situ, se dará cumplimiento a lo señalado. En el caso de la emergencia de las crías en el vivero, la liberación de las mismas se realizará conforme a lo señalado. Garantizando

Precepto Legal	Vinculación
su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.	que los visitantes no obstruyan el camino de las crías al mar.
6.9.3.10 Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	Se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación, ya que no se permitirá la manipulación de las crías por parte de os visitantes para su liberación.
6.9.3.11 Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se seguirá el procedimiento descrito en esta especificación.
6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	No se considera realizar la observación de tortugas marinas. De ser el caso se dará cumplimiento a lo señalado.
7. Actividades de investigación	
Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General de Vida Silvestre, su Reglamento y la “Norma Oficial Mexicana NOM-126- SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional”.	No se considera realizar actividades de investigación, en caso de que así se disponga, se observará la norma NOM-126-SEMARNAT-2000, así como lo que establece la Ley General de Vida Silvestre en la materia.

VINCULACIÓN CON EL RSTO DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS, QUE SE HAN CONSIDERADO APLICABLES AL PROYECTO.

Los artículos 5° fracción V, y 36 de la LGEEPA, confieren a la Federación, por conducto de la SEMARNAT, facultades para expedir normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con sujeción al procedimiento que para dichos efectos se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Las Normas Oficiales Mexicanas que se consideran aplicables en el proceso de instrumentación del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” son las siguientes:

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
EMISIONES A LA ATMÓSFERA		
NOM-041-SEMARNAT-2015 ***Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.***	Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.	Los vehículos que se utilicen en el proyecto darán cumplimiento a esta Norma, entre las diversas medidas de mitigación contempladas para minimizar la afectación de la calidad del aire se incluye la verificación y el mantenimiento preventivo y correctivo a fin de minimizar las emisiones contaminantes, medida que será estrictamente acatada durante la actividad de construcción del proyecto, manteniendo en buen estado y son los servicios correspondientes la maquinaría que se emplee.
NOM-044-SEMARNAT-2017 ***Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.***	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Se cumplirá con esta norma durante todas las etapas del proyecto, solicitando a los contratistas y propietarios de vehículos automotores cumplan con esta norma a través presentación de las verificaciones vehiculares
NOM-045-SEMARNAT-2006 ***Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de***	Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos	Los vehículos que sean utilizados en el proyecto, darán cumplimiento a esta Norma, por lo cual, se les pedirá la

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.	presentación de las verificaciones vehiculares, sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.
RUIDO		
NOM- 081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición-	A las actividades que alteran el bienestar del ser humano emitiendo ruido el cual provoca daños, dependiendo de la magnitud y tiempo	La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. mecánicas.
RESIDUOS Y MATERIALES PELIGROSOS		
NOM-052-SEMARNAT-2005 *Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.*	Los residuos producto de las actividades de operación y mantenimiento del proyecto como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.	En cumplimiento a esta norma, los residuos de contaminantes químicos o combustibles se depositarán en recipientes herméticos cerrados y por separado, y serán retirados de la obra a lugares autorizados por el municipio. Adicionalmente, se contempla la implementación de un Programa integral de Manejo de Residuos.
AGUAS RESIDUALES		
NOM-001- SEMARNAT-1996.	Que establece los límitesmáximos permisibles de contaminantes en las descargasde aguas residuales en aguas nacionales y bienes nacionales.	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción no se prevén descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales ni en los sistemas de alcantarillado, las aguas residuales que se generarán corresponderán únicamente al uso de los sanitarios portátiles para los

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
NOM-002- SEMARNAT-1996	Que establece los límitesmáximos permisibles de contaminantes en las descargasde aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.	trabajadores cuyo tratamiento y disposición correrá a cargo de la empresa contratada para tal efecto. Durante la operación no se tendrán descargas de aguas residuales. No obstante, se tomarán en cuenta los valores máximos de contaminantes establecidos en dicha norma como valores de referencia en casos de detectar contaminación del agua.
PROTECCIÓN DE ESPECIES – FLORA Y FAUNA		
NOM-059-SEMARNAT-2010 ***Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.***	Durante todas las etapas del proyecto debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional	Esta NOM tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, sin que disponga especificación alguna en su manejo o protección. Habiendo señalado lo anterior, con los resultados obtenidos del levantamiento de información florística, en el área del proyecto, De las 292 especies de invertebrados, peces, animales terrestres y vegetación registrados en al área de estudio, 21 se encontraron listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificada en su Anexo Normativo III en noviembre del 2019, de las cuales 13 están amenazadas (A), ocho protegidas (Pr) y una en peligro de extinción (P) que corresponde a la tortuga verde (Chelonia mydas; **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del cap. 4). Así mismo, se registró al caracol rosado (Lobatus gigas) especies que presenta conforme a lo establecido por SAGARPA una veda total para su aprovechamiento. Por ello, los programas que contempla el proyecto para la verificación y monitoreo de la fauna y vegetación son: Programa de Vigilancia Ambiental. En cumplimiento a esta Norma, durante las etapas del proyecto, se ejecutará de ser el caso el Programa para el Manejo y Protección de Tortugas Marinas, que tendrá por objeto establecer los métodos, técnicas y actividades que se emplearían para proteger y conservar

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
		las tortugas marinas que en un momento dado pudieran arribar a anidar en el área de playa a rehabilitar. Programa de Rescate, Conservación, Protección y Monitoreo de Flora y Fauna Marina, que tendrá por objeto identificar las actividades por realizar para proteger a los individuos de las especies de flora y fauna acuática que pudieran estar presentes durante las etapas de desarrollo del proyecto, con especial énfasis en las especies registradas en el predio y que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con lo anterior se cumple el propósito de conservar y proteger los individuos en el predio que se encuentran en algún estatus dentro de esta norma.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

ÍNDICE

I. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 16

II. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO....17

III. OBJETIVOS....20

IV. METODOLOGIA 20

IV.1. Material 20
IV.2. Trabajo de campo....21
IV.2.1. Técnicas de muestreo 30
IV.3. Análisis de datos....33
IV.3.1. Parámetros cuantitativos 34
IV.3.2. Parámetros cualitativos 36

V. RESULTADOS....37

V.1. Descripción del área de estudio....37
V.2. Análisis de la comunidad 72
V.2.1. Grupos taxonómicos 92
V.2.1.1. Invertebrados 92
V.2.1.1.1 Corales 93
V.2.1.1.2 Otros Invertebrados....119
V.2.1.2. Peces 130
V.2.1.3. Vegetación 143
V.2.1.3.1 Vegetación marina 159
V.2.1.3.2 Vegetación terrestre 162
V.2.1.1. Animales terrestres 163
V.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010....165
V.4. Contaminación de Bahía Akumal....167

IV. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 169

V. BIBLIOGRAFÍA 191

V.1.1.1. Referencias electrónicas 196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV_ 1. Cuadro de coordenadas de los puntos de inicio de los transectos. 21
Tabla IV_ 2. Indicadores ambientales para los grupos taxonómicos. 34
Tabla IV_ 3. Clases de tallas para peces. 36
Tabla IV_ 4. Categorías de los grupos funcionales. 37
Tabla IV_ 1. Listado taxonómico de las especies registradas. 74
Tabla IV_ 2. Listado de especies de corales y su abundancia relativa en cada ambiente. 97
Tabla IV_ 3. Índice de Salud Arrecifal (ISA). 116
Tabla IV_ 4. Listado de especies de invertebrados y su abundancia relativa en cada ambiente. 122
Tabla IV_ 5. Listado de especies de peces y su abundancia relativa en cada ambiente. 133
Tabla IV_ 6. Listado de especies de la vegetación y su abundancia relativa en cada ambiente. 147
Tabla IV_ 7. Número de individuos por especie de animales terrestres en los ambientes. 163
Tabla IV_ 8. Especies registradas en el área de estudiolistas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV_ 1. Ubicación del proyecto. 17
Figura IV_ 2. Área de estudio. 18
Figura IV_ 3. Colindancias del área de estudio. 19
Figura IV_ 4. Puntos de muestreo del inicio de los transectos. 28
Figura IV_ 5. Puntos de muestreo del inicio de los transectos. 29
Figura IV_ 6. Diagramas de terceros y fotos del muestreo de invertebrados y peces. 31
Figura IV_ 7. Diagrama general del transecto y fotos del muestreo de vegetación marina. 32
Figura IV_ 8. Recorridos realizados en la zona marina y terrestre. 33
Figura IV_ 9. Ambientes registrados en el área de estudio. 38
Figura IV_ 10. Fotografías del ambiente Arenal profundo. 40
Figura IV_ 11. Fotografías del ambiente Arenales. 42
Figura IV_ 12. Fotografías del ambiente Arrecife. 43
Figura IV_ 13. Fotografías del ambiente Arrecife frontal. 45
Figura IV_ 14. Fotografías del ambiente Arrecife posterior. 46
Figura IV_ 15. Fotografías del ambiente Camino. 48
Figura IV_ 16. Fotografías del ambiente Canal. 49
Figura IV_ 17. Fotografías del ambiente Laguna arrecifal. 51
Figura IV_ 18. Fotografías del ambiente Laja con arena. 53
Figura IV_ 19. Fotografías del ambiente Laja con corales. 54
Figura IV_ 20. Fotografías del ambiente Matorral costero. 55
Figura IV_ 21. Plaga de Cuscuta sp. sobre el Mangle botoncillo. 56
Figura IV_ 22. Condiciones anoxias de las pozas intermareales. 57
Figura IV_ 23. Fotografías del ambiente Parche Arrecifal. 59
Figura IV_ 24. Fotografías del ambiente Pastizal. 60
Figura IV_ 25. Circuitos del Subpolígono Bahía Akumal. 61
Figura IV_ 26. Fotografías del ambiente Playa arenosa. 63
Figura IV_ 27. Fotografías del ambiente Playa modificada. 65
Figura IV_ 28. Fotografías del ambiente Rocas. 66
Figura IV_ 29. Fotografías del ambiente Roquedal. 67
Figura IV_ 30. Colonia de Coral cuerno de alce en el Roquedal. 69
Figura IV_ 31. Fotografías del ambiente Talud. 70
Figura IV_ 32. Fotografías del ambiente Transición de barlovento. 71

Figura IV_ 1. Proporción de grupos taxonómicos.....72
Figura IV_ 2. Número de especies por subgrupos taxonómico registradas en los diversos ambientes. 73
Figura IV_ 3. Curva de acumulación de especies. 73
Figura IV_ 4. Número de especies e individuos de las especies registradas.....89
Figura IV_ 5. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas. 90
Figura IV_ 6. Análisis de conglomerados para las especies registradas. 91
Figura IV_ 7. Proporción de subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio. 92
Figura IV_ 8. Número de especies de los subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio. 93
Figura IV_ 9. Proporción de corales. 94
Figura IV_ 10. Proporción de corales por ambiente. 95
Figura IV_ 11. Proporción de la abundancia relativa de corales en cada ambiente.....96
Figura IV_ 12. Especies de corales registradas en los ambientes. 100
Figura IV_ 13. Especies de corales registradas en los ambientes. 102
Figura IV_ 14. Especies de corales registradas en los ambientes. 102
Figura IV_ 15. Número de especies e individuos de las especies registradas.....103
Figura IV_ 16. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas. .105
Figura IV_ 17. Proporción general de la estructura de tallas de los corales. 106
Figura IV_ 18. Estructura de tallas de los corales por ambiente. 107
Figura IV_ 19. Proporción general de la condición de los corales.....109
Figura IV_ 20. Condición observada de los corales en cada ambiente.....111
Figura IV_ 21. Condición observada de los corales en cada ambiente.....112
Figura IV_ 22. Condición observada de los corales en cada ambiente.....113
Figura IV_ 23. Condición observada de los corales en cada ambiente.....114
Figura IV_ 24. Proporción de la condición de los corales por ambiente.....115
Figura IV_ 25. Estado de los arrecifes en el Caribe Mexicano. Información de Arrecifes Saludable, 2022. 118
Figura IV_ 26. Estado de los arrecifes en el área de estudio. información de Arrecifes Saludable, 2018. 118
Figura IV_ 27. Proporción de invertebrados. A) Proporción general, B) Proporción por ambiente. 120
Figura IV_ 28. Proporción de la abundancia relativa de invertebrados en cada ambiente. 121
Figura IV_ 29. Especies de invertebrados registradas en los ambientes. 126
Figura IV_ 30. Especies de invertebrados registradas en los ambientes. 127

Figura IV_ 31. Especies de invertebrados registradas en los ambientes. 128
Figura IV_ 32. Número de especies e individuos de las especies registradas.....129
Figura IV_ 33. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas. .130
Figura IV_ 34. Proporción de peces. A) Proporción general, B) Proporción por ambiente. 131
Figura IV_ 35. Proporción de la abundancia relativa de peces en cada ambiente.....132
Figura IV_ 36. Especies de peces registradas en los ambientes 137
Figura IV_ 37. Especies de peces registradas en los ambientes 138
Figura IV_ 38. Especies de peces registradas en los ambientes 139
Figura IV_ 39. Especies de peces registradas en los ambientes 140
Figura IV_ 40. Número de especies e individuos de las especies registradas.....141
Figura IV_ 41. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas. .142
Figura IV_ 42. Estructura de tallas. A) en general, B) por cada ambiente. 143
Figura IV_ 43. Proporción general de la vegetación.....144
Figura IV_ 44. Proporción de la vegetación por ambiente.....145
Figura IV_ 45. Proporción de la abundancia relativa de vegetación en cada ambiente. ..146
Figura IV_ 46. Especies de vegetación registradas en los ambientes. 154
Figura IV_ 47. Especies de vegetación registradas en los ambientes. 155
Figura IV_ 48. Especies de vegetación registradas en los ambientes. 156
Figura IV_ 49. Especies de vegetación registradas en los ambientes. 157
Figura IV_ 50. Especies de vegetación registradas en los ambientes. 158
Figura IV_ 51. Especies de vegetación registradas en los ambientes. 159
Figura IV_ 52. Número de especies e individuos de las especies registradas.....160
Figura IV_ 53. Cobertura de la vegetación marina. 161
Figura IV_ 54. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas. .162
Figura IV_ 55. Número de especies de vegetación terrestres.....163
Figura IV_ 56. Número de especies de animales terrestres.....165
Figura IV_ 57. Organismos observados en el área de estudio.....165
Figura IV_ 58. Fotos de la contaminación de los ambientes. 169
Figura IV_ 59. Fotos de la contaminación de los ambientes. 169

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1. Introducción

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 13 fracción IV que en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional se deberá describir el Sistema Ambiental Regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región. En cumplimiento a lo anterior, en este Capítulo se describe, caracteriza y presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto, el cual cuenta con superficie de 120.87 ha (en adelante El Proyecto). Asimismo, y con fundamento en bases científicas y técnicas, se identifican, describen y analizan los componentes ecológicos presentes a fin de identificar los efectos positivos y negativos que pudiera tener el desarrollo del proyecto en la región.

Sistema Ambiental Regional (SAR).

De acuerdo con la SEMARNAT (2022), se define al **Sistema Ambiental** al:

*"**Espacio finito definido** con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento*."

Asimismo, la SEMARNAT (2022), señala que para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR), *Es fundamental, **definir y delimitar la región** para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados;* asimismo se recomienda analizar el concepto de región a fin que se maneje un criterio común con la autoridad, que permita ponderar la calidad del sistema ambiental donde se pretende ubicar el proyecto y determinar cómo impactará éste en la integridad funcional del o de los ecosistemas que conforman dicho sistema. En ese sentido, la SEMARNAT (2022), define como región al:

Espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

En resumen, y considerado los conceptos de Sistema Ambiental y Región, es posible destacar que el SAR:

- Corresponde a un espacio geográfico finito y ambientalmente homogéneo.
- Su definición o delimitación responde a las interacciones entre los medios bióticos, abióticos y socioeconómicos.

- Generalmente el SAR está conformado por un conjunto de ecosistemas o bien un ecosistema.

- Es posible aplicar un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

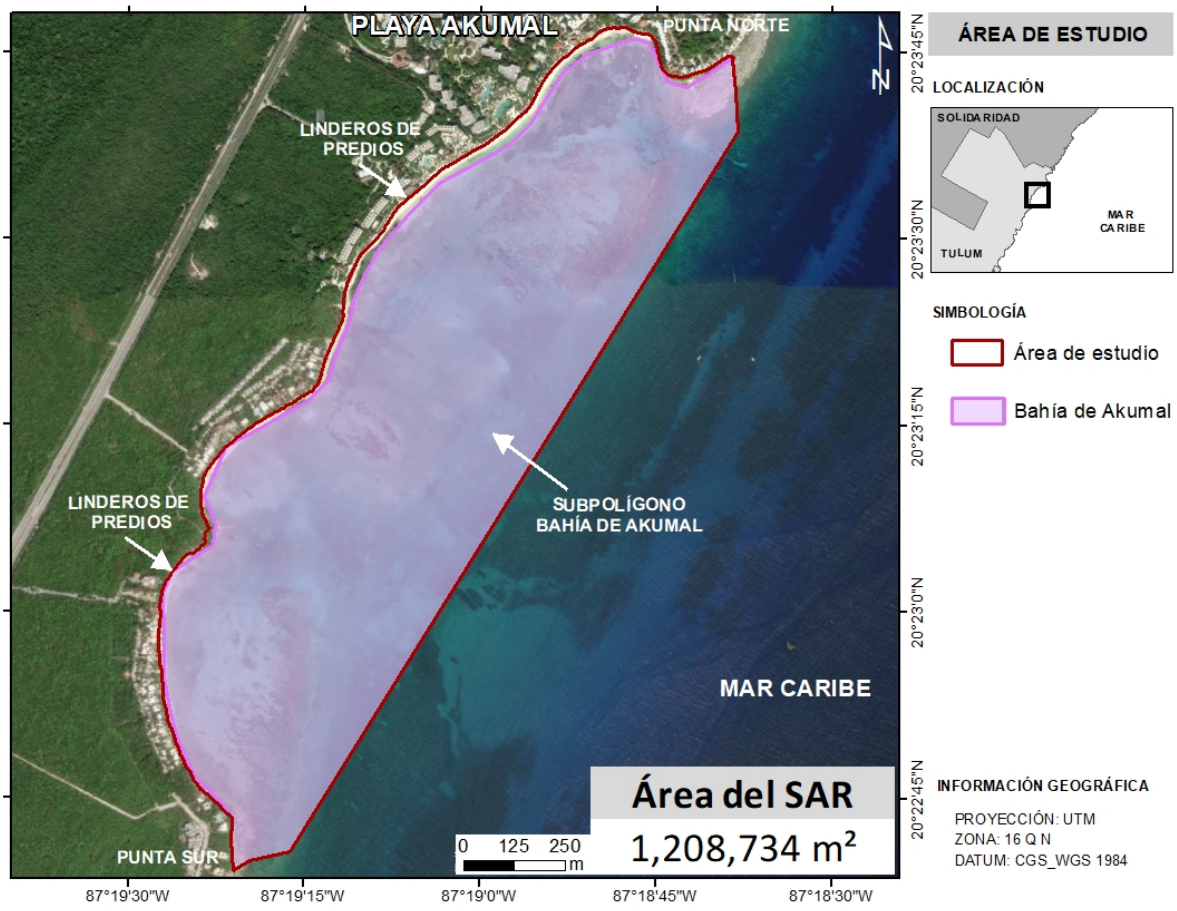
Asimismo, los principales aspectos considerados para la delimitación del SAR fueron:

1. Medio abiótico: región en la que se ubica el Proyecto.

2. Medio biótico: componentes y estado ambiental.

3. Medio Socioeconómico: instrumentos de ordenamiento ecológico y planeación urbana.

La delimitación del SAR se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el proyecto y su medio circundante, de manera que fuera posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por el Proyecto afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el proyecto.


PLAYA AKUMAL
PUNTA NORTE
LINDEROS DE PREDIOS
LINDEROS DE PREDIOS
SUBPOLÍGONO BAHÍA DE AKUMAL
MAR CARIBE
PUNTA SUR
Área del SAR
1,208,734 m²
0 125 250 m
N
87°19'30"W
87°19'15"W
87°19'0"W
87°18'45"W
87°18'30"W
20°23'45"N
20°23'30"N
20°23'15"N
20°23'0"N
20°22'45"N
ÁREA DE ESTUDIO
LOCALIZACIÓN
SOLIDARIDAD
MAR CARIBE
TULUM
SIMBOLOGÍA
Área de estudio
Bahía de Akumal
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
PROYECCIÓN: UTM
ZONA: 16 Q N
DATUM: CGS_WGS 1984

IV.2. Delimitación del sistema ambiental

El sitio donde pretende desarrollarse el proyecto, se encuentra ubicado en la localidad de Akumal en el municipio de Tulum, Quintana Roo, México.

El polígono envolvente del predio en donde se pretende la implementación del Proyecto se localiza en el Km 104 de la Carretera Federal 307 Cancún-Chetumal, en el Centro de Población de Akumal, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

La delimitación del sistema ambiental se realizó tomando como base las unidades del paisaje como, relieve, ríos, cuerpos de agua, uso de suelo, edafología, geología y clima, teniendo estas consideraciones en cuenta los criterios que se asumieron para delimitar el sistema ambiental fueron:

- La uniformidad y la continuidad de los componentes bióticos y abióticos.
- La delimitación físico natural, de las unidades del paisaje, así como los elementos o componentes ambientales en ella.
- Las características topográficas del territorio.
- Para la delimitación del SAR se utilizaron las siguientes cartas temáticas e instrumentos regulatorios:
- POET: Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Corredor Cancún-Tulum, 2001.
- PDU: Programa de Desarrollo Urbano de Akumal, 2008.
- Red de carreteras: carreteras principales y secundarias del municipio de Tulum, Escala 1:1 000 000 (CONABIO y Navegador Google Earth, 2011).
- Manglar: Cubierta de manglar en el Estado de Quintana Roo, (CONABIO, 2008).
- Uso de Suelo: usos de suelo y el tipo de vegetación, escala 1: 250,000 (CONABIO, 1998)
- Hidrología: tipos de flujos y cuerpos de agua escala 1:1’000,000
- ZOFEMAT, Limite de la zona federal marítimo terrestre.

IV.2.1. Límites del Sistema Ambiental Regional.

Considerando los aspectos técnicos, físicos – ambientales, legales y sociales – urbanas, se identificaron los límites del SAR y del área donde se desarrollará el proyecto, delimitado de la siguiente manera:

- Limite Norte, por lotes de propiedad privada y la vialidad del desarrollo turístico colindante.

- Límite Este, delimitado por la línea costera que supone la división entre el ambiente terrestre y el marino, determinado a partir del procesamiento digital de la fotografía aérea referenciada geográficamente, tomando como referencia la pleamar máxima.

- Limite Sur, lote de propiedad privada.

- El límite Oeste, está determinado por la carretera Federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez.

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

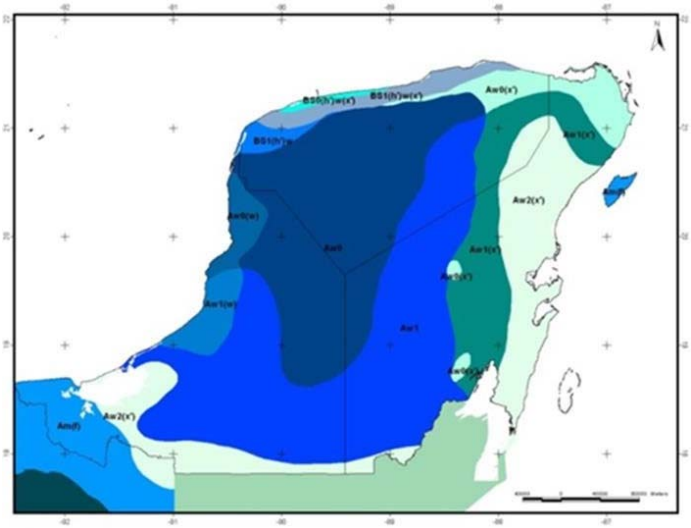
Aspectos abióticos

Clima

El clima es uno de los factores físicos que incide en el medio, determinando en gran medida las características de los ecosistemas; lo cual se hace más evidente en la vegetación y el tipo de suelo. De ello deriva la importancia de considerar al clima como un parámetro fundamental en los estudios ambientales.

La región Noreste de la Península de Yucatán se caracteriza por presentar un clima Aw cálido subhúmedo con lluvias en verano. En la región Norte de Quintana Roo cuenta con los subtipos de clima Aw1(x') y Aw2(x'), las cuales se diferencian por el grado de humedad que se presenta en la región a la que pertenecen.

Tipo de Climas de la Península de Yucatán.



De acuerdo a las categorías anteriormente presentadas, el clima predominante del Municipio Tulum, donde se ubica el SAR del proyecto, es del tipo *Aw2(x')*, este se caracteriza por ser del tipo cálido subhúmedo con temperatura media anual mayor a los 22°C, temperatura del mes más frío mayor a 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm lluvias de verano mayores al 10.2% anual (García, 2004).

Temperatura

Conforme a datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en el 2015, la temperatura media anual en el Estado de Quintana Roo fue de 27.7 °C. En los últimos 10 años, las temperaturas más altas se presentaron principalmente entre los meses de abril y octubre, alcanzando los valores más altos en el mes de agosto, con un máximo promedio de 34.2°C,

en tanto que las temperaturas más bajas se presentaron entre los meses de noviembre a marzo, siendo el mes de enero en el que se registraron las más bajas temperaturas, con un valor mínimo promedio de 18.8°C. En la gráfica que se presenta a continuación, se observa la temperatura anual promedio registrada para el Estado de Quintana Roo en el periodo 2005-2015 (SMN).

Precipitación promedio anual

La precipitación promedio mensual durante los últimos nueve años fue de 1,334.6 mm. La precipitación promedio máxima durante este período fue de 540.4 mm para septiembre de 1995, mientras que la mínima fue de 1.2 mm en abril de 1994 (según datos publicados por la CONAGUA).

Temperatura y precipitación - Estación Tulum

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2004	8.6	52.7	62.0	55.4	115.2	249.9	100.0	52.0	208.2	121.0	46.2	16.0	1,087.2
2005	16.8	19.1	12.7	18.7	121.3	223.7	127.7	103.5	113.1	649.2	35.9	14.8	1,456.5
2006	53.0	31.0	20.6	6.2	82.5	62.8	157.5	178.0	88.0	157.9	153.4	141.0	1,131.9
2007	64.4	102.8	24.1	13.7	117.0	94.8	39.1	198.9	107.0	189.5	99.3	42.7	1,093.3
2008	62.5	28.0	46.1	17.4	91.9	193.7	123.1	44.9	128.4	431.4	10.2	32.3	1,209.9
2009	66.4	26.6	22.3	12.0	86.5	172.2	65.3	81.2	117.8	152.4	243.3	54.8	1,100.8
2010	76.8	35.5	10.9	221.9	187.9	120.9	292.1	130.2	217.9	63.8	130.7	15.2	1,503.8
2011	40.1	91.2	100.9	3.2	14.9	277.4	180.1	112.9	125.5	382.5	93.8	53.8	1,476.3
2012	54.8	58.1	25.0	97.1	202.6	215.8	108.1	202.8	105.2	179.1	43.9	45.6	1,338.1

Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual

La zona del Caribe se encuentra dominada por la influencia de masas de aire marítimo tropical, que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico; los vientos que dominan presentan una dirección este-sureste en una velocidad media de 40 m/seg, durante el invierno los vientos cambian de dirección hacia el norte por influencia de las masas polares que descienden desde el Ártico.

La zona está expuesta al igual que la totalidad de la costa de Quintana Roo a ciclones, huracanes y tormentas tropicales que se presentan principalmente de junio a septiembre.

Humedad relativa y absoluta

Los valores promedio de humedad relativa oscilan del 80 al 90%, con valores altos de humedad en los meses donde hay mayor incidencia de lluvias, que va de junio a enero y con valores más bajos en la época de secas, que va de febrero a mayo.

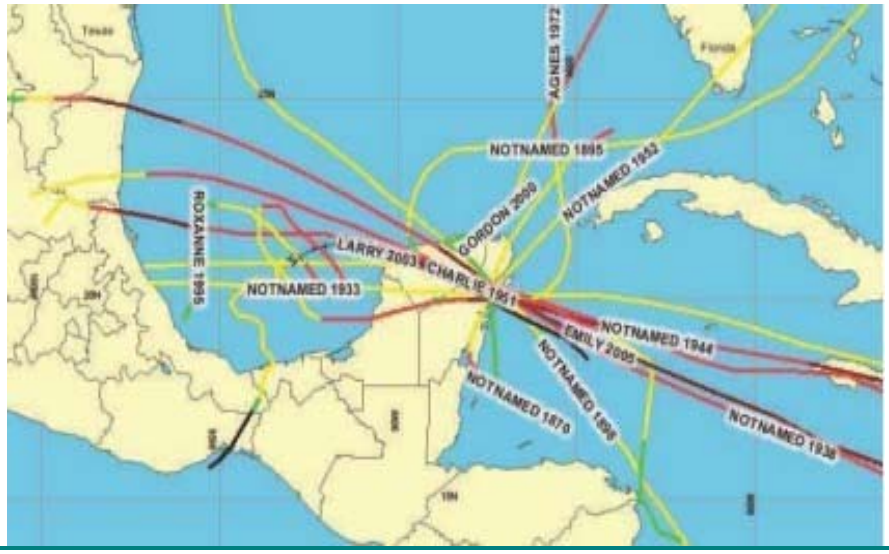
Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)

El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 mm, mientras que el déficit por la evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm.

Fenómenos meteorológicos

Los huracanes son frecuentes en el Caribe y las costas del Estado presentan un frente amplio a su trayectoria, en los últimos años varios eventos han sido particularmente importantes por su efecto destructivo.

Durante el 2005 en el Estado tocaron tierra tres perturbaciones tropicales importantes: el huracán Emily en julio, la tormenta tropical *Stan* y el huracán *Wilma*, ambos en octubre. Los municipios de Solidaridad, Felipe Carrillo Puerto y Cozumel, fueron de los más afectados por el paso del Huracán "*Emily*" el 18 de Julio del año 2005, en 2007 se sintieron los efectos en el área del huracán *Dean*, siendo los municipios más afectados Othón P. Blanco, José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto. Sus vientos y el oleaje perturbado fueron evidentes en el nuevo municipio de Tulum, Solidaridad y Benito Juárez.



Mapa de trayectorias en un radio de 40 Km del área de estudio.

Los daños que sufrió la Reserva de Sian Ka'an a causa de *Emily*, *Wilma* y *Dean* fueron el rompimiento de caminos, dejando incomunicada la zona sur de la Reserva durante varios días; la acumulación de gran cantidad de basura en las playas, incluyendo madera, plástico y vidrio; la caída de algunos de los elementos arbóreos más altos y robustos y el desgajamiento de gran cantidad de árboles y arbustos, hizo más inaccesible el acceso a la Reserva.

Sin embargo, las modificaciones originadas por los huracanes son consideradas perturbaciones de origen natural, por lo que forman parte de las fuerzas que moldean y seleccionan a los ecosistemas en esta zona del planeta.

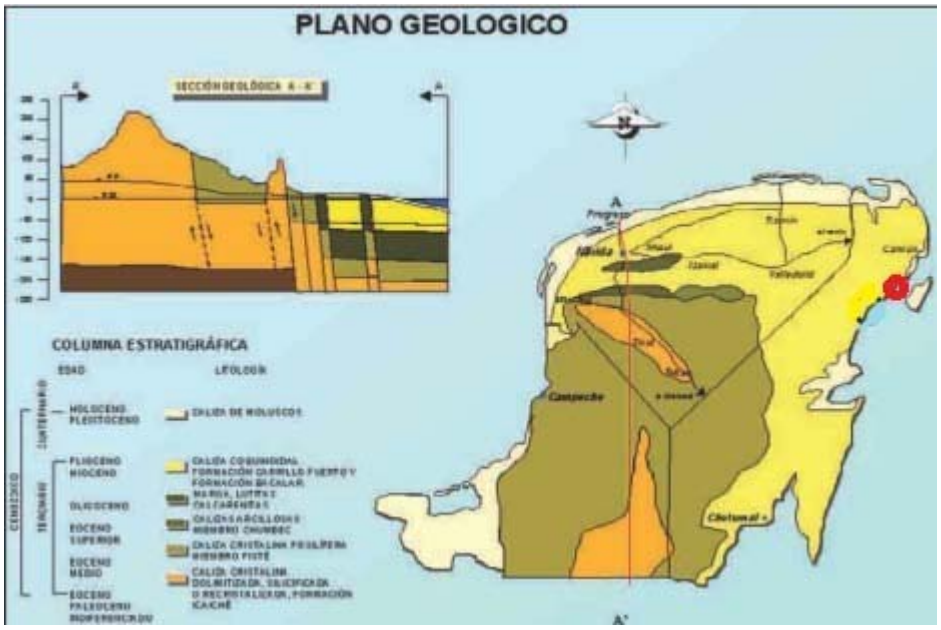
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El Estado de Quintana Roo pertenece a la Planicie Costera del Golfo de México, de reciente formación, emergió durante el período Triásico- Jurásico, lo que ocasiona la existencia de

suelos delgados y poco consolidados que descansan sobre una laja de roca caliza de origen coralino.

El área donde se localiza el SAR, pertenece a la región Nororiental del Estado de Quintana Roo, que está constituida de sedimentos carbonatados marinos del Terciario y Cuaternario. Estos carbonatos de calcio se muestran en forma de arenas finas, trabajadas por la acción del oleaje que son transportadas tierra adentro, dando origen a las eolanitas que con ellas se encuentran arcillas calcáreas (sascab) y lodo de manglar, que en conjunto, forman un paquete que se extiende prácticamente a todo lo largo de la costa con un espesor medio de 10 m.

La Península de Yucatán la forma geológica presente en el proyecto es la formación Carrillo Puerto que data del mioceno superior al plioceno, la formación Bacalar del mioceno superior.



Plano geológico de la Península de Yucatán

En la estratigrafía del área se encuentran expuestas rocas carbonatadas y suelos cuya edad varía del Terciario Superior al reciente (Cuaternario). En cuanto a la geología estructural de la zona, como el resto de la Península de Yucatán, se encuentra prácticamente sin deformar. Las rocas calcáreas presentan un echado casi horizontal y forman parte de un gran banco calcáreo que descansa en un basamento metamórfico del Paleozoico.

Potencialmente es importante el agua subterránea almacenada en las rocas calcáreas terciarias. Los suelos lateríticos, acumulados como residuo de la disolución de las calizas, carecen de importancia económica ya que solo tienen unos cuantos centímetros de espesor, es muy alto su contenido de sílice y muy bajo el de aluminio.

Geohidrología

El área donde se ubica el SAR pertenece a una unidad geohidrológicas de material consolidado, que está constituido de rocas calcáreas con permeabilidad secundaria media. El acuífero formado en esta unidad es del tipo libre, que se recarga por la infiltración del agua de lluvia.

Características de Relieve

El Estado de Quintana Roo está incluido en la planicie del Caribe, que se caracteriza por tener un relieve suave con un desnivel que va de 2 a 3 m, una baja elevación sobre el nivel del mar, topografía cárstica y por lo tanto ausencia de corrientes superficiales. Por su parte, el relieve del SAR sigue el mismo patrón antes reseñado, se trata de un espacio geográfico plano, sin elevaciones significativas y con una pendiente del 2 al 3%. Su altitud varía entre los 0.5 a 1.5 msnm.

Las costas, por su parte, son bajas y rectilíneas, de acuerdo con la estratificación, generalmente horizontal de sus rocas, y no presenta perturbaciones tectónicas. Las playas arenosas son las menos frecuentes.

Presencia de fallas y fracturamientos.

El SAR se encuentra contemplada en la Zona de Fallas de Oriente la cual contempla una longitud de 80 km que se extiende desde el norte de Cabo Catoche hasta el sur de Belice. La roca calcárea presente, se encuentra afectada por una serie de fallas de tipo normal con una orientación norte-noreste que han provocado la existencia de horst y gravens, los cuales sólo en algunos lugares se hacen presentes en la superficie con diferentes dimensiones.

La zona costera del Mar Caribe, se encuentra limitada al este y al oeste por dos grandes fallas y por depresiones alargadas tierra adentro con desplazamientos que en la superficie se manifiestan en escalones de 5 a 10 m que han permitido en algunos casos la formación de lagunas o zonas de inundación.

Susceptibilidad de la zona y sismicidad.

Las características geológicas de la Península de Yucatán donde el subsuelo descansa en una laja compacta que no da lugar a que se presenten movimientos de reacomodo de las placas tectónicas, es poco probable que ocurra algún movimiento sísmico.

- Deslizamientos: Por la ausencia total de movimientos tectónicos en la Península de Yucatán se considera difícil que puedan existir deslizamientos.

- Derrumbes: Estos se presentan por las características kársticas de la Península y la acción del agua de lluvia, lo cual provoca pequeños derrumbes; dando lugar a la formación de cavernas y “cenotes”, muy característicos de la zona.

- Actividad volcánica: La actividad volcánica en la zona es nula, pues al no existir cordilleras volcánicas, no existe la posibilidad de algún tipo de actividad de este tipo.

Edafología.

Debido a la geológicamente reciente formación de la Península de Yucatán, no existen suelos profundos o formalmente constituidos; son suelos recientes y se encuentran en un estado transitorio y en proceso de evolución. Su formación se origina por la intemperización del material calcáreo sedimentario del Mioceno y Pleistoceno, y por efectos de la vegetación como destructora de roca y su aportación de materia orgánica.

Los suelos de Quintana Roo son fundamentalmente de origen orgánico, al menos en la mitad norte del estado, en donde la vegetación ha colonizado la caliza con sorprendente eficacia, y en la que aporta gran cantidad de material orgánico. Son suelos delgados, pedregosos, con mucha roca aflorante, orgánicos, oligotróficos, evolucionados durante siglos a la sombra y humedad perennes de las selvas; son extremadamente sensibles y degradables.

Otros suelos tipo Ak' alché son inundables y pesados, formándose por arrastre coluvial en reholladas y bajos, dando lugar a las únicas zonas impermeables del estado, donde se forman lagunas perennes o estaciónales.

Capacidad de saturación: Las características estructurales y morfológicas del suelo de la Península hacen que este suelo tenga una alta permeabilidad y por lo tanto una escasa capacidad de saturación.

Grado de erosión del suelo: el **Hotel Secrets Akumal** se encuentra con un alto grado de alteración donde la vegetación original fue removida por antiguos propietarios. El suelo presente en el proyecto es de tipo Litosol, este es muy delgado con un espesor no mayor a los 15 cms, en la mayoría de los casos los suelos de tipo litosol descansan sobre una base dura y continua que en el caso del predio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a una base de material carbonatado (rocas calizas). En este caso se presenta una capa de materia orgánica principalmente de hojarasca, debido a esto, estos suelos son muy fértiles aun y cuando son muy delgados tienen la capacidad como ya se mencionó de soportar cualquier tipo de vegetación. Aun cuando se trata de suelos someros, en el predio no se observaron indicios de erosión por factores hídricos o eólicos, lo anterior se debe a las características de topografía del suelo y a que la vegetación presente es Selva Baja Subperennifolia.

Hidrología Superficial y Subterránea.

La península de Yucatán está dividida en zonas hidrogeológicas:

- Región costera,
- Semicírculo de cenotes (noroeste del estado de Yucatán),
- Planicie interior,
- Cuencas escalonadas,

La circulación natural del agua en el subsuelo del territorio peninsular, se debe básicamente a las características del relieve de escasa pendiente, así como la estructura geológica de naturaleza calcárea. Estas condiciones favorecen la infiltración de grandes volúmenes de agua que aporta la precipitación pluvial principalmente en el verano. El agua subterránea en la Península de Yucatán se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, donde se realiza la descarga natural del acuífero alimentando de paso a las lagunas y los esteros de la costa.

El agua superficial de la zona no se puede aprovechar para actividades productivas como la agricultura y la ganadería debido a que las lagunas costeras carecen de la calidad necesaria para estas actividades, por su alto contenido de sales y sodio. La profundidad del acuífero va de 5 m a 10 m, pero también se localiza hasta de 1 m de la superficie y su espesor medio es de 19 m. Las familias de agua predominante son las sódico-cloruradas y sódico clorurada-sulfatada.

Hidrología superficial.

La hidrología de la Península de Yucatán está determinada en gran medida por sus características geológicas y morfológicas. El escaso relieve y la alta permeabilidad de las rocas calcáreas que forman la Península impiden la existencia de corrientes de agua superficiales; ya que la mayor parte del agua pluvial se infiltra a las capas inferiores del suelo, formando así corrientes subterráneas que se manifiestan a través de las lagunas costeras y continentales, los cenotes y las extensas áreas inundables que forman parte del complejo sistema de intercambio de agua de la zona continental al mar a través de dichas corrientes subterránea. Sin embargo, en algunas áreas existen terrenos impermeables donde se llegan a formar llanuras de inundación, las cuales permanecen temporal o permanentemente inundadas.

El norte del Estado se caracteriza por la formación de zonas inundables o humedales, donde la impermeabilidad del sustrato da lugar a la formación de sistemas lagunares, como es el caso del Sistema Lagunar Nichúpte, que es la parte que recibe los aportes hídricos de zonas más elevadas que se encuentran hacia el interior del continente.

Hidrología subterránea:

De acuerdo con el instituto de Geografía de la UNAM (1980), el drenaje subterráneo de la Península de Yucatán forma una “Y” a partir de la meseta de Zohlaguna, dirigiéndose uno de los ramales al norte hacia la zona de Ría Lagartos, mientras que el otro se dirige al noreste de la Península para descargar sus aguas al mar por debajo del nivel de litoral.

En la región pueden apreciarse afloramientos de estos grandes depósitos y ríos subterráneos en cercanías del litoral, como es el caso del río subterráneo Xcaret, que se aprovecha turísticamente, localizado a 4 km al sur de la ciudad de Playa del Carmen.

En toda la Península de Yucatán, los mantos acuíferos son subterráneos debido a las características permeables del sustrato geológico. La profundidad de los ríos y cavernas subterráneas son muy variable (de unos cuantos metros a decenas de metros). El agua del subsuelo en general fluye en dirección hacia la costa. Para definir la potencialidad de un

área para funcionar como acuífero es necesario conocer las condiciones geohidrológicas que la componen. De acuerdo con las cartas geohidrológicas escala 1:250 000 (INEGI, 1985) el área del proyecto está catalogada como zona de material consolidado con bajas posibilidades de funcionar como acuífero.

Sam Meacham, Director del Centro Investigador del Sistema Acuífero de Quintana Roo, mencionó en el Foro Estatal denominado "El Sistema Hidrológico de Quintana Roo", realizado en el año 2006; que a partir de la década de los 80´s, se han realizado diversas exploraciones a través de los distintos cenotes de la Riviera Maya, encontrando que para el área que comprende Puerto Morelos y la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, se han localizado más de 100 sistemas de cuevas y más de 550 km de pasajes inundados, encontrando dos niveles, el primero que se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 30 m aproximadamente; el segundo (basal), se encuentra a más de 100 m de la superficie.

En realidad, es poco lo que se conoce sobre el sistema hidrológico subterráneo de la zona de estudio, sobre todo de funcionamiento, sin embargo, se sabe que es del tipo *Système Karstique non Fonctionnel*, según la clasificación de Crochet y Marsaud, basando su funcionamiento en 4 procesos:

- Existencia de un espejo de agua dulce en toda la península Yucateca.
- En la parte central existe otro espejo de agua dulce, aún más profundo.
- Por la costa de la Riviera Maya el agua fluye por medio del sistema de cavernas, encontrando su salida al más caribe, siendo de manera más notoria en las caletas.
- Se da un flujo importante de agua salada hacia el interior a través de los niveles más profundos en los sistemas de cavernas.

Pese a esta carencia del conocimiento del acuífero, Smart y colaboradores realizaron una aportación importante en el año 2006, donde se indica que las características de los acuíferos kársticos de la Región suelen ser anisotrópico y heterogéneo, presentando como característica principal la porosidad del estrato, misma que se puede clasificar en dos niveles:

Porosidad intergranular.

Se encuentra a escala de los componentes minerales pero puede dar una idea de cómo se conforma el sistema, ya que se ha visto que se establece de manera significativa en carbonatos jóvenes.

Porosidad de fractura.

Está siempre presente en la forma de características sedimentarias primarias, y finalmente la porosidad de disolución forma un sistema de conductos dentro del acuífero y es la única y definida forma de porosidad que está relacionada como respuesta del flujo de agua subterránea que es químicamente agresiva en la porosidad de fractura bajo la influencia de un gradiente hidráulico.

Estos tipos de porosidad hidráulicamente funcionan en conjunto y en forma jerárquica y tributaria, por lo que el agua, y en su caso los contaminantes entran al sistema hidrológico

subterráneo, por algún nivel de este sistema (Ewen, 2006). Para lograr comprender en mejor la hidrodinámica del acuífero, se ha esquematizado en la figura siguiente; es importante mencionar que es a niveles bajos de agua.

Patricia A. Beddows, de la Universidad Mc Master, en Canadá (2006), menciona en su investigación de hidrogeología e hidrodinámica de los sistemas de cuevas sumergidas en Quintana Roo, que el agua salina que se encuentra en la zona de mezcal cambia de dirección según la época del año, entra a la Península a velocidades de cientos de metros por día, encontrando su regulación de baja frecuencia del nivel del mar sin encontrar relación aparente con la época de estiaje y de lluvias, observando que la haloclina se encuentra estable.



Flujo de las aguas subterráneas

FACTORES BIOLÓGICOS.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA MARINA Y TERRESTRE DE BAHÍA AKUMAL.

La caracterización ambiental de Bahía Akumal corresponde a la línea cero del estado actual de comunidad de la zona marina y terrestre; señalando la metodología y sitios de muestreo para obtener información fidedigna de los componentes de la comunidad con énfasis en las especies bajo alguna categoría de riesgo listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como aquellas consideradas raras e importantes desde el punto de vista ambiental.

I. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en la Bahía Akumal, en el municipio de Tulum, estado de Quintana Roo (**Figura IV_ 1**).

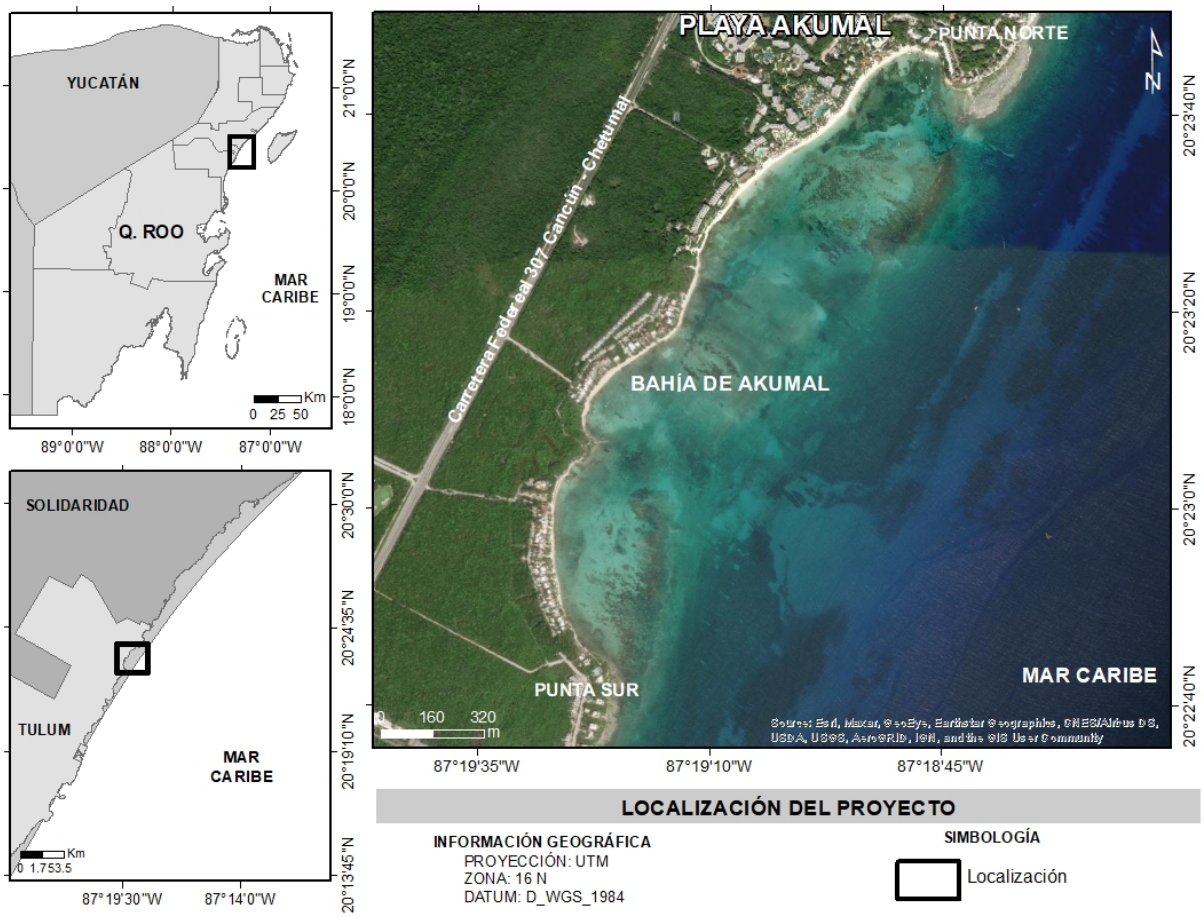


Figura IV_ 1. Ubicación del proyecto.

II. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la Bahía Akumal; contemplando la totalidad el Subpolígono de Bahía Akumal del Área de Refugio para la Protección de Especies Marinas creado por Acuerdo publicado el 7 de marzo de 2016 y conforme a las coordenadas establecidas en su Programa de Protección publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de octubre del 2017; así como la Zona Federal Marítimo Terrestre o el límite de la propiedad privada al oste de la bahía, abarcando un área de 1,208,734 m^2 (Figura IV_ 2).

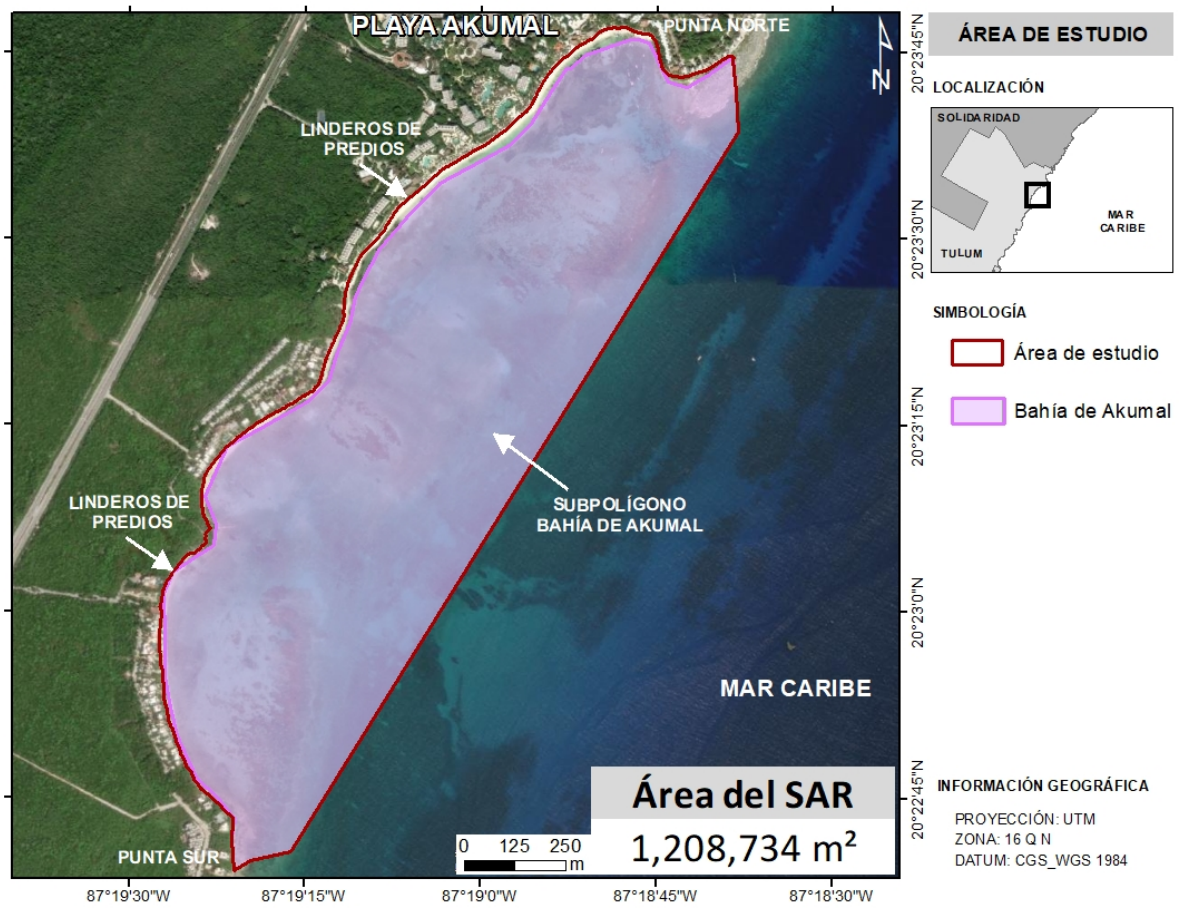


Figura IV_ 2. Área de estudio.

Con base en lo anterior, el área de estudio presenta los siguientes límites:

- Al **Norte**: con casas abandonadas y de renta vacacional, y la playa rocosa con matorral costero (Figura IV_ 3, A y B).
- Al **Este**: con el mar caribe (Figura IV_ 3, C y D).
- Al **Oeste**: con la propiedad privada de casas de renta vacacional y diversos complejos turísticos (Figura IV_ 3, E, F y G).
- Al **Sur**: con casa de renta vacacional, y la playa rocosa con matorral costero (Figura IV_ 3, D).



Figura IV_ 3. Colindancias del área de estudio.

III. OBJETIVOS

- General

  Realizar la caracterización de flora y fauna del área de estudio, de la zona marina y de la playa (Zona Federal Marítimo Terrestre).

- Particulares
  - Conocer las especies de flora y fauna que se distribuyen en los ambientes marinos y terrestre que se delimiten.
  - Obtener los índices ecológicos básicos de las especies y determinar las variaciones de estas entre los diferentes ambientes.
  - Generar un diagnóstico del estado actual área de estudio que aporte los elementos necesarios para determinar los posibles impactos a analizar y sus medidas de mitigación a implementar.

IV. METODOLOGIA

Para la presente caracterización ambiental se muestrearon los diversos grupos de la comunidad, utilizando los siguiendo materiales e implementando la metodología descrita más adelante.

IV.1. Material

El material y equipo empleado durante el muestreo, fue:

- Cuadrantres de 25cm de PVC con uniones de cobre para darle peso,
- Cintas métricas de 30 m con plomos en los extremos,
- Tubo medidor en forma de T (marcado cada 10 cm),
- Cámara subacuática GoPro Hero +5 y Nikon Coolpix w300,
- GPS marca Garmin Etrex 20 y 78s,
- Libreta de campo, tablas de acrílico, lápices, plumones indelebles,
- Equipo libre de buceo libre y autónomo con boya de seguridad,
- Kayak de dos plazas con remos, y
- Embarcación menor.

IV.2. Trabajo de campo

El trabajo de campo para el área de estudio duro un total de 18 días discontinuos, abracando del 10 al 12 junio, del 8 al 12 y del 14 al 16 de julio, del 6 al 9 y del 23 al 25 de agosto, esto debido a las condiciones climáticas poco favorables en la bahía, mismas que llegaban a cambiar de la mañana a la tarde y viceversa, o bien a periodos de mal clima días seguidos.

El tipo de muestreo para la toma de datos varió despendiendo de la zona, conforme a lo siguiente:

- Zona marina, se realizaron recorridos por toda la bahía durante los cuales se realizaron 399 puntos de muestreo en los diversos ambientes y cada que se observaba un elemento diferente. La cantidad de transectos se elevó a más de los considerados inicialmente, debido a la gran cantidad de ambientes en la zona marina, a la heterogeneidad de la mayoría de estos o bien a la importancia biológica que representan dentro de la comunidad.
- Zona terrestre, se realizaron 31 puntos de muestreo o inicios de recorrido conforme a dos metodologías dependiendo del ambiente; en el caso del matorral costero, se realizaron recorridos para la toma de datos de vegetación y transectos para la zona de pozas intermareales, y para la playa en general, se realizaron solamente recorridos censando los tipos de vegetación.

La posición inicial de cada punto de muestreo o inicio de recorrido para cada ambiente definido fue registrada con ayuda del GPS en unidades UTM, cuyas coordenadas se presentan en la Tabla IV_ 1 y su ubicación se observa en la Figura IV_ 4 y Figura IV_ 5.

Tabla IV_ 1. Cuadro de coordenadas de los puntos de inicio de los transectos.

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
Arenal profundo						
235	466,856	2,254,125		242	466,746	2,253,991
239	466,757	2,254,037		369	466,813	2,253,928
240	466,693	2,253,959		375	466,668	2,253,969
241	466,778	2,253,948				
Arenales						
48	467,278	2,255,311		166	466,985	2,255,070
78	467,286	2,255,248		184	466,323	2,254,196
82	467,275	2,255,339		185	466,345	2,254,206
83	467,273	2,255,313		205	466,455	2,254,223
84	467,267	2,255,311		206	466,413	2,254,228

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
86	467,258	2,255,289		259	466,545	2,253,949
100	467,222	2,255,320		260	466,520	2,254,000
119	466,948	2,255,044		336	466,904	2,254,994
127	466,885	2,255,007		381	466,975	2,254,523
151	467,113	2,255,186		419	467,026	2,255,103
155	467,089	2,255,142		420	466,921	2,255,035
160	467,060	2,255,111		421	466,774	2,254,921
165	467,014	2,255,076		422	467,363	2,255,334
Arrecife						
24	466,309	2,253,588		227	467,244	2,254,770
26	466,330	2,253,628		228	467,171	2,254,730
27	466,353	2,253,706		322	467,440	2,255,148
28	466,398	2,253,747		361	467,189	2,254,789
29	466,299	2,253,706		388	466,427	2,253,581
35	466,402	2,253,957		391	466,377	2,253,650
171	466,445	2,253,697		392	466,455	2,253,539
172	466,449	2,253,671		393	466,396	2,253,470
173	466,469	2,253,692		427	467,189	2,254,789
174	466,461	2,253,746		434	467,235	2,254,832
175	466,472	2,253,790		435	467,285	2,254,812
176	466,471	2,253,895		436	467,271	2,254,863
177	466,443	2,253,956		437	467,143	2,254,757
178	466,473	2,253,987				
Arrecife frontal						
244	466,842	2,253,938		248	466,866	2,254,021
245	466,843	2,253,965		249	466,889	2,254,043
246	466,862	2,253,987		250	466,892	2,254,019
247	466,837	2,254,000		374	466,731	2,253,999
Arrecife posterior						
60	467,314	2,255,169		282	467,038	2,254,795
61	467,325	2,255,171		283	467,005	2,254,805
62	467,321	2,255,164		284	466,953	2,254,823
104	466,962	2,255,040		302	467,396	2,255,167
105	466,975	2,255,015		303	467,409	2,255,193
121	466,961	2,255,012		304	467,381	2,255,185
132	466,942	2,254,924		305	467,387	2,255,208
133	466,949	2,254,951		306	467,362	2,255,233
135	467,020	2,254,938		307	467,360	2,255,205
136	467,028	2,254,957		308	467,378	2,255,222
139	466,994	2,254,980		309	467,408	2,255,142

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
140	466,997	2,255,000		310	467,377	2,255,258
141	467,016	2,255,007		311	467,365	2,255,269
142	467,039	2,254,998		317	467,208	2,254,916
143	467,032	2,255,016		318	467,068	2,254,900
145	467,104	2,255,023		319	466,984	2,254,909
146	466,964	2,254,875		320	467,050	2,254,855
169	466,992	2,255,011		335	466,971	2,255,033
170	466,988	2,255,033		382	466,623	2,254,499
194	466,576	2,254,379		383	466,723	2,254,388
195	466,634	2,254,433		384	466,714	2,254,320
196	466,640	2,254,349		385	466,702	2,254,457
197	466,692	2,254,376		397	467,098	2,254,808
198	466,752	2,254,352		398	467,055	2,254,822
199	466,727	2,254,293		399	467,078	2,254,961
229	467,108	2,254,741		400	467,140	2,255,019
277	466,939	2,254,863		401	467,165	2,255,005
278	466,996	2,254,742		402	467,113	2,254,995
279	467,051	2,254,711		403	467,148	2,254,966
280	467,022	2,254,760		406	467,324	2,255,083
281	467,062	2,254,762				
Camino						
326	467,402	2,255,268		357	467,315	2,255,374
Canal						
56	467,308	2,255,200		162	467,057	2,255,060
57	467,304	2,255,190		163	467,043	2,255,054
58	467,316	2,255,190		167	466,988	2,255,047
59	467,309	2,255,177		168	467,001	2,255,029
63	467,317	2,255,154		338	467,029	2,255,027
64	467,325	2,255,142		339	467,052	2,255,024
65	467,315	2,255,123		405	467,247	2,255,111
66	467,289	2,255,116		408	467,253	2,255,130
144	467,071	2,255,014				
Laguna arrecifal						
2	466,202	2,253,929		137	466,974	2,254,994
3	466,255	2,253,894		149	466,873	2,254,971
4	466,321	2,253,989		150	466,855	2,254,976
5	466,581	2,254,064		179	466,470	2,254,011
6	466,212	2,253,873		183	466,452	2,254,173
8	466,212	2,253,823		190	466,427	2,254,339
9	466,619	2,254,025		191	466,461	2,254,315

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
10	466,674	2,254,131		192	466,492	2,254,360
11	466,218	2,253,776		193	466,550	2,254,365
12	466,250	2,253,777		201	466,596	2,254,259
14	466,221	2,253,725		202	466,529	2,254,241
15	466,244	2,253,714		203	466,522	2,254,289
16	466,238	2,253,678		207	466,296	2,254,046
36	466,400	2,254,027		214	466,762	2,254,800
38	466,398	2,254,163		216	466,794	2,254,766
39	466,372	2,254,124		222	466,733	2,254,680
40	466,366	2,253,994		224	466,684	2,254,698
42	466,329	2,254,088		261	466,651	2,254,206
43	466,347	2,254,047		262	466,591	2,254,141
44	466,288	2,254,030		263	466,508	2,254,058
45	466,251	2,253,994		265	467,024	2,254,566
46	466,280	2,253,957		266	466,953	2,254,589
47	466,246	2,253,929		273	466,738	2,254,615
107	466,953	2,254,981		274	466,796	2,254,619
110	466,827	2,254,938		276	466,959	2,254,707
120	466,894	2,254,954		370	466,806	2,254,191
123	466,923	2,254,971		371	466,818	2,254,244
124	466,720	2,254,567		378	466,807	2,254,299
126	466,917	2,254,964		379	466,887	2,254,367
128	466,955	2,255,027		380	466,809	2,254,457
129	466,936	2,254,963		386	466,632	2,254,080
130	466,858	2,254,860		429	466,984	2,254,451
131	466,924	2,254,945		430	466,878	2,254,600
Laja con arena						
187	466,383	2,254,234		218	466,819	2,254,722
188	466,388	2,254,267		220	466,845	2,254,682
189	466,437	2,254,259		221	466,774	2,254,729
200	466,677	2,254,270		238	466,739	2,254,217
204	466,474	2,254,237		275	466,897	2,254,715
217	466,858	2,254,740		387	466,504	2,254,121
Laja con corales						
13	466,269	2,253,747		315	467,171	2,254,860
19	466,284	2,253,646		316	467,125	2,254,869
25	466,313	2,253,614		337	466,980	2,254,940
30	466,323	2,253,744		340	466,933	2,254,885
31	466,335	2,253,788		404	467,261	2,255,080
34	466,391	2,253,898		407	467,310	2,255,062

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
122	466,863	2,254,906		409	467,284	2,255,045
125	466,901	2,254,860		425	467,131	2,254,696
134	466,962	2,254,912		426	467,025	2,254,678
138	467,013	2,254,966		431	466,392	2,253,837
147	466,910	2,254,911		432	466,372	2,253,785
148	466,894	2,254,933		433	466,356	2,253,939
Matorral costero						
209	467,552	2,255,198		349	466,264	2,253,503
327	467,418	2,255,245		350	466,356	2,253,362
328	467,578	2,255,227		358	467,444	2,255,241
329	467,474	2,255,237		359	467,534	2,255,172
330	467,481	2,255,208		410	466,365	2,253,421
331	467,478	2,255,172		411	466,376	2,253,388
332	467,507	2,255,161		412	466,345	2,253,449
334	466,312	2,253,474		413	466,374	2,253,321
345	466,278	2,254,165		414	466,281	2,254,082
346	466,287	2,254,137		415	466,303	2,254,130
347	466,261	2,254,086				
Parche arrecifal						
17	466,229	2,253,666		223	466,716	2,254,708
20	466,272	2,253,623		236	466,849	2,254,247
37	466,376	2,254,075		237	466,830	2,254,226
41	466,350	2,254,114		264	466,700	2,254,255
108	466,936	2,254,994		267	466,395	2,254,311
180	466,439	2,254,092		268	466,877	2,254,462
181	466,414	2,254,077		269	466,667	2,254,631
182	466,407	2,254,118		270	466,783	2,254,562
186	466,351	2,254,243		271	466,698	2,254,624
215	466,789	2,254,796		272	466,711	2,254,602
219	466,906	2,254,656				
Pastizal						
49	467,278	2,255,283		95	467,177	2,255,239
50	467,282	2,255,262		96	467,233	2,255,285
51	467,295	2,255,244		97	467,214	2,255,281
52	467,285	2,255,234		98	467,214	2,255,293
53	467,289	2,255,220		99	467,221	2,255,310
54	467,297	2,255,212		109	467,094	2,255,136
55	467,308	2,255,212		111	467,053	2,255,074
67	467,276	2,255,128		112	467,182	2,255,264
68	467,262	2,255,142		113	467,175	2,255,206

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
69	467,265	2,255,155		114	467,157	2,255,224
70	467,181	2,255,275		115	467,033	2,255,066
71	467,249	2,255,169		116	467,138	2,255,193
72	467,161	2,255,244		117	467,154	2,255,168
73	467,244	2,255,190		118	467,136	2,255,151
74	467,234	2,255,199		154	467,118	2,255,141
75	467,133	2,255,178		156	467,100	2,255,122
76	467,242	2,255,214		157	467,113	2,255,106
77	467,233	2,255,221		158	467,091	2,255,081
79	467,227	2,255,245		159	467,081	2,255,102
80	467,225	2,255,258		161	467,053	2,255,093
81	467,219	2,255,273		164	467,021	2,255,044
85	467,270	2,255,295		285	467,376	2,255,318
87	467,257	2,255,301		286	467,376	2,255,304
88	467,254	2,255,285		287	467,376	2,255,288
89	467,140	2,255,219		290	467,390	2,255,263
90	467,250	2,255,298		291	467,400	2,255,249
91	467,250	2,255,304		312	467,371	2,255,277
92	467,244	2,255,316		313	467,361	2,255,291
93	467,197	2,255,288		314	467,368	2,255,324
94	467,236	2,255,303		323	467,360	2,255,310
Playa arenosa						
341	466,583	2,254,576		353	466,653	2,254,790
343	466,448	2,254,416		354	466,811	2,254,976
344	466,279	2,254,256		355	466,964	2,255,083
348	466,193	2,254,017		356	467,113	2,255,239
352	466,623	2,254,710		428	466,164	2,253,811
Playa modificada						
7	466,264	2,253,834		211	466,521	2,254,454
32	466,328	2,253,819		394	466,281	2,253,780
33	466,350	2,253,849		395	466,293	2,253,864
210	466,560	2,254,479		396	466,316	2,253,904
Rocas						
102	467,095	2,255,171		324	467,340	2,255,352
152	467,109	2,255,165		325	467,330	2,255,348
153	467,092	2,255,156		423	467,314	2,255,353
Roquedal						
1	466,179	2,253,882		294	467,452	2,255,220
18	466,229	2,253,629		295	467,467	2,255,217
21	466,247	2,253,594		296	467,445	2,255,196

VÉRTICE	X	Y		VÉRTICE	X	Y
22	466,272	2,253,577		297	467,462	2,255,193
23	466,300	2,253,546		298	467,480	2,255,150
101	466,748	2,254,881		299	467,455	2,255,173
103	466,708	2,254,832		300	467,431	2,255,171
106	466,652	2,254,736		301	467,414	2,255,164
208	466,189	2,253,961		321	466,593	2,254,561
212	466,727	2,254,864		333	466,315	2,253,503
213	466,747	2,254,838		342	466,401	2,254,370
288	467,386	2,255,284		351	466,475	2,254,416
289	467,391	2,255,275		416	466,312	2,254,164
292	467,430	2,255,222		417	466,251	2,254,053
293	467,429	2,255,204		418	466,224	2,254,019
Talud						
225	467,427	2,254,893		365	467,359	2,254,771
226	467,268	2,254,630		366	467,163	2,254,469
231	467,229	2,254,687		367	467,084	2,254,399
232	467,194	2,254,618		368	466,920	2,254,198
233	467,081	2,254,470		372	466,737	2,254,158
234	466,998	2,254,309		373	466,791	2,254,090
243	466,735	2,253,954		376	466,695	2,253,877
251	466,816	2,254,034		424	466,680	2,253,744
Transición de barlovento						
230	467,184	2,254,704		360	467,139	2,254,580
252	466,543	2,253,661		362	467,290	2,254,721
253	466,552	2,253,734		363	467,336	2,254,806
254	466,552	2,253,613		364	467,408	2,254,910
255	466,538	2,253,561		377	466,644	2,253,826
256	466,544	2,253,809		389	466,530	2,253,493
257	466,568	2,253,850		390	466,496	2,253,409
258	466,609	2,253,901				

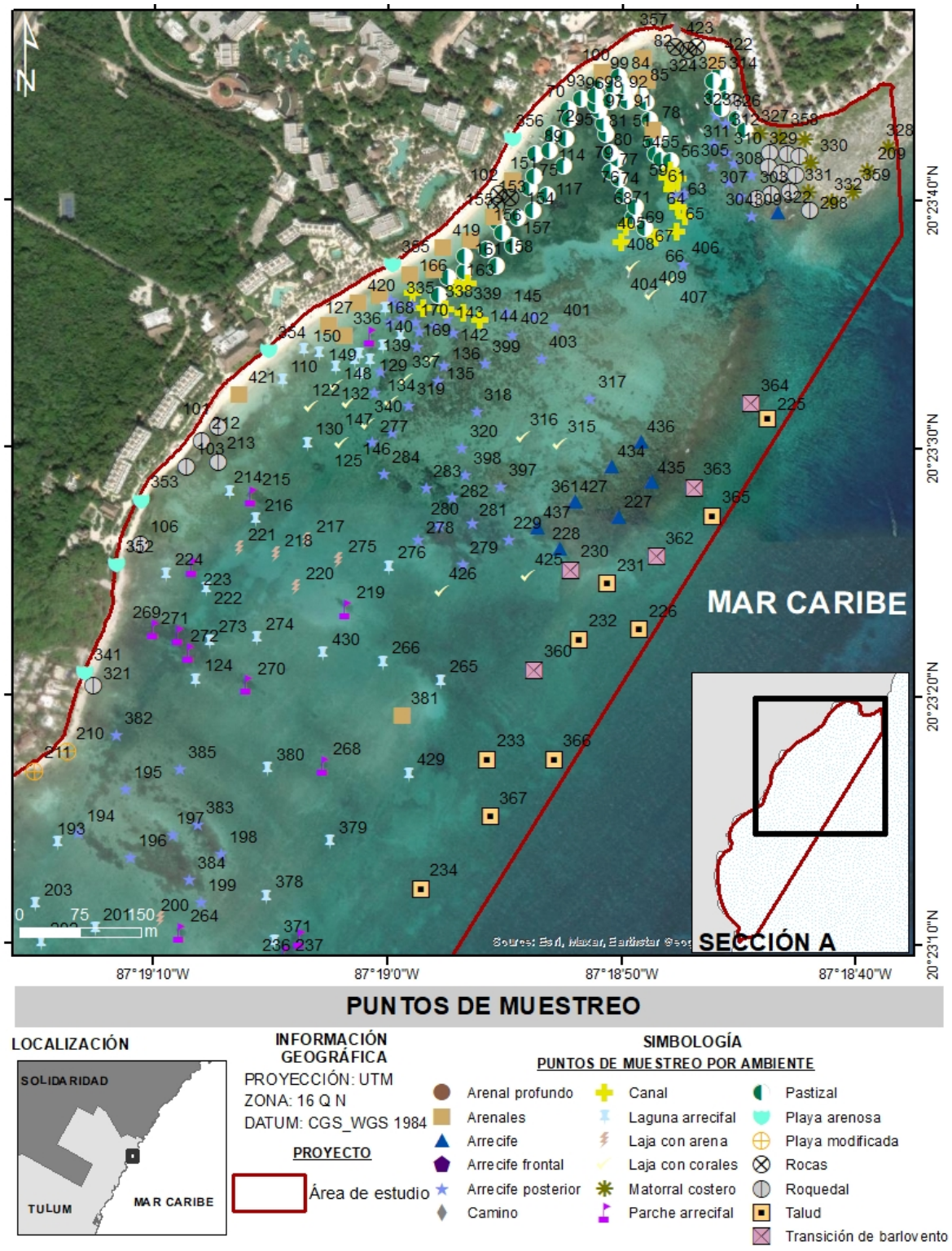


Figura IV_ 4. Puntos de muestreo del inicio de los transectos.

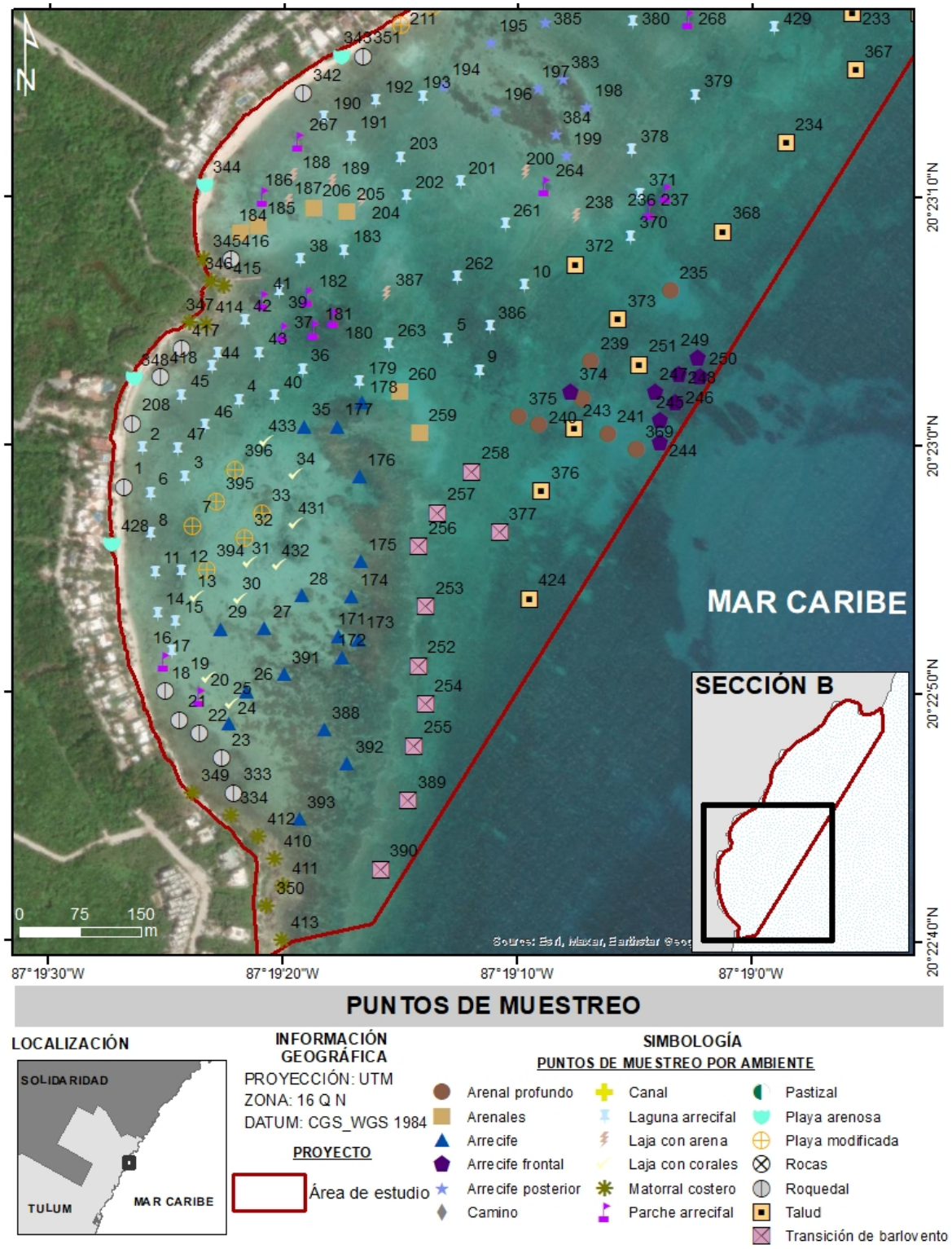


Figura IV_ 5. Puntos de muestreo del inicio de los transectos.

IV.2.1. Técnicas de muestreo

El análisis de la flora y fauna en el área de estudio se determinó con base en su composición específica, así como de la distribución y abundancia de los principales organismos, considerando para ello los siguientes grupos taxonómicos:

- Invertebrados en general (esponjas, bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, equinodermos, poliquetos, crustáceos, etc.).
- Corales,
- Peces,
- Vegetación marina (algas y pastos marinos) y vegetación terrestre, y
- Animales terrestres (aves y reptiles).

La caracterización ambiental se realizó mediante un muestreo sistemático dentro del polígono del área de estudio siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe Mexicano (Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al., 1994, Padilla, et. al, 1994, 2005; Almada-Villela, et al., 2003, Lang et. al, 2012-AGRRA, sensu Loya, 1972 y Porter 1972),

En cada punto de muestreo en la zona marina se realizó dependiendo de los grupos taxonómicos las siguientes acciones:

- Para invertebrados y peces, en cada punto de muestreo se realizó un transecto perpendicular a la línea de costa, para lo que se extendió una cinta métrica hasta llegar a los 20m manteniéndola en el fondo con ayuda de plomos en los extremos. Con ayuda del tubo medidor en forma de T se cuantifico en 1m de ancho a lo largo del transecto las especies y el número de organismos de cada uno, para invertebrados el tubo se dirigió lo más pegado al sustrato y para peces a media agua (Figura IV_ 6).

- En el caso de la vegetación marina, del lado derecho del transecto como estándar y cada 5m se colocó un cuadrante, registrando mediante foto-cuadrantes la presencia de especies y el número de organismo (con excepción de aquellas especies que fueron muy abundantes, las cuales se contaron *in situ*, Figura IV_ 7).

Adicionalmente a los trabajos realizados en cada transecto se hicieron recorridos en las partes colindantes para registrar otras especies presentes en la zona (Figura IV_ 8, Ay B).

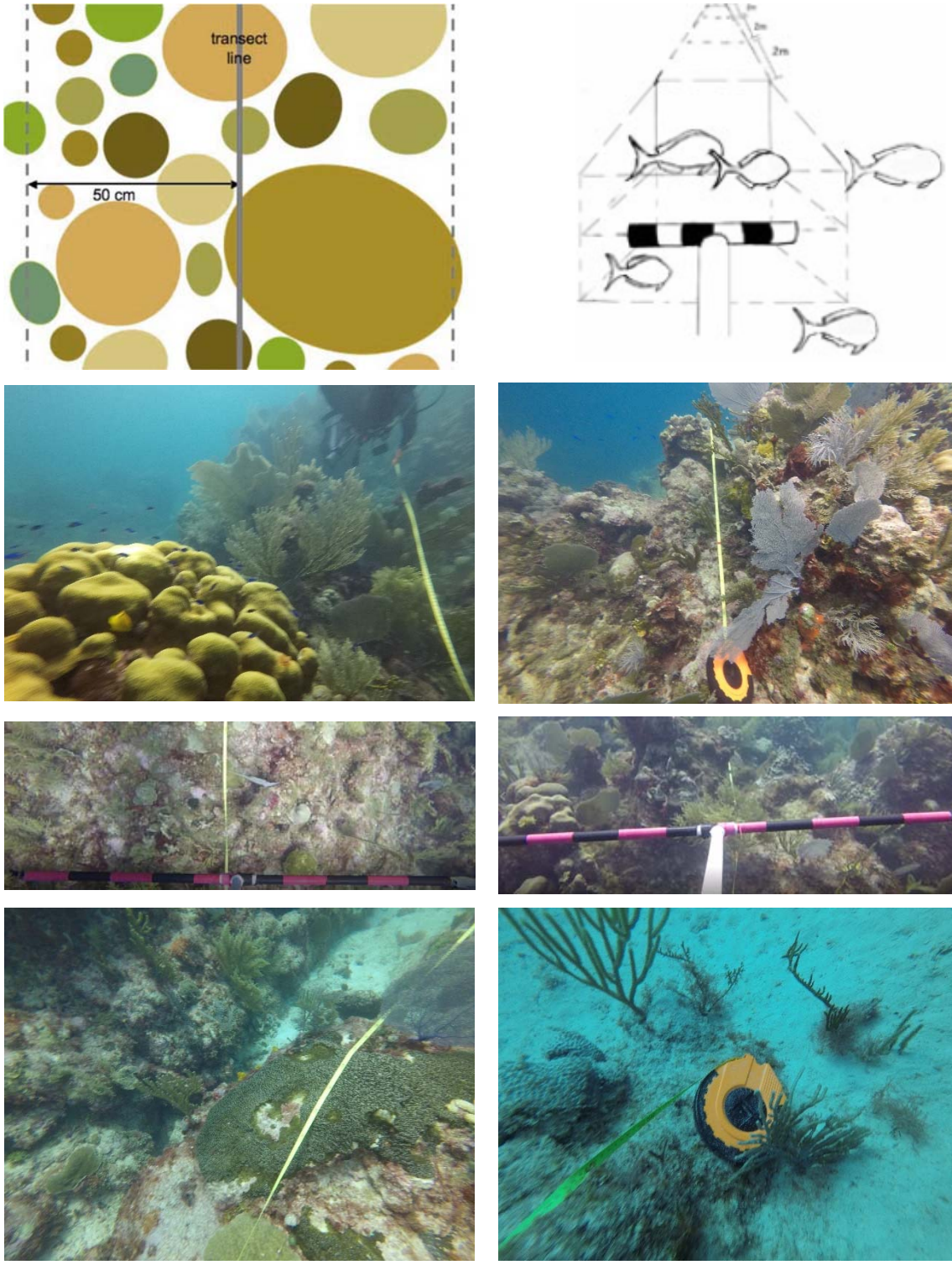


Figura IV_ 6. Diagramas de terceros y fotos del muestreo de invertebrados y peces.

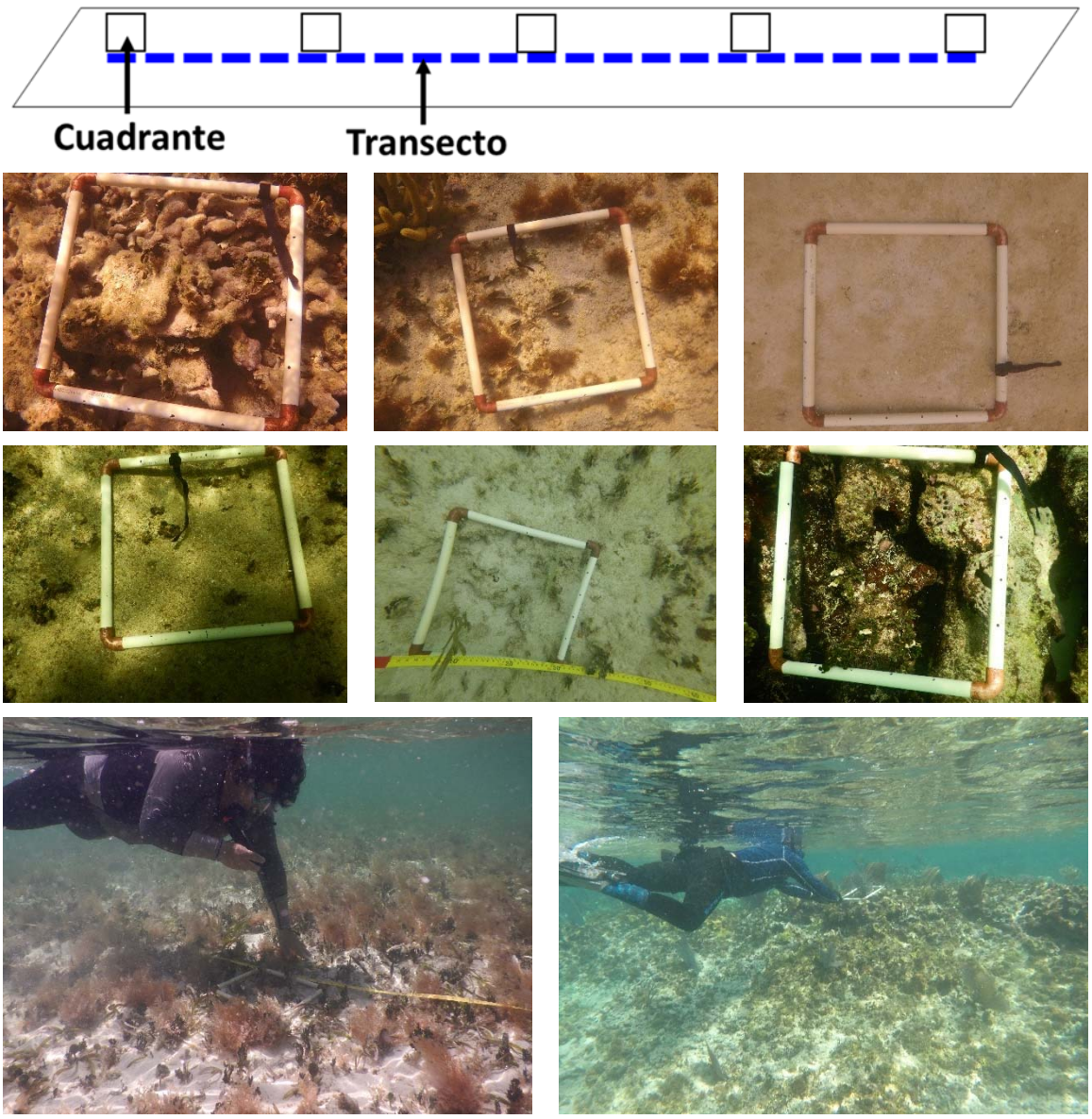


Figura IV_ 7. Diagrama general del transecto y fotos del muestreo de vegetación marina.

En el caso de la vegetación y animales terrestres, se realizaron recorridos a pie a lo largo de toda la playa, anotando las especies de plantas y buscaron organismos o bien rastros, huellas o excretas, toda la información fue vertida en una libreta de campo ((Figura IV_ 8, C y D).).



Figura IV_ 8. Recorridos realizados en la zona marina y terrestre.

La identidad taxonómica de los organismos registrados durante el muestreo se determinó para aquellas especies abundantes in situ. La rectificación de los nombres y demás especies se hizo analizando las fotografías y videos del muestreo mediante claves y guías de campo, así como páginas especializadas. Para corales se utilizar las de Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares y Soto (1982), Zlatarsky y Martínez (1982), Humman (1993), Cairns (1977) y la página de internet http://coralpedia.bio.warwick.ac.uk/. Para peces las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977), Stokes (1984), guías sumergibles para uso turístico y la página de internet www.fishbase.org/. Para algas las claves de Littler et al. (1989), Humman (1993) y la página de internet www.algaebase.org/; así como de literatura para la zona.

IV.3. Análisis de datos

Con lo observado en campo e imágenes satelitales de Google Earth, y utilizando el programa ArcGIS se delimitaron los ambientes presentes en el área de estudio; lo cual se realizó, mostrando los valores de color de la Banda número 3 de fotografías, recortando el

polígono del área de estudio a partir de los límites de cada ambiente y agrupándolos en una sola capa, por último, se calculó su área y se generó un mapa.

Los parámetros analizados como indicadores ambientales a considerar para cada grupo taxonómico se describen en la Tabla IV_ 2. Para lo cual, a partir de los ambientes registrados en el área de estudio, se separaron los datos obtenidos y se analizaron con ayuda del programa Excel.

Tabla IV_ 2. Indicadores ambientales para los grupos taxonómicos.

Indicadores ambientales		Invertebrados	Ictiofauna	Algas
Parámetros ecológicos	Distribución y número de especies	X	X	
	Abundancia	Densidad (ind/m^2)	Densidad (ind/m^2)	Cobertura algal (%)
	Diversidad (H') y Equitabilidad (J')	X	X	X
	Estructura de tallas		X	
Parámetros cualitativos	Condición del organismo	X		
	Grupos funcionales		Abundancia por grupo trófico	Abundancia por tipo de pigmento o grupo

IV.3.1. Parámetros cuantitativos

A partir de los ambientes registrados en el área de estudio, se separaron los datos obtenidos para cada uno de los ambientes y grupos taxonómicos, y se analizaron considerando los siguientes parámetros básicos de la comunidad:

- **Distribución**: para cada grupo taxonómico se obtuvo un listado de especies en donde se muestra la presencia por tipo de ambiente.

- **Índices ecológicos**: de los datos obtenidos se realizaron las siguientes medidas de la comunidad:
  - Número de individuos: para los corales, invertebrados y peces, se determinó el número de individuos por 0.25m2 observados por grupo, ambiente y su interrelación.
  - Riqueza: en cada grupo taxonómico se determinó el número de especies observadas por grupo, ambiente y su interrelación.
  - Abundancia: para cada grupo taxonómico (corales, invertebrados, peces y vegetación) se determinó la proporción del número de organismos de cada especie con respecto al total de organismos registrados por transecto; éstas se agruparon bajo el siguiente criterio:
    - Dominante (D)= especies que presentaron una abundancia mayor del 20%;
    - Abundante (A)= especies que presentaron una abundancia entre el 10 y 20%;
    - Común (C)= especies que presentaron una abundancia entre el 5 y 10%;
    - Escasa (E)= especies que presentaron una abundancia entre el 1 y 5% y
    - Rara (R)= especies que presentaron una abundancia menor del 1%.
  - Índice de Shannon-Weaver (H', 1949): expresa la uniformidad de los valores de las especies de la muestra, asumiendo que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representas; con intervalos de valores de 0 (cuando solo hay una especie) y logaritmo de S (cuando todas las especies están representadas por igual número de organismos). En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. Su fórmula matemática es:

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i$$

  - Índice de Equitabilidad de Pielou (J'): mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; con intervalo de valores de 0 a 1 (todas las especies son igualmente abundantes). Su fórmula matemática es:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

$H'_{max} = \ln (S)$.

S = es el número de especies.

- Estructura de tallas: La estimación de las tallas de los corales y peces se basó en el diámetro mayor de la colonia, la altura máxima del abanico y la longitud total del cuerpo respectivamente (**Tabla IV_ 3**).

Tabla IV_ 3. Clases de tallas para peces.

Clase de talla	Escleractinios	Gorgonáceos	Peces
I	< 5 cm	< 10 cm	< 5 cm
II	5 -10 cm	10 -30 cm	5 -10 cm
III	10 - 20 cm	30 - 50 cm	10 - 20 cm
IV	20 - 40 cm	> 50 cm	20 - 30 cm
V	> 40 cm	-	> 30 cm

Los mismos parámetros de la comunidad fueron realizados a los datos obtenidos de los organismos asociados al sedimento.

IV.3.2. Parámetros cualitativos

Los datos cualitativos para peces y vegetación marina presente en los ambientes fueron analizados considerando los siguientes parámetros:

- Condición del organismo: En el caso de los corales se registró su condición general en términos de optimo estado, enfermedad o mortandad.

- Grupos funcionales: Las especies registradas se dividieron conforme a las categorías descritas en la Tabla IV_ 4, considerando en el caso de las algas de su tipo de pigmento y división.

Tabla IV_ 4. Categorías de los grupos funcionales vegetación marina.

Categoría	Grupo
Verdes	Clorofitas
Roja	Rodófitas
Café	Feofitas
Cian	Cianofita
Pastos	Pastos marinos

Toda la información fue vertida en una base de datos y analizada con ayuda del programa Excel y del programa estadístico PRIMER 7 para la obtención de la curva de especies y el análisis de conglomerados (cluster).

V. RESULTADOS

V.1. Descripción del área de estudio

Conforme al análisis de imágenes y a lo observado en campo el área de estudio fue dividida en 19 ambientes mismos que para la presentación de los datos fueron abreviados con un acrónimo y se les designo un color, los cuales son: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR); cuya ubicación y superficie se describe en le Figura IV_ 9.

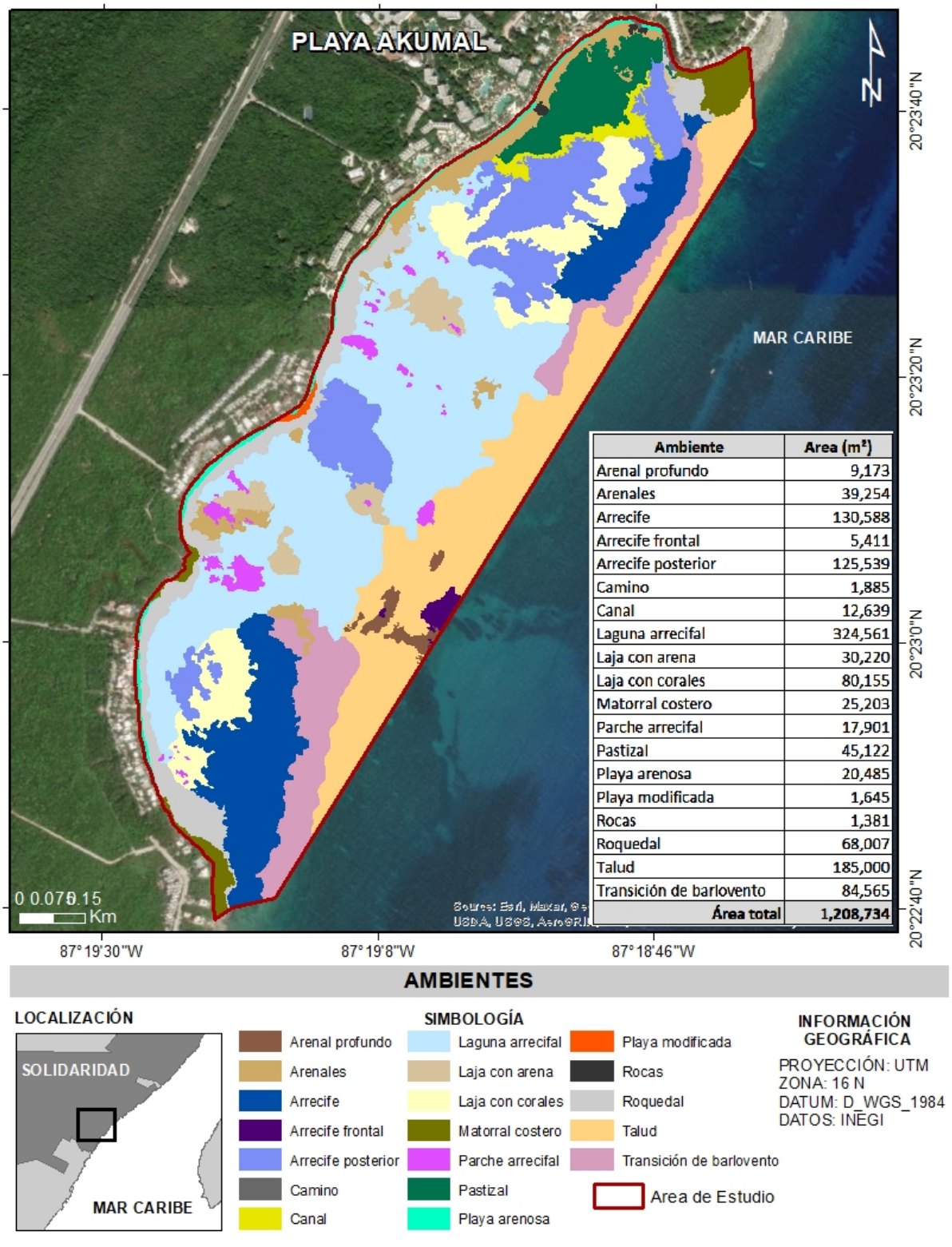


Figura IV_ 9. Ambientes registrados en el área de estudio.

Las características biológicas y morfológicas, para cada uno de los ambientes se describen a continuación:

1. **Arenal profundo**

   El ambiente Arenal Profundo se ubica al sureste del área de estudio y comprende una superficie de 9,173 m^2 que representan el 0.8% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 10).

   Este ambiente se caracteriza por estar conformado por grandes extensiones de arena blanca de grano medio con espesores mayores de 30 centímetros, con algunas rocas aisladas ubicadas junto de los ambientes con los que colinda, principalmente en la intersección con el Talud. La diversidad en esta zona es muy baja, ya que solo se registraron en los transectos dos ejemplares de raya de cola de látigo del Caribe (*Styracura schmardae*) alimentándose, un ejemplar de la raya de espina (*Hypanus americanus*) y un ejemplar de la Cojinuda carbonera (*Caranx ruber*), dentro de los transectos no se registraron otros grupos taxonómicos, pero si en los recorridos se observaron algunas rocas con algas. Lo que sí, se observó en este ambiente, es que en su porción oeste se acumula una gran cantidad de sargazo en fondo en proceso de desintegración (Figura IV_ 10).

2. **Arenales**

   El ambiente de Arenales pose un área de 39,254m^2 que representa el 3.2% del área de estudio y representa principalmente la playa húmeda de Bahía Akumal, aunque también se registraron otras áreas bien definidas al sur y este del área de estudio (Figura IV_ 9, Figura IV_ 11Figura IV_ 18).

   Este ambiente se caracteriza por estar conformado por grandes extensiones de arena blanca de grano fino a medio; a diferencia del arenal profundo, este posé mayor cantidad de rocas aisladas de diversos tamaños con algas y corales incrustados, así como peces que se resguardan en estas, aunque también se registraron corales gorgónidos directamente sobre la rena y diversos ejemplares de rayas en sus diversos polígonos; además en sus colindancias con el ambiente de pastizal se observan pequeños manchones de pastos o algas principalmente verdes, y en sus colindancias con los otros ambientes solo algas de los diversos tipos (verdes, cafés y rojas; Figura IV_ 9, Figura IV_ 11).

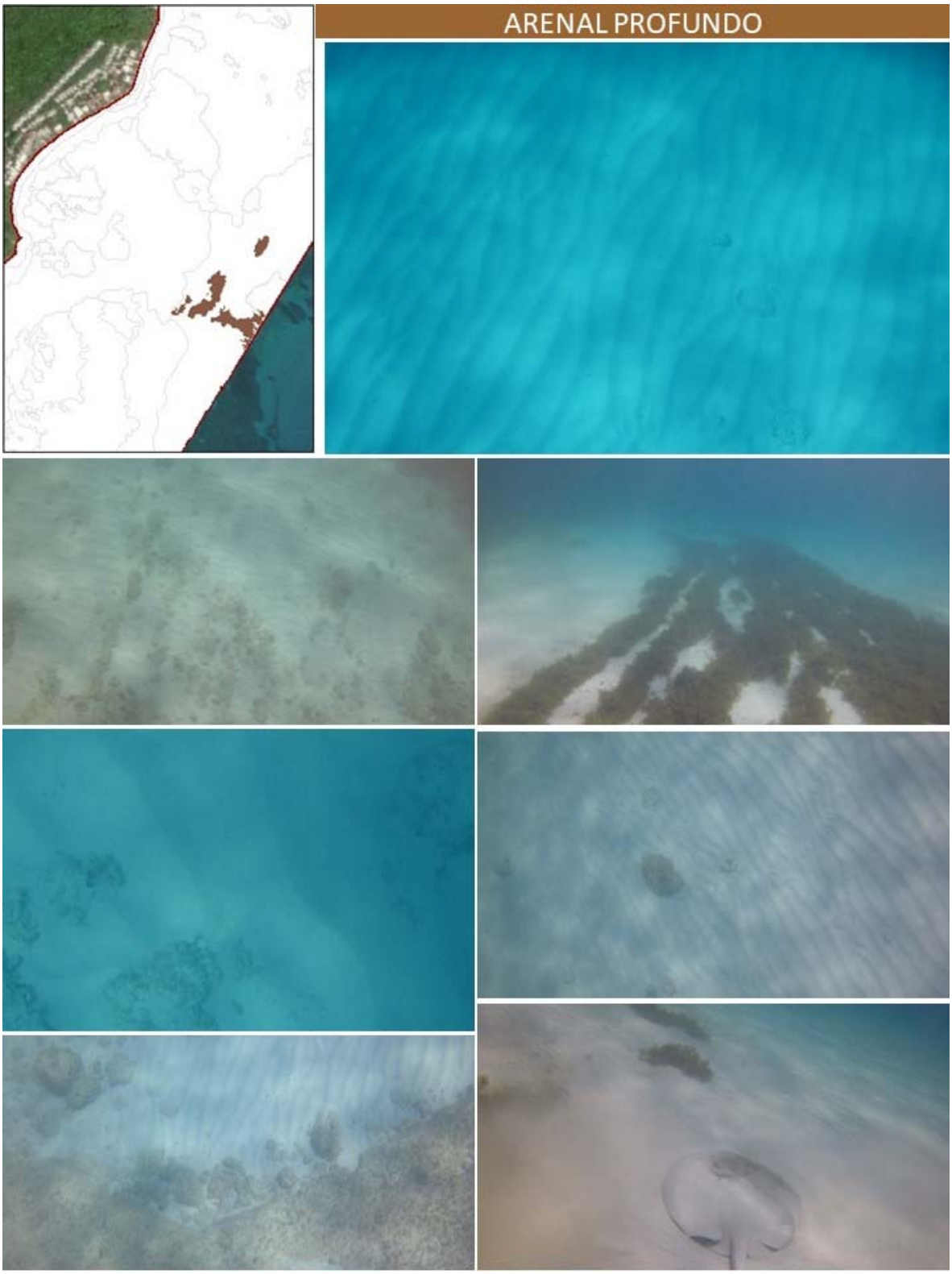


Figura IV_ 10. Fotografías del ambiente Arenal profundo.

En cuanto al uso que le dan a este ambiente de Arenales, en su sección norte al corresponder a la playa es un ambiente que durante todo el día es ocupado por los bañistas, al ser la única área donde estos pueden nadar sin preocuparse de las rocas, además en esta zona también se atracan las embarcaciones turísticas y es el ingreso para los tours de avistamiento de tortuga. En su sección sur y este el uso que le dan los turistas es poco o nulo.

3. Arrecife

El ambiente se Arrecife es el tercer ambiente que más superficie posé con 130,588m^2 que representa el 11% del del área de estudio y es el tercer ambiente con mayor superficie, está conformado por dos grandes zonas una al norte y otra al sur de la Bahía de Akumal, y es un sistema rocoso de pendientes suaves y abruptas, con canales arenosos que le dan gran complejidad estructural (Figura IV_ 9, Figura IV_ 12). El acceso a este ambiente en su sección norte en parte está delimitado por el sistema de boyas colocados por la CONAP para protección de la zona.

El Arrecife como es de esperarse, es un ambiente severamente dañado por el impacto de los ciclones tropicales, al grado que en algunos lados parecen montículos de rocas sin vida alguna mismas que se ubican en la zona este hacia las afueras de la bahía, mientras que en su interior presenta un mejor estado de conservación. A pesar de ello es el ambiente más diverso estructuralmente, donde se observan grandes colonias de corales del género *Orbicella sp.*, colonias de corales cerebro y estrella de tamaño medio, así como gran cantidad de corales gorgónidos principalmente de especies arbustivas, donde la especie de Abanico de Mar (*Plexaura homomalla*) fue más abundante en el arrecife norte, mientras que en el arrecife al sur se registraron más organismos del género *Eunicea sp*., cabe destacar que la presencia de corales abanico del género *Gorgonia sp.* en este ambiente es reducida.

En el Arrecife también se registraron zonas con gran cantidad de algas y algunos manchones reducidos de pastos marinos representados por la hierba tortuga (*Thalassia testudinum*), además de gran variedad de invertebrados marinos y por su conformación rocosa, es refugio de diversas especies de peces y juveniles de diversas especies (Figura IV_ 9, Figura IV_ 12).

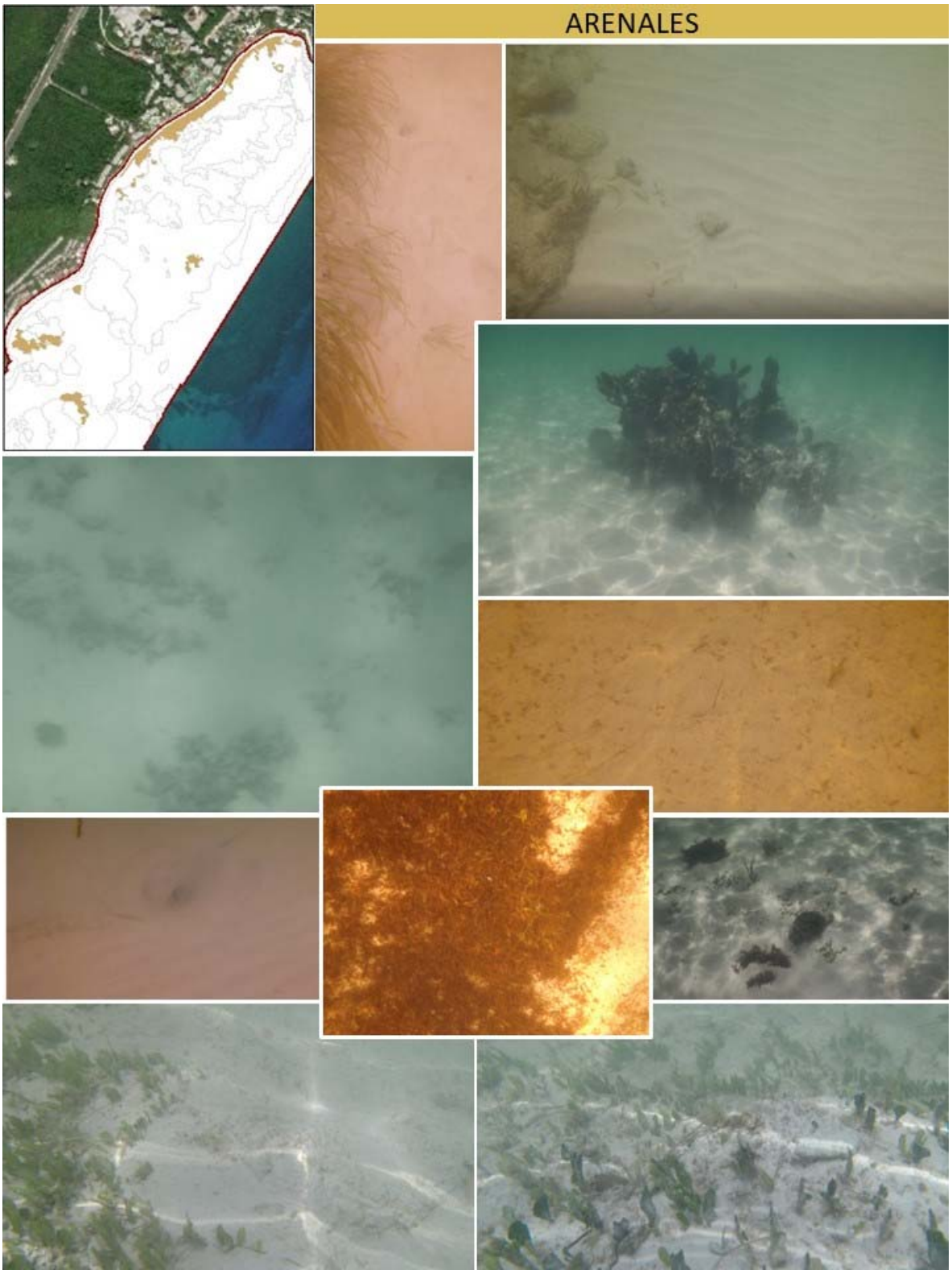


Figura IV_ 11. Fotografías del ambiente Arenales.



Figura IV_ 12. Fotografías del ambiente Arrecife.

4. Arrecife frontal

El Arrecife frontal se ubica al sureste del área de estudio y comprende una superficie de 5,411 m^2 que representan el 0.4% del área total, es un sistema montañoso de cordilleras y valles de pendientes suaves principalmente, con canales de arena blanca (Figura IV_ 9, Figura IV_ 13).

El Arrecife frontal, al igual que el ambiente Arrecife, se encuentra dañado por el impacto de los ciclones tropicales, en este caso en todo el ambiente en general. A pesar de ello presenta una diversidad estructural considerable, donde también se observan grandes colonias de corales del género *Orbicella sp.*, algunas colonias del Coral cuerno de alce (*Acropora palmata*), así como gran cantidad de corales gorgónidos principalmente de corales abanico del género *Gorgonia sp.* y especies arbustivas del género *Eunicea sp*. La presencia de algas es mayor a la del Arrecife, no se registraron pastos marinos, y tanto, los invertebrados marinos como los peces fueron escasos (Figura IV_ 9, Figura IV_ 13).

5. Arrecife posterior

El Arrecife posterior se ubica al interior de la laguna en la zona norte, centro y sur, comprende una superficie de 125,539 m^2 que representan el 10% del área total y es el cuarto ambiente con mayor superficie (Figura IV_ 9, Figura IV_ 14). El acceso a este ambiente en su sección norte está delimitado por el sistema de boyas colocados por la CONAP para protección de la zona.

El Arrecife posterior, a diferencia de las demás zonas arrecifales, está conformado por grandes extensiones de arena y laja con montículos aislados, donde algunos son colonias muertas de corales ya poblados por otros corales y por grandes colonias de la especie *Orbicella annularis*; sobre estos se observan gran cantidad de corales gorgónidos principalmente de especies arbustivas de la especie de Abanico de mar (*Plexaura homomalla*) y de las especies del género *Eunicea sp*., cabe destacar que al igual que en el Arrecife la presencia de corales abanico del género *Gorgonia sp.* en este ambiente es reducida. (Figura IV_ 9, Figura IV_ 14).

Así mismo, tanto en el sustrato de laja como en el arenoso y en los montículos se registraron zonas con gran cantidad de algas, y algunos manchones reducidos y aislados de pastos marinos representados por la hierba tortuga (*Thalassia testudinum*) sobre todo al norte del área de estudio, además de gran variedad de invertebrados marinos y por su conformación rocosa, es refugio de diversas especies de peces y juveniles de diversas especies (Figura IV_ 9, Figura IV_ 14).

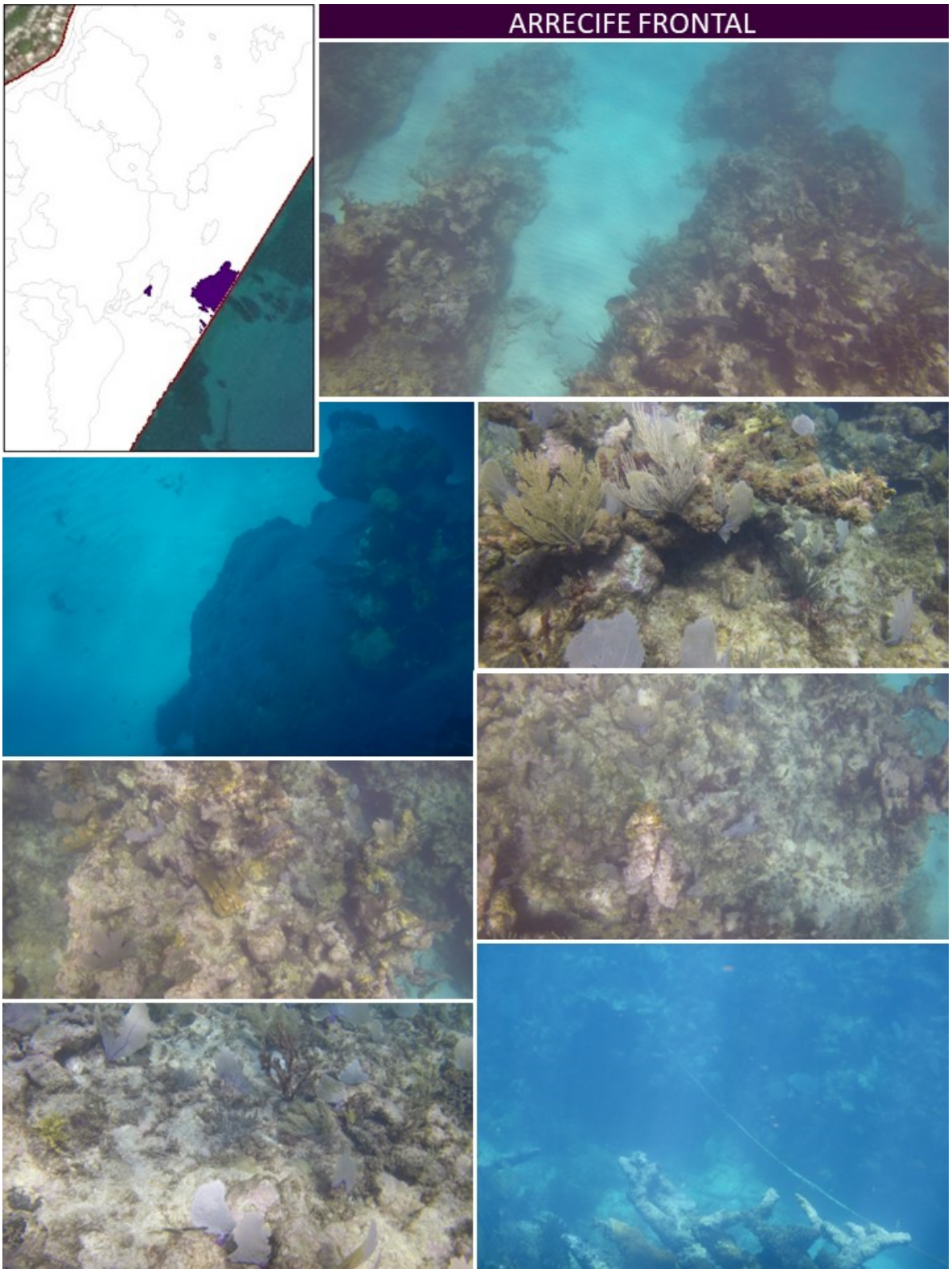


Figura IV_ 13. Fotografías del ambiente Arrecife frontal.



Figura IV_ 14. Fotografías del ambiente Arrecife posterior.

6. Camino

El ambiente denominado Camino se ubica al norte del área de estudio y comprende una superficie de 1,885 m^2 que representan el 0.2% del área total, y es el tercer ambiente más pequeño de toda el área de estudio (Figura IV_ 9, Figura IV_ 15).

Este ambiente es un área modificada del matorral costero para crear un camino y un área de terraza con jardineras con un sustrato arenoso y paredes de restos de coral con concreto para el conjunto de casas privadas llamado "*Las Casitas Akumal*" que desde 1973 operan en la zona.

Este ambiente a pesar de ser un área modificada presenta vegetación típica de la zona como son Palma chit, Almendros, Uva de mar, etc., especies de duna costera y también especies introducidas típicas de las áreas ajardinadas (Figura IV_ 9, Figura IV_ 15).

7. Canal

El ambiente de Canal se ubica al noroeste del área de estudio y comprende una superficie de 12,639m^2 que representan el 1% del área total (Figura IV_ 9Figura IV_ 16).

El Canal está conformado por una zona ligeramente más profunda que los ambientes aledaños (Pastizal al norte, y Arrecife posterior y Laja con corales al sureste; el fondo está conformado por arena más fina y algunas zonas con limo sobre su superficie, llega a presentar corales gorgonáceos aislados de la especie de Abanico de Mar (*Plexaura homomalla*) y de las especies del género *Eunicea sp*. ya sea sobre rocas o directamente en el sustrato. Además en sus colindancias con los ambientes aledaños empieza presentar manchones de pastos marinos, bien de rocas con algas y corales, pero que comparten la característica de tener una ligera capa de limo. En este ambiente también se observan residuos que maderas o rudas, algunos hundidos para agregar elementos vistosos a los turistas, como lo es una rueda de carreta (Figura IV_ 9, Figura IV_ 16).

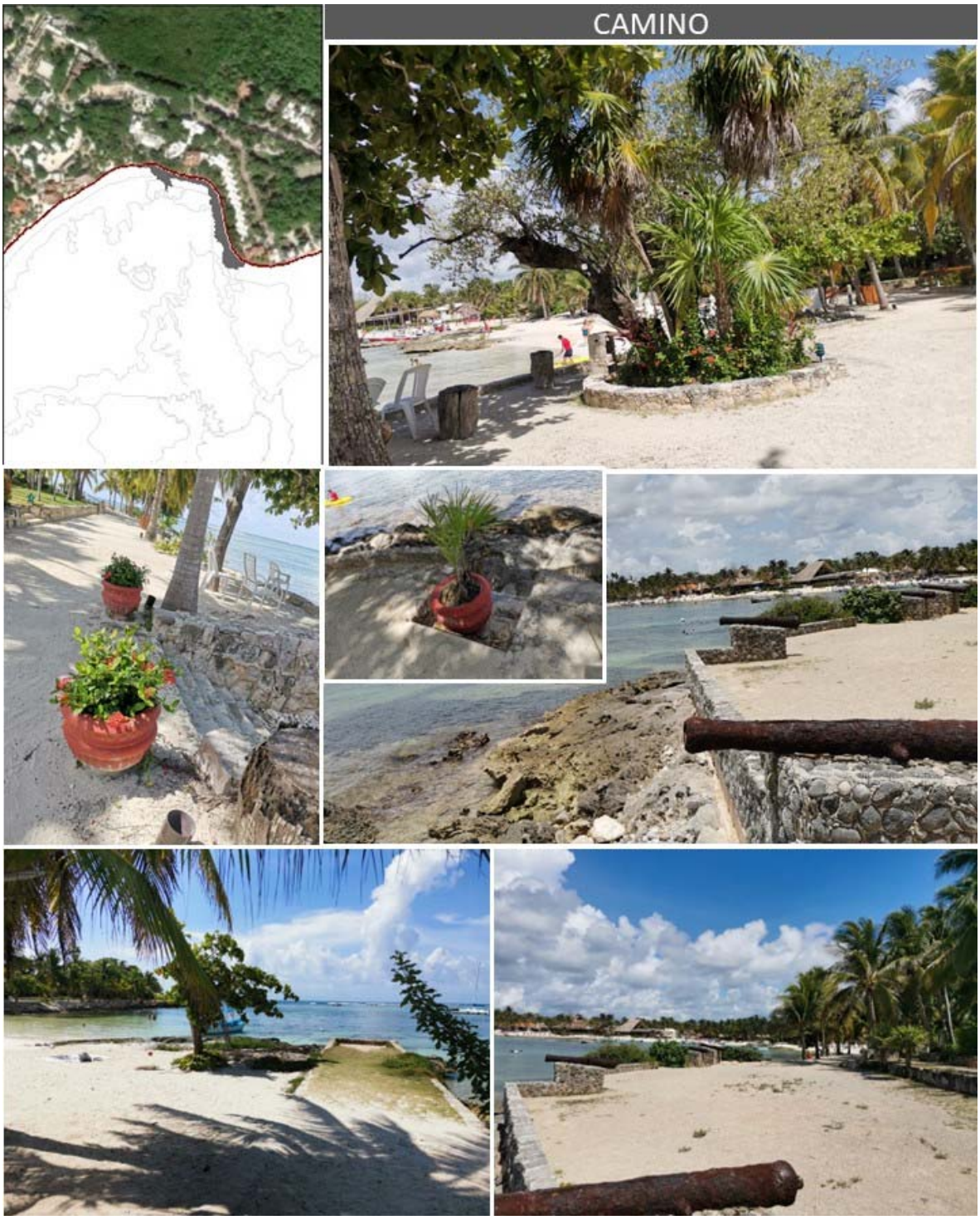


Figura IV_ 15. Fotografías del ambiente Camino.



Figura IV_ 16. Fotografías del ambiente Canal.

8. Laguna arrecifal

El ambiente de Laguna arrecifal se ubica a lo largo y ancho de toda el área de estudio y comprende una superficie de 324,561 m^2 que representan el 27% del área total, y es el ambiente más grande y diverso de toda el área de estudio (Figura IV_ 9, Figura IV_ 17).

La Laguna arrecifal colinda con todos los ambientes con excepción de los pastizales y el canal, lo que le confiere una plasticidad morfológica muy diversas al compartir algunos elementos de la comunidad de estos; además varia de norte a sur, conforme aumenta la profundidad de oeste a este, y por el tipo de sustrato que llega a presentar, ya que presenta desde laja, laja con una capa de arena, arenoso, rocoso, etc.

Ejemplos de esta plasticidad morfológica tenemos que, en la zona norte cercana a la *Transición de barlovento* y *Laja con corales* es una zona de laja con arena cubierta de algas con corales pétreos de tamaño mediano de las especies *Pseudodiploria clivosa* o *Porites astroides*, a esa misma altura pero hacia la playa las algas empiezan a aumentar de densidad y empezamos a encontrar corales gorgónidos aislados o en agregaciones de las especies *Pseudoplexaura porosa*, corales abanico del género *Gorgonia sp.*, especies arbustivas del género *Eunicea sp*. o del Abanico de mar (*Plexaura homomalla*), entre otros; lo mismo sucede al sur en las zonas cercanas al Arrecife posterior en la zona centro del Área de estudio y en las zonas pegadas al roquedal el sustrato tiende s a ser más rocoso; además independiente de la zona se llegan a observar pequeños arenales con tamaño promedio de 2 a 5 m^2 (Figura IV_ 9, Figura IV_ 17).

En la Laguna arrecifal también se registraron zonas con diversas coberturas de algas de los tres grupos y algunos manchones muy reducidos de pastos marinos representados por la hierba tortuga (*Thalassia testudinum*), además de gran variedad de invertebrados marinos y de peces (Figura IV_ 9, Figura IV_ 17).

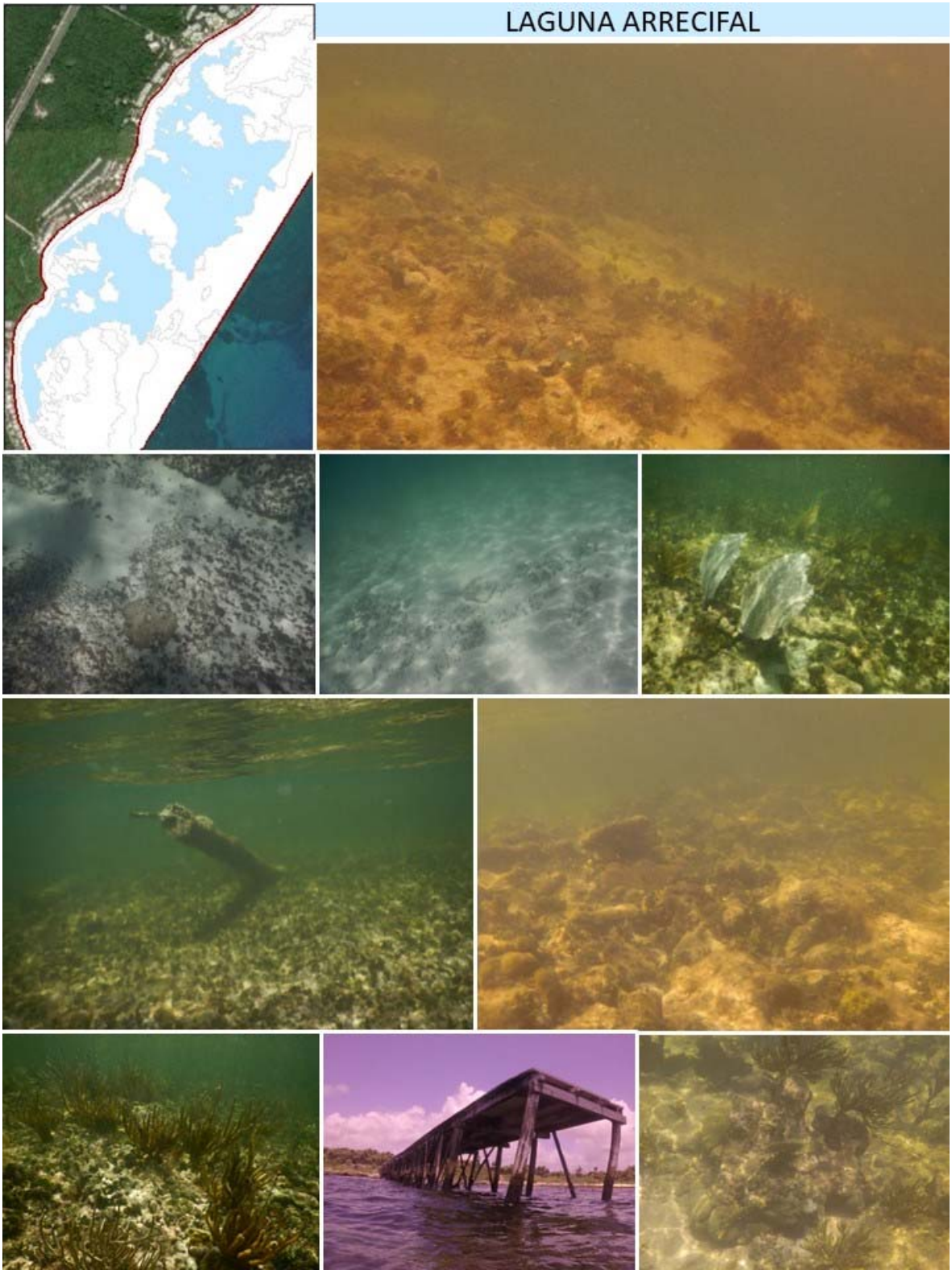


Figura IV_ 17. Fotografías del ambiente Laguna arrecifal.

9. Laja con arena

El ambiente de Laja con arena está conformado por cuatro polígonos ubicados al centro del área de estudio y comprende una superficie de 30,220 m^2 que representan el 2.5% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 18Figura IV_ 17).

La Laja con arena es un ambiente representado por un sustrato de laja con una capa de arena y con zonas piedras de diversos tamaños, generando un área fijación para cierto tipo de algas, cabe mencionar que existe una zonificación de las algas, ya que donde la capa de arena es de menor espesor se observan más algas verdes y donde la capa de arena es de mayor espesor más algas rojas; además se llegan a observar corales aislados de las especies *Pseudodiploria clivosa* y corales abanico del género *Gorgonia sp.* (Figura IV_ 9, Figura IV_ 18).

10. Laja con corales

El ambiente de Laja con corales está conformado por tres polígonos ubicados al norte y sur entre el Arrecife y el Arrecife posterior, o alrededor de este último, comprende una superficie de 80,155m^2 que representan el 6.6% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 19). Este ambiente es similar al anterior con la diferencia de que se observan rocas de mayor tamaño, la cantidad y diversidad de corales gorgonáceos es mucho mayor y los corales pétreos de diversas especies son frecuentes; además de presentar zonas donde la capa de arena es de mayor espesor y libres de algas (Figura IV_ 9, Figura IV_ 19).

11. Matorral costero

El ambiente de Matorral costero se ubica al norte, al suroeste y al sur del área de estudio, está conformado por una superficie de 25,203m^2 que representa el 2.1 del área de estudio. Este ambiente va del límite de la propiedad privada, abarcando toda la Zona Federal Marítimo Terrestre hasta de la línea de costa (Figura IV_ 9, Figura IV_ 20).

Por su ubicación en la costa está conformado por dos subambientes que conjuntan uno con otro ya que llegan a ocupar una misma área y que son:

- Zona de vegetación, se distribuye en todo lo ancho de la superficie del ambiente, aunque su densidad es mayor conforme nos alejamos de la línea de costa.



Figura IV_ 18. Fotografías del ambiente Laja con arena.



Figura IV_ 19. Fotografías del ambiente Laja con corales.

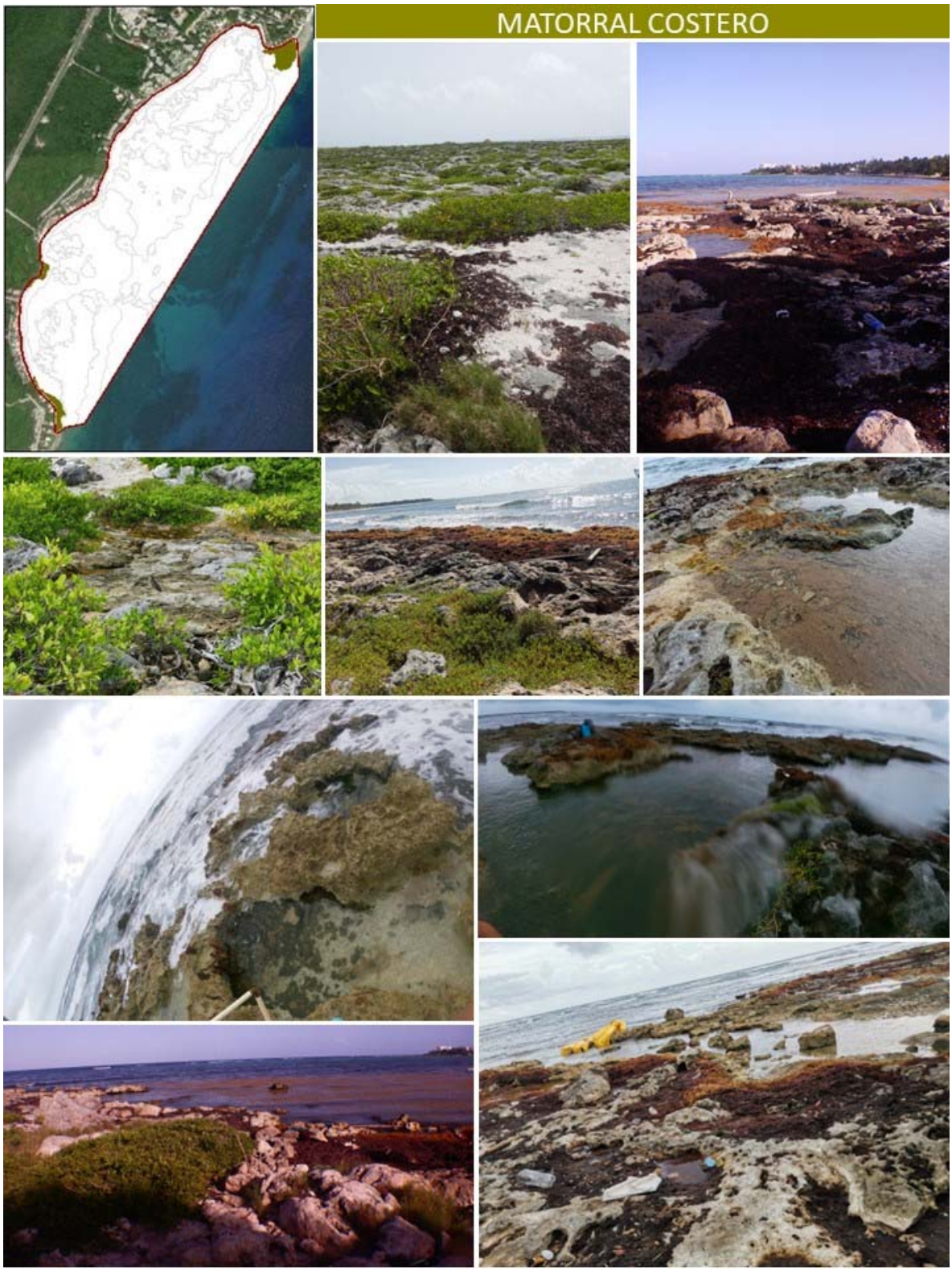


Figura IV_ 20. Fotografías del ambiente Matorral costero.

En su sección pegada a la línea de costa está conformada por especies que soportan estar bajo el agua o a altas concentrciones de salinidad como son la Verdolaga de playa (*Sesuvium portulacastrum*), el Pasto salado (*Sporobolus virginicus*), la Mañanita de la mar, (Batis 56arítima), etc.; conforme nos alejamos de la línea de costa se observan especies como Uva de mar (*Coccoloba uvifera*), Ciricote (*Cordia dodecandra*), Lechuga de mar (*Scaevola taccada*), el Tabaquillo (*Tournefortia gnaphalodes*), Palma chit (*Thrinax radiata*), etc.; además a lo ancho de toda la zona encontramos a la especie de Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) en sus distintas formas arbustivo y rastrero, mismo que en el norte del área de estudio está afectado por la enredadera Tripa de Judas (*Cuscuta americana*), considerada una plaga en la zona (Figura IV_ 20, Figura IV_ 21).



Figura IV_ 21. Plaga de Cuscuta sp. Sobre el Mangle botoncillo.

- Pozas intermareales, son los charcos que se forman en la estructura rocosa pegada a la línea de costa y que se llenan de agua cuando la marea sube y que en este ambiente pueden o estar rodeadas de vegetación de matorral. En ellas se pueden encontrar caracoles, lapas hasta pequeños peces de la especie *Abudefduf saxatilis*, así como algas verdes y cafés principalmente. Cabe destacar que las pozas intermareales están siendo afectadas por la acumulación de sargazo en la zona, creando condiciones anoxias dada la nula circulación del agua y por ende, afectando a la totalidad de la flora y fauna que se encuentran en la poza; la afectación del sargazo en las pozas intermareales es más evidente en la zona sur que en la norte, dado que la pendiente es menos pronunciada y el nivel del sustrato rocoso es menor (Figura IV_ 20, Figura IV_ 22).

Cabe destacar que se consideraron pozas intermareales aquellas formaciones rocosas que no tenían una conexión directa al mar, ya que las zonas que mantenían una conexión

directa al mar fueron consideradas dentro del ambiente Roquedal, dado que el simple hecho de tener un flujo de agua de mar constante le confiere otras características ambientales.



Figura IV_ 22. Condiciones anoxias de las pozas intermareales.

12. Parche arrecifal

El ambiente de Parche arrecifal está conformado por polígonos irregulares dispersos en toda el área de estudio y tiene una superficie de 17,901m^2 que representan el 2.1% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 23).

El Parche arrecifal está formado por agregaciones rocosas de gran tamaño rodeado de arenales o camas de algas, siendo similar al Arrecife posterior pero con una formación rocosa aislada de mayor tamaño y una pendiente más pronunciada en gran parte de su superficie (Figura IV_ 9, Figura IV_ 23).

Este ambiente se caracteriza por una dominancia de las especies del género *Gorgonia sp.*, pocas algas y una fuerte corriente; aunque también encontramos otras especies de corales gorgónidos del género Eunicea y Abanico de mar (*Plexaura homomalla*), así como corales pétreos de tamaño mediano de la especie *Orbicella annularis*, algunas colonias medianas del Coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cabezos medianos de corales cerebro; así mismo, se registraron algunos invertebrados marinos y diversas especies de peces (Figura IV_ 9, Figura IV_ 23).

13. Pastizal

El ambiente de Pastizal se ubica al norte del área de estudio y tiene una superficie de 45,122 m^2 que representan el 3.7% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 23).

El pastizal es un ambiente muy homogéneo, ya que como su nombre lo dice está compuesto por grandes extensiones de pastos marinos de las tres especies la Hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*), el Pasto manatí (*Syringodium filiforme*) y la Hierba de bajío (*Halodule wrightii*), ya sea formando agregaciones interespecíficas o bien intraespecíficas, es decir de una sola especie. Además, se presentan algunas zonas de arenales, rocas aisladas que pueden o no a llegar a tener corales gorgónidos, pequeños corales en las zonas con menor cobertura pastos y zonas de puras algas (Figura IV_ 9, Figura IV_ 23).

Así mismo, la presencia de invertebrados y peces es reducida, aunque es común observar a las especies de raya de cola de látigo del Caribe (*Styracura schmardae*) y de la raya de espina (*Hypanus americanus*) alimentándose, además de las tortugas marinas con o sin su rémora; durante el muestreo solo se observó a la especie de Tortuga Verde (*Chelonia mydas*), aunque hay registros de la Tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*; Figura IV_ 9, Figura IV_ 23).

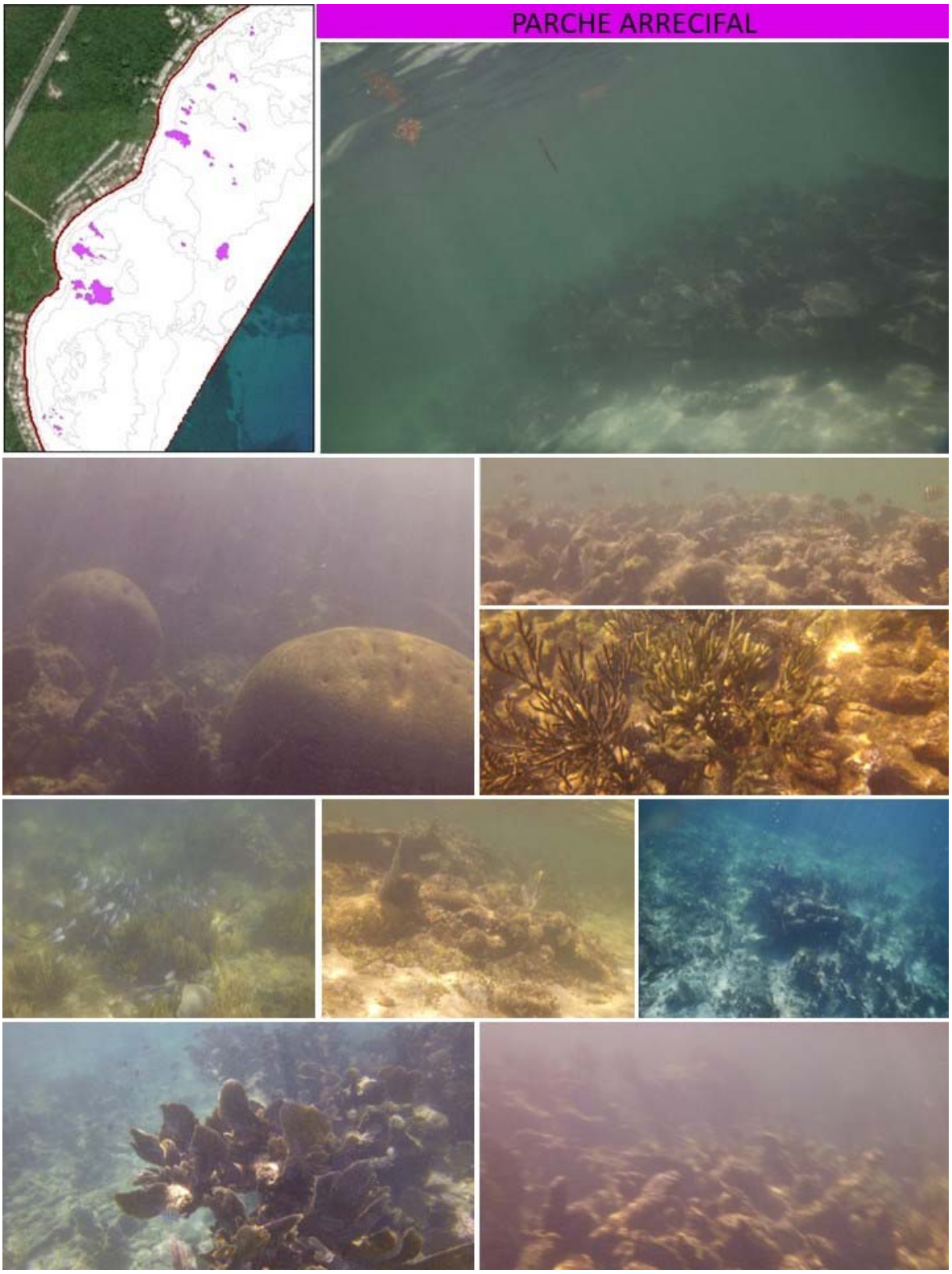


Figura IV_ 23. Fotografías del ambiente Parche Arrecifal.

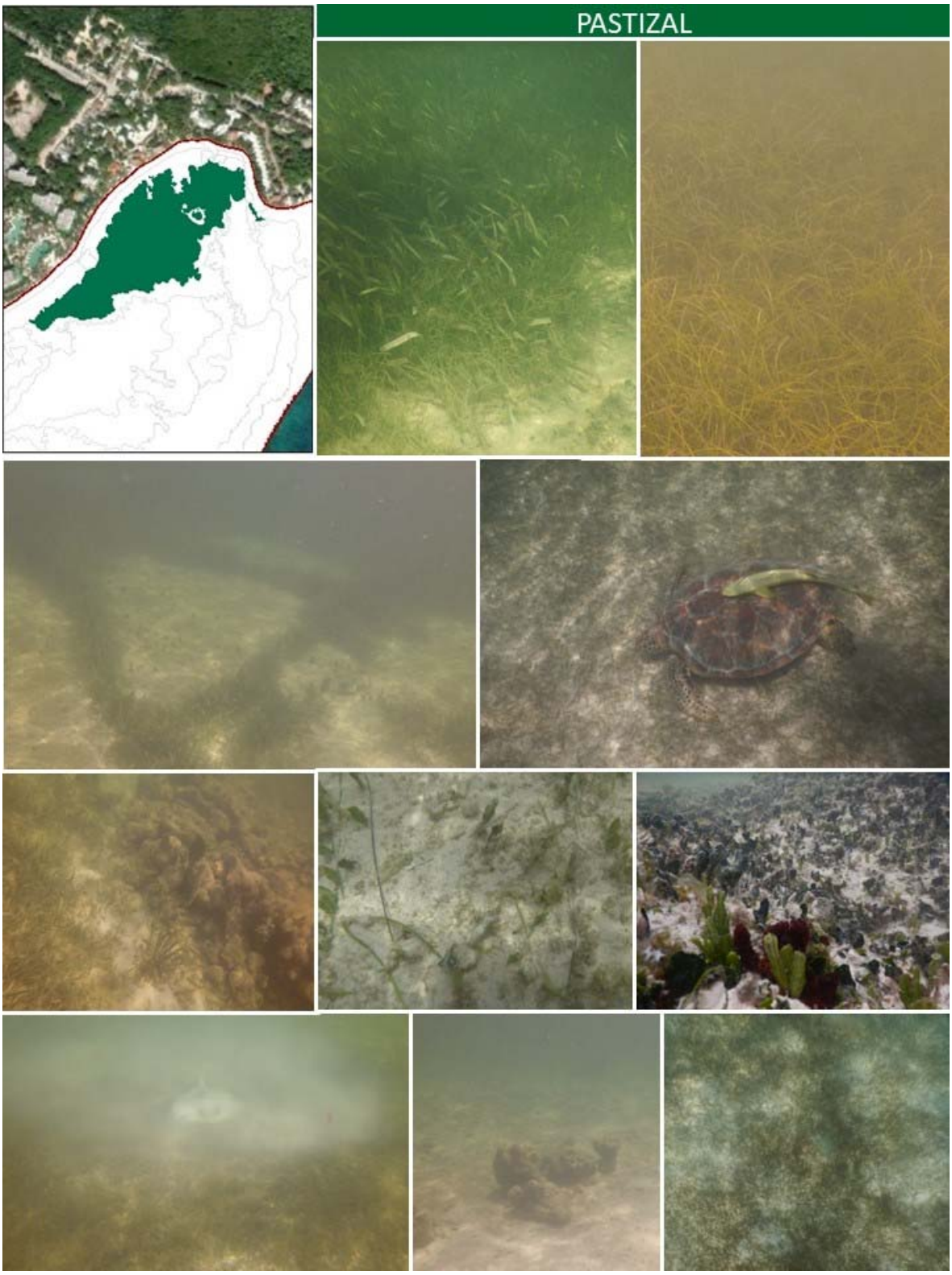


Figura IV_ 24. Fotografías del ambiente Pastizal.

El ambiente de Pastizal es el más importante y regulado de la Bahía Akumal dado que es usado por diversas especies de tortugas marinas como áreas de alimentación, por lo mismo, gran parte de su área está delimitada por boyas con zonas de acceso restringido y zonas específicas para los recorridos que realizan los tours operadores certificados, aunque hay áreas al norte y al sur de libre acceso; esto conforme a las coordenadas establecidas para los circuitos del Subpolígono de Bahía Akumal del Área de Refugio para la Protección de Especies Marinas en su Programa de Protección publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de octubre del 2017 (Figura IV_ 25).

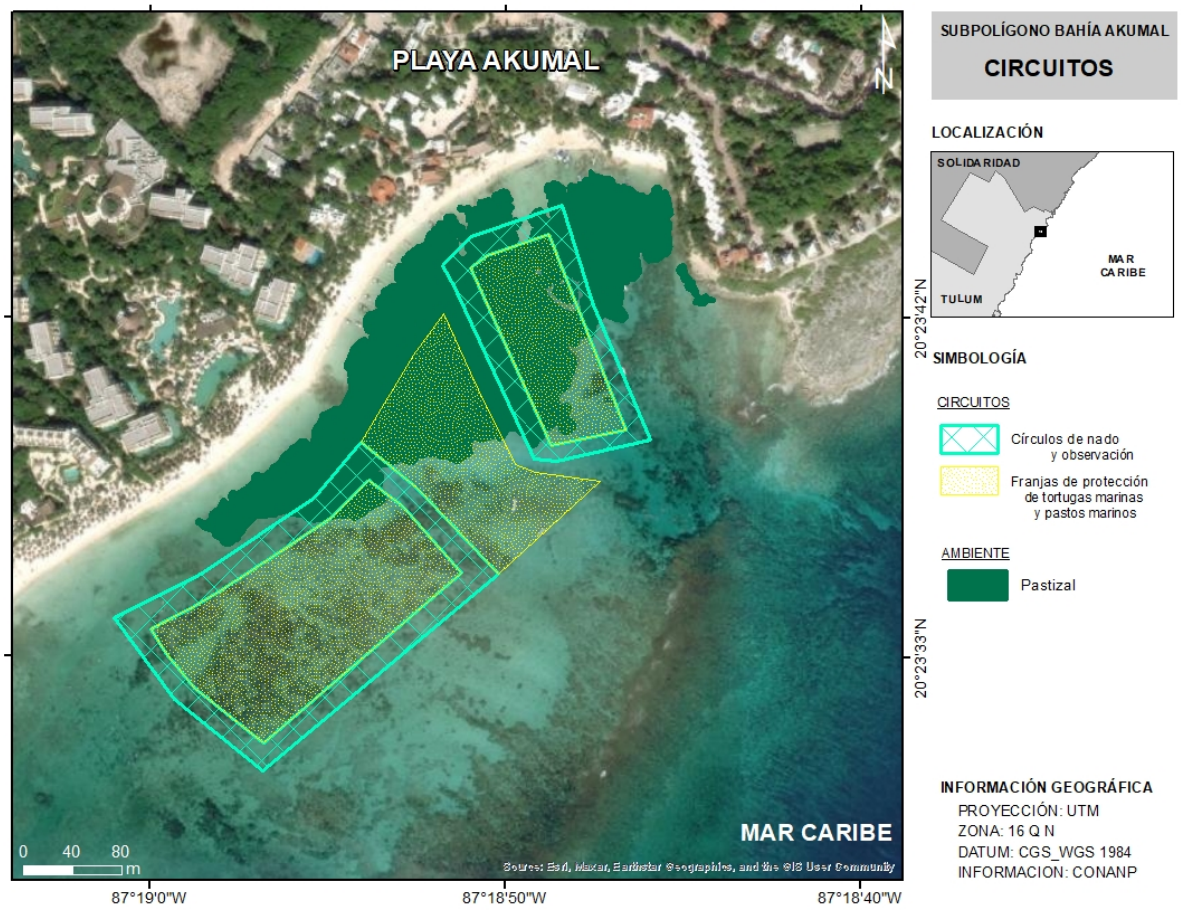


Figura IV_ 25. Circuitos del Subpolígono Bahía Akumal.

14. Playa arenosa.

El ambiente de Playa arenosa se ubica a todo lo largo del área de estudio, desde la línea de costa hasta los límites de las propiedades privadas, y tiene una superficie de 20,485 m^2 que representan el 1.7% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 26).

En este ambiente se realiza la mayoría de las actividades de los turistas, ya que, pose sombrillas, camastros, restaurantes, área de renta de equipo de buceo, renta de Kayak y tablas, palapa de salvavidas, área de seguridad y áreas verdes de vegetación, alguna nativa otra insertada (Figura IV_ 9, Figura IV_ 26).

Además, se caracteriza por ser un ambiente dinámico con a creaciones y perdida de arena en las diferentes temporadas del año, y entre años; sin embargo, en los últimos años la erosión de la zona ha sido tal, que se ha perdido gran parte de la playa en algunas de sus secciones o dejando al descubierto zonas de laya, lo que genera una zona de peligro para los paseantes.

Durante los recorridos a la zona, se observó que hay una diferencia entre la playa al norte y al sur, que consisten en:

- **Playa al sur-centro,** tiende a ser una playa angosta que termina en formaciones rocosas dado que su ambiente colindante es el Roquedal y que colinda con terrenos baldíos o casas de reta vacacional. En esta zona se llega a acumular gran cantidad de sargazo acumulado formando escarpes de hasta 1m de altura o más. Aunque, es la zona que conserva una mayor parte de su vegetación natural, como la Uva de mar (*Coccoloba uvifera*), Ciricote (*Cordia dodecandra*), el Tabaquillo (*Tournefortia gnaphalodes*), Palma chit (*Thrinax radiata*), etc., así como de su duna costera con especies como Riñonina (*Ipomoea pes-caprae),* Margarita de mar (Ambrosia hispida), Lirio de mar (*Hymenocallis littoralis*), etc., pero también se observan especies introducidas como la Lechuga de mar (*Scaevola taccada*) y la palma de coco (*Cocos nucifera*). Donde su gran cantidad de vegetación ayuda a mantener la playa con una superficie óptima para el desarrollo de las actividades de esparcimiento (Figura IV_ 26).

- **Playa al sur,** es una playa de pendiente baja en zonas angosta y en zonas con una gran superficie hacia el mar con el ambiente colindante de Arenales y que colinda con grandes hoteles, restaurantes, cabañas de servicios turísticos y la entrada principal a la Playa de Akumal. En este lado de la playa la mayoría de la vegetación natural se ha perdido y a sido sustituida por especies introducidas como la Lechuga de mar (*Scaevola taccada*) y la palma de coco (*Cocos nucifera*); además que (Figura IV_ 26).



Figura IV_ 26. Fotografías del ambiente Playa arenosa.

15. Playa modificada.

El ambiente de Playa modificada es una pequeña porción de playa que se ubica en la parte terrestre y mariana al centro del área de estudio, tiene una superficie de 1,645 m^2 que representan el 0.1% del área total, por lo que es uno de los dos ambientes con menor superficie (Figura IV_ 9, Figura IV_ 27).

La playa modificada, formaba parte del ambiente de playa arenosa pero fue modificado a manera de que se acomodaron gran cantidad de rocas formando pequeños espigones, esto probablemente con la finalidad de dar protección a los predios colindantes; sin embargo, en zonas ha generado perdida de arena al interior de las semibahías que se formaron dejando al descubierto la laja o llegando la playa casi hasta el muro de contención del predio. A pesar de ellos podemos observar manchones de pastos marinos de la hierba tortuga (*Thalassia testudinum*) y zonas de algas (Figura IV_ 9, Figura IV_ 27).

16. Rocas

El ambiente de Rocas son zonas de laja al descubierto al norte del área de estudio, tiene una superficie de 1,3815 m^2 que representan el 0.1% del área total, por lo que es otro de los dos ambientes con menor superficie (Figura IV_ 9, Figura IV_ 28).

Este ambiente presenta algas verdes y cafés, con diversos invertebrados típicos de este tipo de sustratos como son caracoles, lapas, chitones, mejillones y hasta balanos. Este ambiente en ocasiones puede llegar a ser cubierto en parte de su superficie por arena y debido a que muchas de las rocas tienen aristas puntiagudas, como medida de protección a los usuarios al menos un sitio tiene una bandera roja señalando la zona (Figura IV_ 28).

17. Roquedal

El ambiente Roquedal se ubica a lo largo de toda la zona centro y sur del área de estudio en su porción colindante hacia el mar con la línea de costa, tiene una superficie de 68,007m^2 que representa el 5.6% del área total (Figura IV_ 9, Figura IV_ 29).

El Roquedal llega a ser un ambiente muy heterogéneo, ya que las rocas que lo conforman pueden ser de tamaño pequeño con movimiento constante y cero organismos, o rocas fijas de gran tamaño, y grandes macizos de laja con alturas hasta de medio metro de altura y organismos asociados (Figura IV_ 9, Figura IV_ 29).



Figura IV_ 27. Fotografías del ambiente Playa modificada.



Figura IV_ 28. Fotografías del ambiente Rocas.

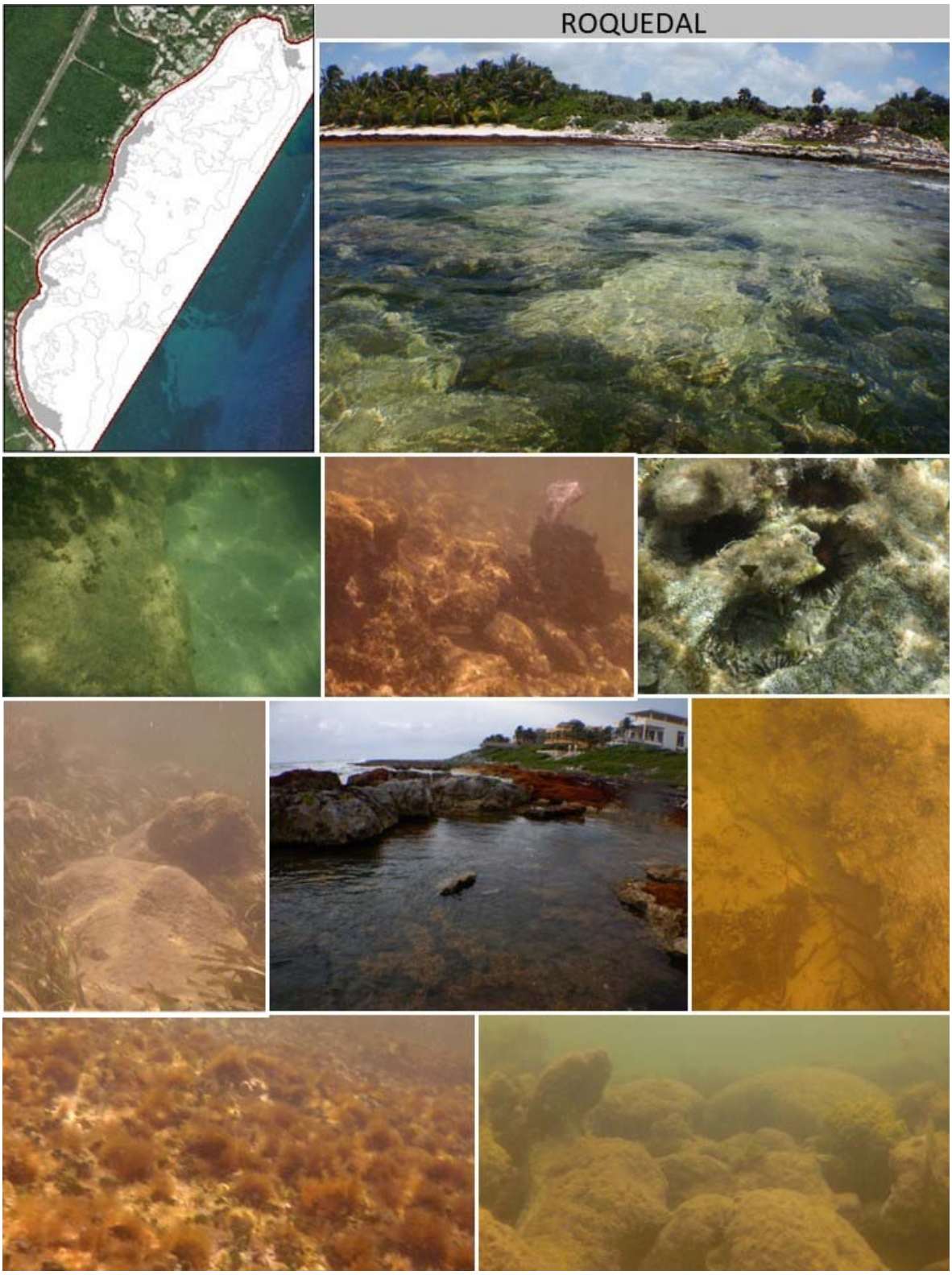


Figura IV_ 29. Fotografías del ambiente Roquedal.

El Roquedal también es un ambiente que se ha visto afectado por la gran cantidad de sargazo que llega a la zona y que se descompone sobre este, convirtiendo el agua en una mezcla chocolatosa que se va aclarando conforme uno se aleja de la línea de acosta, así mismo el fondo se cubre de una capa de limo producto de la descomposición del alga, que igual que el agua va disminuyendo hacia el mar; esto crea condiciones donde los organismos de ausencia de organismos (Figura IV_ 9, Figura IV_ 29).

En las zonas donde la densidad del limo del sargazo es menos o donde no hay, podemos observar la siguiente zonificación:

- Hay zonas con rocas que presentan muchos recovecos y aristas puntiagudas, las cuales en su mayoría están cubiertas de algas de los tres grupos en diversas proposiciones, ya que hay zonas donde están mezcladas, zonas donde solo hay algas verdes o donde las algas rojas son dominantes. Además se encuentran gran cantidad de erizos y otros invertebrados, así como algunos corales gorgonáceos, principalmente corales abanico del género *Gorgonia sp.* y corales pétreos de tamaño pequeño, como el Coral estrella de diez rayos (*Madracis decactis*), el Coral mostaza (*Porites astreoides*), Corles estrella del género Siderastrea sp.; cabe destacar que en este ambiente casi a la orilla y aunque no se esperaba, se registró una colonia de Coral cuerno de alce (*Acropora palmata*) la cual se encontraba volteada, por lo que se supone que en algún ciclón tropical fua arrastrada, pero que ha empezado a crecer del lado contrario donde anteriormente era su base (Figura IV_ 9, Figura IV_ 29, Figura IV_ 30).
- Algunas zonas se registraron rocas sin organismos o con una cobertura menor al 20% de algas verdes y colindantes pequeños arenales (Figura IV_ 9, Figura IV_ 29).

Como en mucho de los ambientes independientemente de la zona se registraron pequeños manchones de pastos de las diferentes especies, entre los cuales se llegan a presentar algunos corales gorgonáceos. Además la presencia de peces es abundante sobre todo de juveniles y de pequeñas especies, que buscan refugio entre las rocas (Figura IV_ 9, Figura IV_ 29).



Figura IV_ 30. Colonia de Coral cuerno de alce en el Roquedal.

18. Talud

El ambiente de Talud tiene una superficie de 185,000 m^2 que representan el 15.3% del área total, por lo que es el segundo ambiente con mayor superficie, el cual se ubica al este y a las afueras de Bahía Akumal, a todo lo largo del área de estudio y colindante con el Mar Caribe (Figura IV_ 9, Figura IV_ 31).

El Talud es un ambiente homogéneo ya que está conformado de rocas ya sea aisladas o en agregaciones, muchas de ellas cubiertas de corales gorgonáceos, principalmente de corales abanico del género *Gorgonia sp.* y en menor proporción de organismos del género *Eunicea sp*.; así mismo se llegan a registrar estructuras de colonias que llegan a medir hasta un metro de altura las cuales son raras y también se observó una estructura de más de 2 m de altura, cubierta de corales abanico y con una colonia gigante de la especie *Orbicella annularis* (Figura IV_ 9, Figura IV_ 31).

19. Transición de barlovento

El ambiente de Transición de barlovento tiene una superficie de 84,565m^2 que representan el 7% del área total, la cual se ubica entre el ambiente Arrecife y Talud (Figura IV_ 9, Figura IV_ 32).

Este ambiente es muy similar al Talud, con la diferencia de que casi todo está conformado por agregaciones rocosas de tamaño mediano hasta 1m de altura aproximadamente, colonias muertas o cabezos de cerebro muertos. Así mismo, las especies son similares, aunque en la Transición de barlovento se registraron además algunos corales cerebro, colonias medianas de la especie *Orbicella annularis* y colonias del Coral lechuga delgada (Agaricia tenuifolia; Figura IV_ 9, Figura IV_ 32).

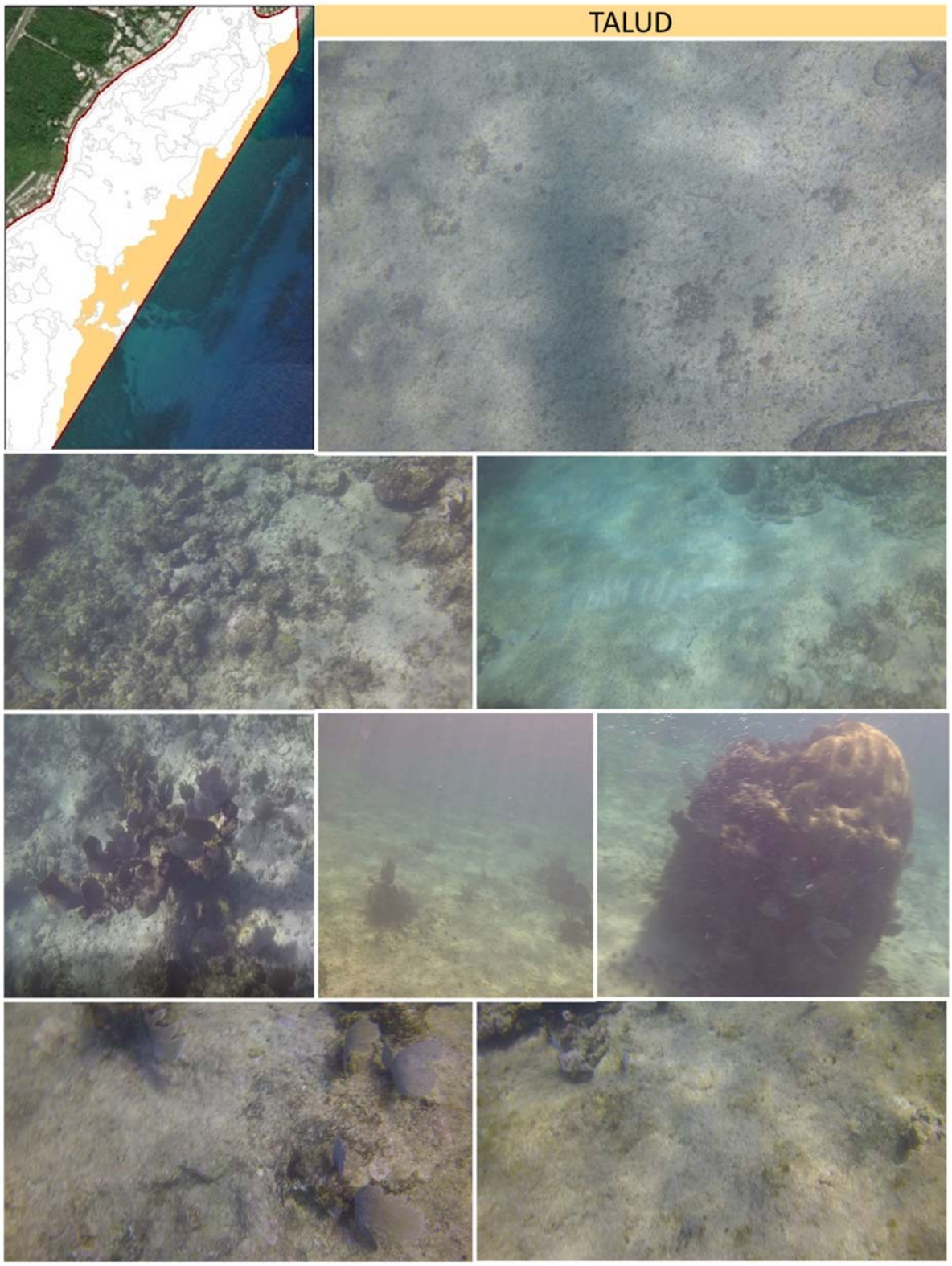


Figura IV_ 31. Fotografías del ambiente Talud.

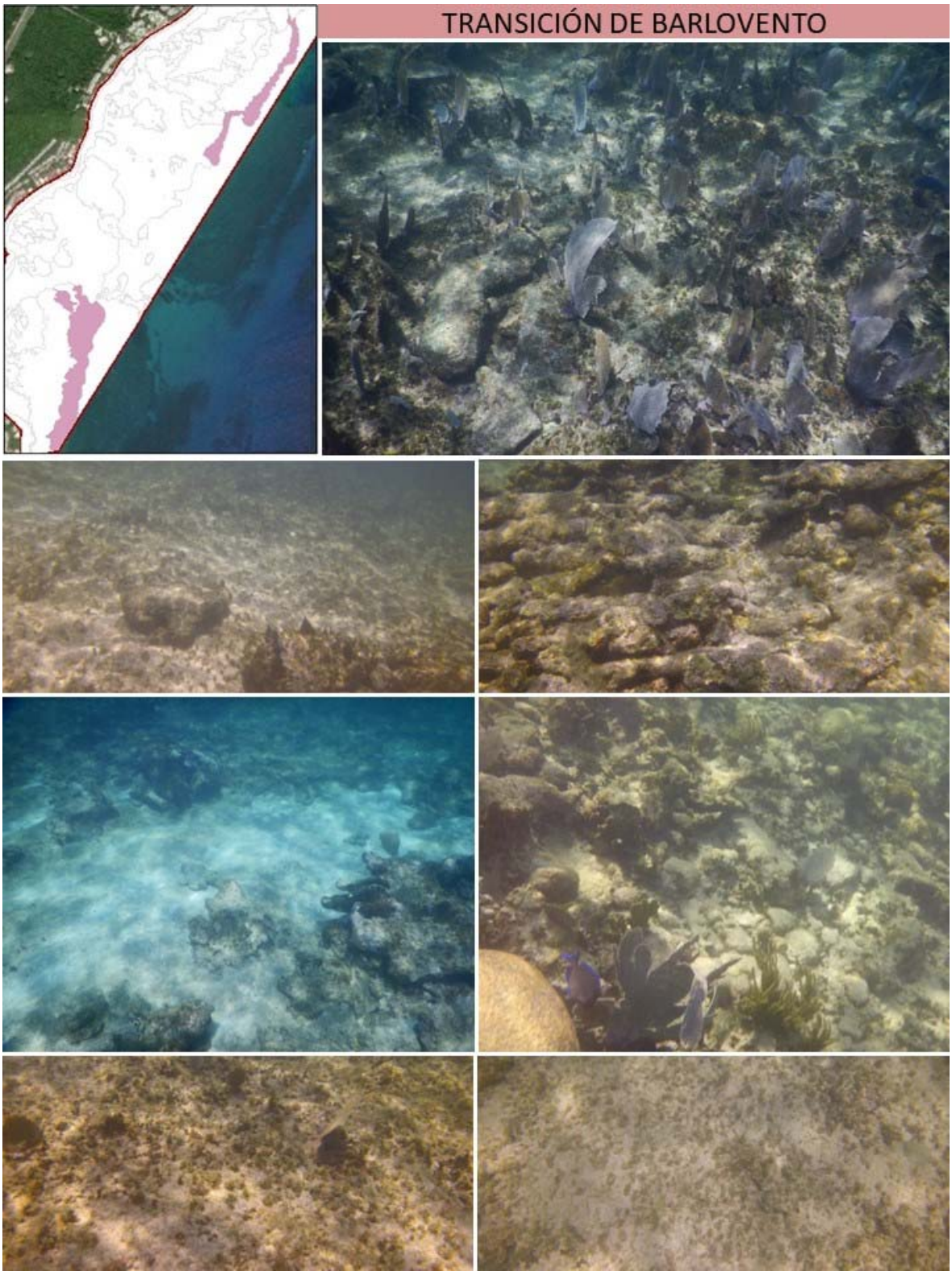


Figura IV_ 32. Fotografías del ambiente Transición de barlovento.

V.2. Análisis de la comunidad

En el área de estudiose registró un total de 292 especies, divididas en cinco grupos taxonómicos, de los cuales 101 especies fueron invertebrados (incluyendo corales), 69 especies peces, 59 de vegetación marina, 50 de vegetación terrestre y 13 animales terrestres, mismos que corresponde al grupo de las aves y reptiles (Figura IV_ 33).

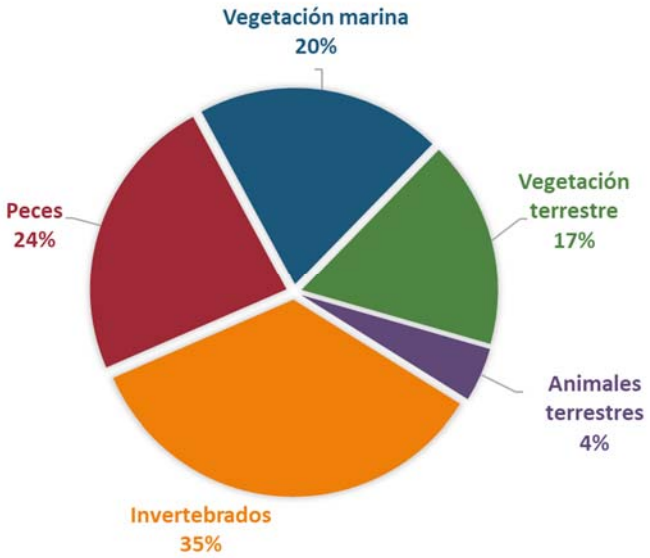


Figura IV_ 33. Proporción de grupos taxonómicos.

Los grupos taxonómicos establecidos, fueron divididos en 30 subgrupos taxonómicos, donde el más abundante fueron los peces óseos con 69 especies, seguido de las plantas terrestres (50 especies), algas verdes (24 especies), corales escleractinios (23 especies), corales gorgónidos (20 especies), algas rojas (20 especies) y caracoles (19 especies); el resto de los subgrupos estuvieron representados por 11 especies o menos, los grupos que solamente estuvieron representados por una especies fueron morena, tiburón, lapa, nudibranquio, chitón, balano, estrella, hidrozoario, cephalópodo, langosta y otros invertebrados (Figura IV_ 34). El listado de las especies por grupo, phylum, familia y nombres científicos y comunes se presenta en la Tabla IV_ 5.

Como se observó se registraron una gran cantidad de especies; sin embargo, dada la complejidad del sistema se realizó la evaluación del esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies en el área de estudio, teniendo que para la mayoría de los estimadores la curva de acumulación de especies a alcanzado la asíntota con valores estimados de entre 210 para Sobs y 300 especies para Jacknife 2, aunque con el estimador de Chao 1 los valores estimados de la asíntota fueron de 50 especies. Por lo que, considerando que el valor de la

riqueza observada fue de 292 especies este se encuentra cercano al estimador de Jacknife 2, lo que nos indica que el esfuerzo realizado en el muestreo para el área de estudio es representativo de las especies que se distribuyen en la Bahía de Akumal (Figura IV_ 35).

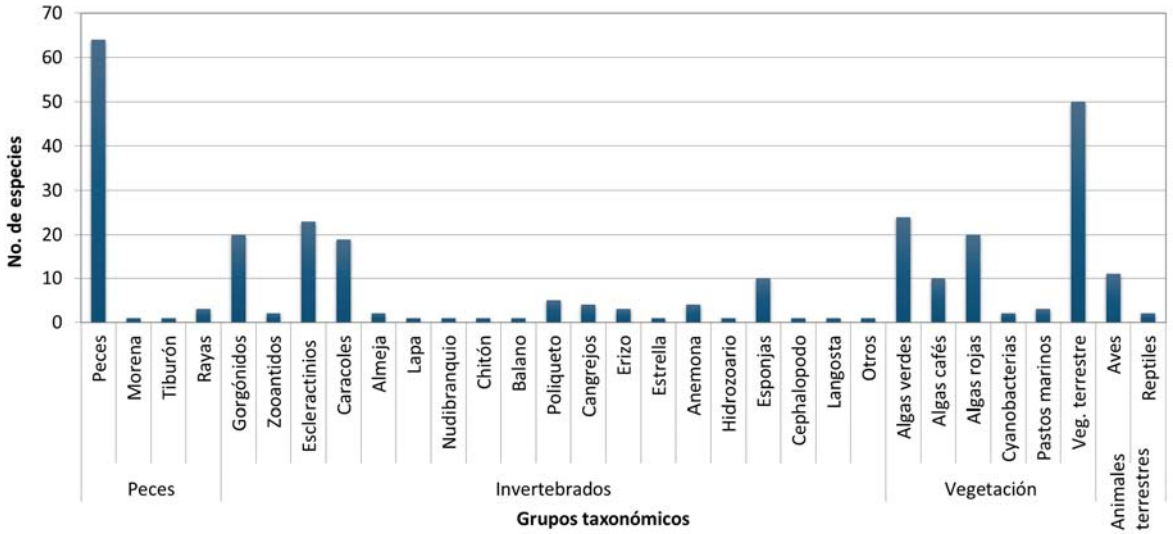


Figura IV_ 34. Número de especies por subgrupos taxonómico registradas en los diversos ambientes.

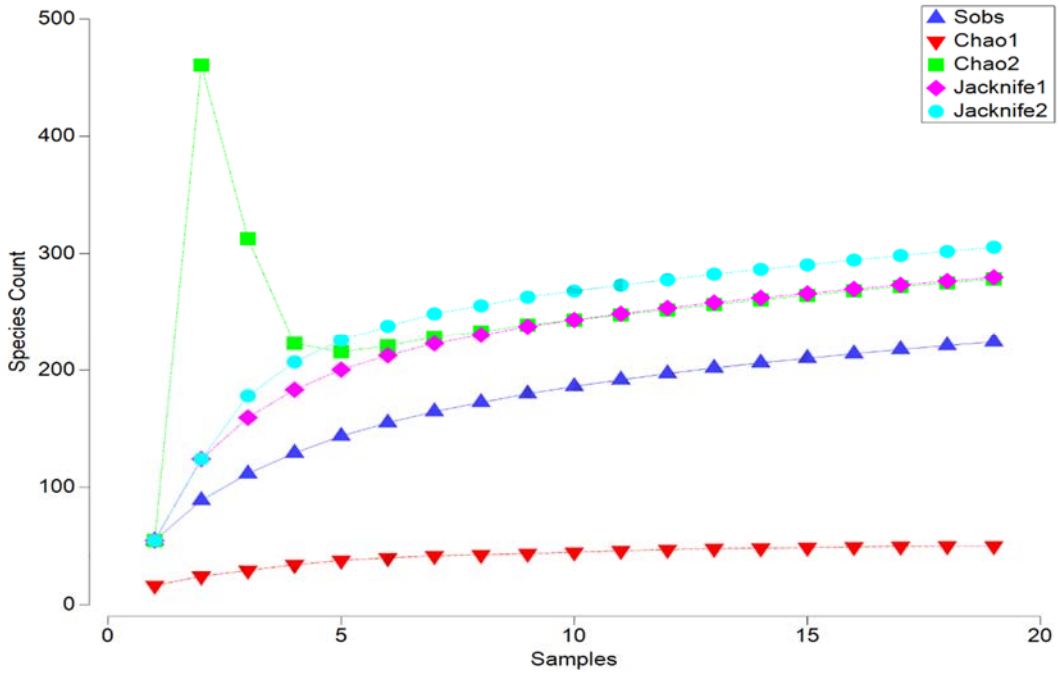


Figura IV_ 35. Curva de acumulación de especies.

Tabla IV_ 5. Listado taxonómico de las especies registradas.

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
1	Poliqueto	Annelida	Amphinomidae	*Hermodice carunculata*	Gusano de fuego
2			Sabellidae	*Bispira brunnea*	Plumero de racimo
3			Vermetidae	*Petaloconchus varians*	Caracoles gusano
4			-	*Plumas de mar 1*	-
5				*Plumas de mar 2*	-
6	Langosta	Arthropoda	Palinuridae	*Panulirus argus*	Langosta común del caribe
7	Balano		Balanidae	*Balanus sp.*	Bellotas de mar
8	Anemona	Cnidaria	Actiniidae	*Anemonia área de estudiogassensis*	Anémona
9				*Condylactis gigantea*	Anémona gigante
10			Stichodactylidae	*Stichodactyla helianthus*	Anémona sol
11				*Anemona sp. 1*	
12	Hidrozoario	Cnidaria	Pennariidae	*Pennaria disticha*	Hidroide del árbol de navidad
13	Cangrejos	Crustacea	Coenobitidae	*Coenobita clypeatus*	Cangrejo ermitaño caribeño
14			Grapsidae	*Grapsus grapsus*	Cangrejo rojo de roca
15			-	*Ermitaño sp.1*	-
16				*Ermitaño sp. 2*	-
17	Caracol	Mollusca	Cerithiidae	*Cerithium sp.*	Caracoles
18			Columbellidae	*Columbella mercatoria*	Caracoles paloma
19			Littorinidae	*Cenchritis muricatus*	-

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
20				*Echinolittorina angustior*	
21			Muricidae	*Vasula deltoidea*	Caracoles de roca
22			Neritidae	*Nerita fulgurans*	-
23				*Nerita tessellata*	-
24				*Nerita versicolor*	-
25			Ovulidae	*Cyphoma gibbosum*	Caracol lengua de flamingo
26			Planaxidae	*Supplanaxis nucleus*	-
27			Strombidae	*Lobatus gigas*	Caracol rosado
28			Turbinellidae	*Vasum muricatum*	Florero del caribe
29			Turbinidae	*Astraea sp.*	-
30				*Lithopoma americanum*	Caracol turbante
31			-	*Caracol sp. 1*	-
32				*Caracol sp. 2*	-
33				*Caracol sp. 3*	-
34				*Caracol sp. 4*	-
35				*Caracol sp. 5*	-
36	Nudibranquio		Nudibranchia	*Nudibranquio sp.*	-
37	Almejas		Isognomonidae	*Isognomon bicolor*	-
38			Mytilidae	*Modiolus americanus*	Mejillón
39	Cephalópodo		Stichodactylidae	*Sepioteuthis sepioidea*	Calamar de arrecife caribeño
40	Chitón		Chitonidae	*Acanthopleura granulata*	Chiton

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
41	Lapa		Fissurellidae	*Fissurella barbadensis*	Lapa ojo de cerradura
42	-		-	*Invertebrado sp.1*	-
43	Erizo	Echinodermata	Cidaridae	*Eucidaris tribuloides*	Erizo punta de lápiz
44			Diadematidae	*Diadema antillarum*	Erizo diadema
45			Echinometridae	*Echinometra lucunter*	Erizo perforador de rocas
46	Estrella		Ophidiasteridae	*Linckia guildingi*	Estrella de cometa común
47	Esponjas	Porifera	Aplysinidae	*Aplysina fulva*	Esponja de poro disperso
48			Clionaidae	*Cliona caribbaea*	Demosponja
49				*Cliona varians*	Demosponja
50			Irciniidae	*Ircinia strobilina*	Esponja bola negra
51			-	*Esponja sp. 1*	-
52				*Esponja sp. 2*	-
53				*Esponja sp. 3*	-
54				*Esponja sp. 4*	-
55				*Esponja sp. 5*	-
56				*Esponja sp. 7*	-
57	Peces	Chordata	Acanthuridae	*Acanthurus bahianus*	Cirujano pardo
58				*Acanthurus chirurgus*	Cirujano rayado
59				*Acanthurus coeruleus*	Cirujano azul
60				*Aulostomus maculatus*	Pez trompeta
61			Belonidae	*Tylosurus crocodilus*	Agujón lisero oriental

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
62			Bothidae	*Bothus ocellatus*	Lenguado de charco
63			Carangidae	*Trachinotus goodei*	Palometa
64				*Caranx bartholomaei*	Cojinuda amarilla
65				*Caranx crysos*	Cojinuda negra
66				*Caranx ruber*	Cojinuda carbonera
67			Chaetodontidae	*Chaetadon striatus*	Mariposa rayada
68				*Chaetodon capistratus*	Mariposa cuatro ojos
69				*Chaetodon ocellatus*	Pez mariposa de aletas moteadas
70			Dorosomatidae	*Harengula humeralis*	Área de estudiodinita de ley
71			Echeneidae	*Remora remora*	Remora tiburonera
72			Emiramphidae	*Hemiramphus brasiliensis*	Agujeta brasileña
73			Ephippidae	*Chaetodipterus faber*	Paguala caribeño
74			Gerreidae	*Gerres cinereus*	Mojarra de aleta amarilla
75			Haemulidae	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro
76				*Haemulon carbonarium*	Chac chi cola negra
77				*Haemulon flavolineatum*	Chac chi dorado
78				*Haemulon parra*	Boquilla
79				*Haemulon plumierii*	Chac chi
80				*Haemulon sciurus*	Ronco carité
81				*Haemulon sp.*	-

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
82			Kyphosidae	*Kyphosus vaigiensis*	Chopa bronceada
83			Labridae	*Bodianus rufus*	Vieja colorada
84				*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada
85				*Halichoeres maculipinna*	Doncella payaso
86				*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada
87				*Halichoeres garnoti*	Doncella cabeciamarilla
88				*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra
89				*Xyrichtys splendens*	Doncella de lunar
90			Lutjanidae	*Lutjanus analis*	Pargo criollo
91				*Lutjanus apodus*	Pargo canchix
92				*Lutjanus griseus*	Pargo mulato
93				*Lutjanus sp.*	-
94				*Lutjanus synagris*	Pargo manchego rayado
95				*Ocyurus chrysurus*	Rubia
96			Monacanthidae	*Aluterus scriptus*	Pez lija pintado
97			Ostraciidae	*Lactophrys bicaudalis*	Chapín pintado
98			Pempheridae	*Pempheris schomburgkii*	Barrendero transparente
99			Pomacanthidae	*Pomacanthus paru*	Angel frances
100			Pomacentridae	*Abudefduf saxatilis*	Área de estudiogento mayor
101				*Abudefduf sp.*	-
102				*Microspathodon chrysurus*	Joya del mar

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
103				*Stegastes adustu*	Chopita prieta
104				*Stegastes diencaeus*	Jaqueta miel
105				*Stegastes variabilis*	Chopita brasileña
106			Priacanthidae	*Heteropriacanthus cruentatus*	Catalufa roquera
107			Scaridae	*Pareques acuminatus*	Payasito largo
108				*Sparisoma aurofrenatum*	Loro manchado
109				*Sparisoma radians*	Loro dientuso
110				*Sparisoma viride*	Pez loro verde
111			Sciaenidae	*Scarus taeniopterus*	Loro princesa
112			Scorpaenidae	*Scorpaena calcarata*	Escorpión pelón
113			Serranidae	*Serranus tigrinus*	Serrano arlequín
114			Tetraodontidae	*Canthigaster rostrata*	Tamborín narizón
115			-	*Pez sp. 1*	-
116				*Pez sp. 3*	-
117				*Pez sp. 4*	-
118				*Pez sp. 2*	-
119				*Pez sp. 5*	-
120				*Pez sp. 6*	-
121	Morenas		Muraenidae	*Gymnothorax moringa*	Morena manchada
122			Dasyatide	*Hypanus americanus*	Raya látigo

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
123			Myliobatidae	*Aetobatus narinari*	Raya águila leopardo
124			Potamotrygonidae	*Styracura schmardae*	Lebisa
125	Tiburon gata		Ginglymostomatidae	*Ginglymostoma cirratum*	Tiburón gata
126	Gorgónidos	Cnidaria	Briareidae	*Briareum asbestinum*	Coral dedo de corcho
127			Erythropodiidae	*Erythropodium caribaeorum*	Gorgonia incrustante
128			Gorgoniidae	*Antillogorgia americana*	Pluma de mar
129				*Antillogorgia elisabethae*	Pluma de mar
130				*Gorgonia flabellum*	Abanico de venus
131				*Gorgonia mariae*	Abanico de mar
132				*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar morado
133				*Pseudopterogorgia americana*	Pluma de mar viscosa
134				*Pterogorgia citrina*	Latigo de mar amarillo
135				*Pterogorgia guadalupensis*	Latigo de mar de hoja acanalada
136			Plexauridae	*Eunicea calyculata*	Gorgonia caña de mar verrugosa
137				*Eunicea flexuosa*	Gorgonia caña de mar doblada
138				*Eunicea laciniata*	Gorgonia salchicha negra
139				*Eunicea laxispica*	Coral blando
140				*Eunicea mammosa*	Gorgonia candelabro hinchado
141				*Eunicea palmeri*	Coral blando

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
142				*Eunicea tournefortii*	Coral blando
143				*Plexaura homomalla*	Abanico de mar
144				*Pseudoplexaura flagellosa*	Gorgonias marinas
145				*Pseudoplexaura porosa*	Varilla de mar porosa
146	Zoantidos		Sphenopidae	*Protopalythoa variabilis*	Alfombra canaria
147				*Palythoa caribaeorum*	Coral alfombra de mar
148	Escleractinios		Acroporidae	*Acropora prolifera*	Coral cuerno de ciervo fusionado
149				*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce
150				*Acropora cervicornis*	Coral cuerno de ciervo
151			Agariciidae	*Agaricia agaricites*	Coral lechuga
152				*Agaricia fragilis*	Coral de plato
153				*Agaricia tenuifolia*	Coral lechuga delgada
154			Faviidae	*Isophyllia rigida*	Coral de perlas
155				*Pseudodiploria clivosa*	Coral cerebro nudoso
156				*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro
157			Merulinidae	*Orbicella annularis*	Coral de estrellas rocoso
158				*Orbicella faveolata*	Coral estrella montañoso
159			Milleporidae	*Millepora alcicornis*	Coral de fuego
160				*Millepora complanata*	Coral de fuego aplanado
161				*Millepora squarrosa*	Coral de fuego

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
162			Montastraeidae	*Montastraea cavernosa*	Gran coral de estrellas
163			Pocilloporidae	*Madracis decactis*	Coral estrella de diez rayos
164			Pocilloporidae	*Madracis senaria*	-
165			Poritidae	*Porites astreoides*	Coral mostaza
166				*Porites branneri*	Coral de costra azul
167				*Porites divaricata*	Coral de dedo fino
168				*Porites porites*	Coral de dedos
169			Siderastreidae	*Siderastrea radians*	Coral estrella menor
170				*Siderastrea siderea*	Coral estrella masiva
171	Algas verdes	Chlorophyta	Cladophoraceae	*Chaetomorpha sp.*	Alga verde
172			Caulerpaceae	*Caulerpa ashmeadii*	Alga verde
173				*Caulerpa cupressoides*	Alga cactus
174				*Caulerpa mexicana*	Alga verde
175				*Caulerpa paspaloides*	Alga verde
176				*Caulerpa racemosa*	Alga verde
177				*Caulerpa sertularioides*	Alga pluma verde
178				*Caulerpa sp.*	Alga verde
179				*Caulerpa verticillata*	Alga verde
180			Dichotomosiphonaceae	*Avrainvillea aárea de estudioifolia*	Alga verde
181				*Avrainvillea longicaulis*	Alga verde

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
182			Halimedaceae	*Halimeda discoidea*	Alga verde calcárea
183				*Halimeda incrassata*	Alga verde calcárea
184				*Halimeda opuntia*	Alga coralina
185				*Halimeda tuna*	Alga verde calcárea
186			Polyphysaceae	*Acetabularia sp.*	Alga sombrilla
187			Udoteaceae	*Penicillus capitatus*	Alga brocha de afeitar
188				*Penicillus dumetosus*	Alga verde
189				*Penicillus pyriformis*	Alga cepillo de cerdas planas
190				*Rhipocephalus phoenix*	Alga verde
191				*Udotea flabellum*	Alga aleta de sirena
192			Ulvaceae	*Ulva intestinalis*	Alga verde
193			Valoniaceae	*Valonia macrophysa*	Alga verde
194				*Valonia ventricosa*	Alga burbuja
195	Algas cafés	Ochrophyta	Dictyotaceae	*Dictyota bartayresiana*	Alga café
196				*Dictyota cervicornis*	Alga café
197				*Dictyota dichotoma*	Alga café
198				*Dictyota divaricata*	Alga café
199				*Dictyota sp.*	Alga café
200				*Padina boergesenii*	Alga café
201				*Padina sanctae-crucis*	Alga café
202				*Stypopodium zonale*	Alga café

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
203			Área de estudiogassaceae	*Turbinaria turbinata*	Hoja de plato
204			-	*Café sp.*	Alga café
205	Alga roja	Rhodophyta	Galaxauraceae	*Galaxaura rugosa*	Alga roja
206			Gelidiaceae	*Gelidium sp.*	Alga roja
207			Gracilariaceae	***Gracilaria blodgettii***	Alga roja
208			Hildenbrandiaceae	*Hildenbrandia sp.*	Alga roja
209			Lithophyllaceae	*Amphiroa fragilissima*	Hierba de coral fragil
210				*Amphiroa rigida*	Alga roja
211				*Amphiroa sp. 1*	Alga roja
212				*Amphiroa sp. 2*	Alga roja
213			Porolithaceae	*Porolithon sp.*	Alga roja
214			Rhodomelaceae	*Acanthophora sp.*	Alga roja
215				***Alsidium triquetrum***	Alga roja
216				*Bryothamnion sp.*	Alga roja
217				*Digenea sp.*	Alga roja
218				*Herposiphonia sp.*	Alga roja
219				*Laurencia sp.*	Alga roja
220				*Polysiphonia sp.*	Alga roja
221			Spongitaceae	*Neogoniolithon sp*	Alga roja
222			-	*Rhodophyta sp.1*	Alga roja

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
223				*Rhodophyta sp.2*	Alga roja
224				*Rhodophyta sp.3*	Alga roja
225	Pasto marino	Tracheophyta	Hydrocharitaceae	*Thalassia testudinum*	Hierba de tortuga
226			Cymodoceaceae	*Halodule wrightii*	Pasto de los bajos
227				*Syringodium filiforme*	Pasto manatí
228	Cyanobacteria	Cyanobacteria	Oscillatoriaceae	*Lyngbya sp.*	-
229			-	*Lama*	-
230	Plantas	Tracheophyta	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote
231			Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro
232			Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa
233			Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar
234			Araliaceae	*Polyscias sp.*	Aralias
235			Arecaceae	*Thrinax radiata*	Palma chit
236			Arecales	*Cocos nucifera*	Cocotera
237			Asparagaceae	*Cordyline fruticosa*	Mambo
238			Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar
239			Bataceae	*Batis maritima*	Saladilla
240			Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Tabaquillo
241			Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo
242				*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco
243				*Terminalia catappa*	Almendro malabar

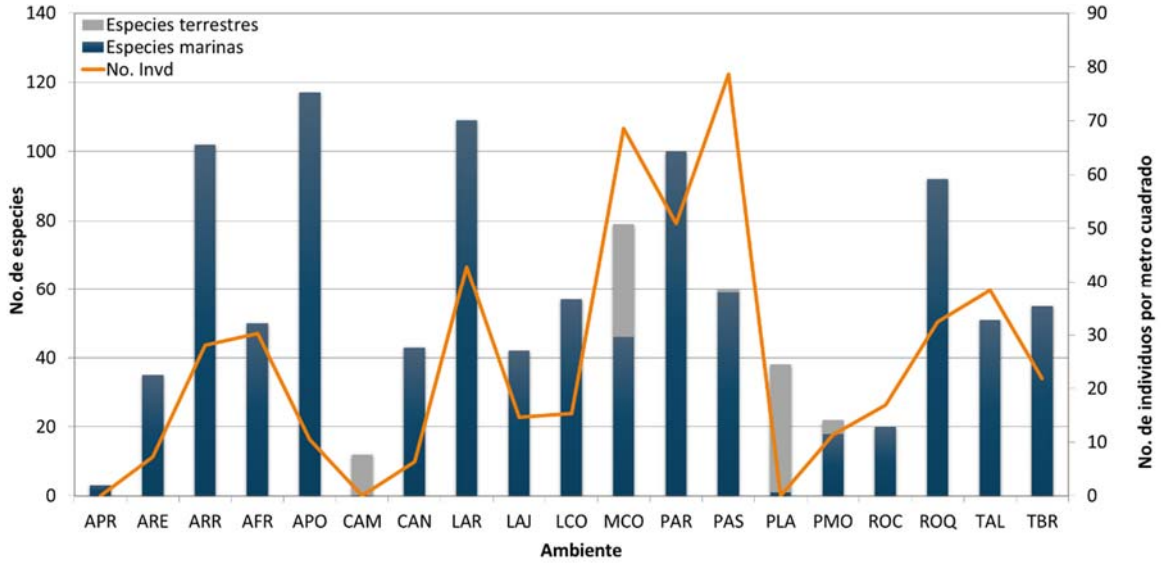
NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
244			Convolvulaceae	*Cuscuta americana*	Tripa de judas
245				*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina
246			Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri*	Piñón
247			Fabaceae	*Acacia cornigera*	Bailarina
248			Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Lechuga de mar
249				*Scaevola taccada*	Lechuga de mar
250			Lamiaceae	*Vitex trifolia*	Sauzgatillo chino
251			Poaceae	*Cynodon dactylon*	Pasto silvestre
252				*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo
253				*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo
254				*Megathyrsus maximus*	Hierba de guinea
255				*Sporobolus virginicus*	Semilla de costa
256			Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar
257			Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo
258			Rubiaceae	*Ixora coccinea*	Coralillo
259				*Morinda citrifolia*	Noni
260				*Strumpfia maritima*	-
261			Surianaceae	*Suriana maritima*	Tabaquillo
262			Verbenaceae	*Lantana sp.*	-
263				*Phyla nodiflora*	Bella alfombra
264			Zosteraceae	*Pasto sp.*	Pasto

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
265				*Enredadera sp. 1*	-
266				*Enredadera sp. 2*	-
267				*Hierba sp. 1*	-
268				*Hierba sp. 2*	-
269				*Hierba sp. 3*	-
270				*Hierba sp. 4*	-
271				*Hierba sp. 5*	-
272			-	*Hierba sp. 6*	-
273				*Hierba sp. 7*	-
274				*Hierba sp. 8*	-
275				*Planta sp. 1*	-
276				*Planta sp. 2*	-
277				*Planta sp. 3*	-
278				*Planta sp. 4*	-
279				*Planta sp. 5*	-
280	Aves	Chordata	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza ceniza
281				*Botaurus lentiginosus*	Avetoro norteño
282				*Egretta caerulea*	Garza azul
283				*Egretta thula*	Garza blanca
284			Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fregata magnificens
285			Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor

NO.	GRUPO	PHYLUM	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
286			Laridae	*Larus heermanni*	Gaviota mexicana
287			Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora
288			Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café
289			Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis benteveo
290	Reptiles		Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde
291			Phrynosomatidae	*Sceloporus variabilis*	Lagartija-escamosa panza rosada
292			Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga verde

- **Abundancia.**

De los 19 ambientes registrados en el área de estudio cuatro presentaron 100 o más especies, de los cuales, el que registró la mayor riqueza y a pesar de su mal estado de conservación fue el Arrecife posterior con 117 especies lo cual se debió a la gran cantidad de especies de peces y corales, a este, le siguió la Laguna arrecifal con 109 especies, el Arrecife con 102 y el Parche Arrecifal con 100 especies, que además de los peces y corales, también registraron una gran cantidad de algas verdes. Otros ambientes que registraron una cantidad considerable de especies (mayo a 60 y menos de 100 especies) fueron el Roquedal con 92 especies, Matorral costero con 79 especies y el Pastizal con 60 especies, el primer y tercer ambiente caracterizados principalmente por peces y algas, y el segundo por vegetación terrestre, algas verdes y caracoles. El resto de los ambientes presentaron menos de 60 especies, siendo el que menor número registro el Arenal profundo con tres especies (Figura IV_ 36).



Acrónimos: Andadores (A), Playa(P), Arenal y laja (AL), Litoral rocoso (LR), Laguna arrecifal I (LA1), Laguna arrecifal II (LA2), Arrecife (AR) y Parche arrecifal (PA), Subambiente algas rojas (ALR).

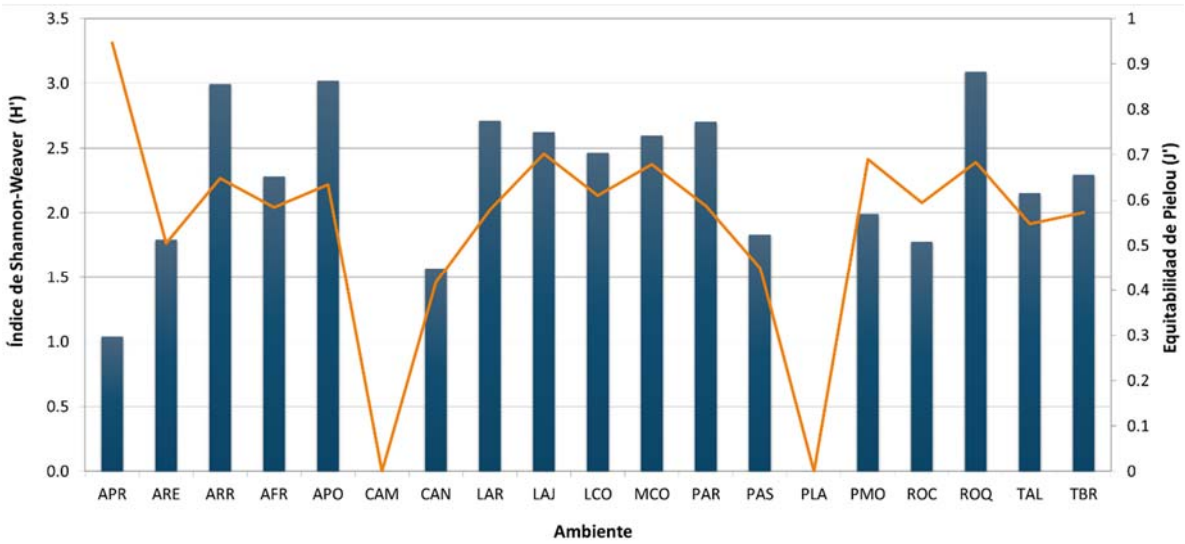
Figura IV_ 36. Número de especies e individuos de las especies registradas.

Sin embargo; los ambientes que registraron mayor cantidad de especies no fueron los que mayor número de individuos por metro cuadrado registraron, dado que los ambientes que mayor cantidad presentaron fue el Pastizal con 60 ind/m^2 esto dada la gran densidad de pastos que tuvo en algunas zonas, seguid del Matorral costero con 69 ind/m^2 y la Laguna arrecifal con 42.8 ind/m^2 ambos por la gran cantidad de algas que presentan cada uno y que son una característica particular para diferenciarlos. El resto de los ambientes

presentaron menos de 61 ind/m^2, siendo el Arenal profundo, el Camino y la Playa modificada los que menos individuos por metro cuadrado registraron. Cabe mencionar que en el número de individuos por metro cuadrado solo se consideraron las especies marinas, dado que las especies terrestres solo se obtuvo las especies registradas (Figura IV_ 36).

- **Diversidad y equitabilidad.**

El índice de Shannon-Weaver, considera que valores normales de diversidad entre 2 y 3, mayor a 3 una alta diversidad de especies y menor a 2 una baja diversidad. Por lo tanto, se observó que tres de los ambientes tuvieron una alta diversidad, lo cuales fueron el Arrecife, el Arrecife posterior y el Roquedal, mientras que nueve de los ambientes tuvieron una diversidad normal y el resto una diversidad baja, siendo el menor el Arenal profundo, y sin considerar a los ambientes terrestres (el Camino y la Playa arenosa) donde solo se censaron las especies. Por otro lado, la equitatividad en todos los ambientes marinos presentó valores de J' de entre 0.95 y 0.4, por lo que, las especies tienden a estar igualmente representados entre sí, sobre todo en los ambientes Arenal profundo y Laja con arena (Figura IV_ 37).

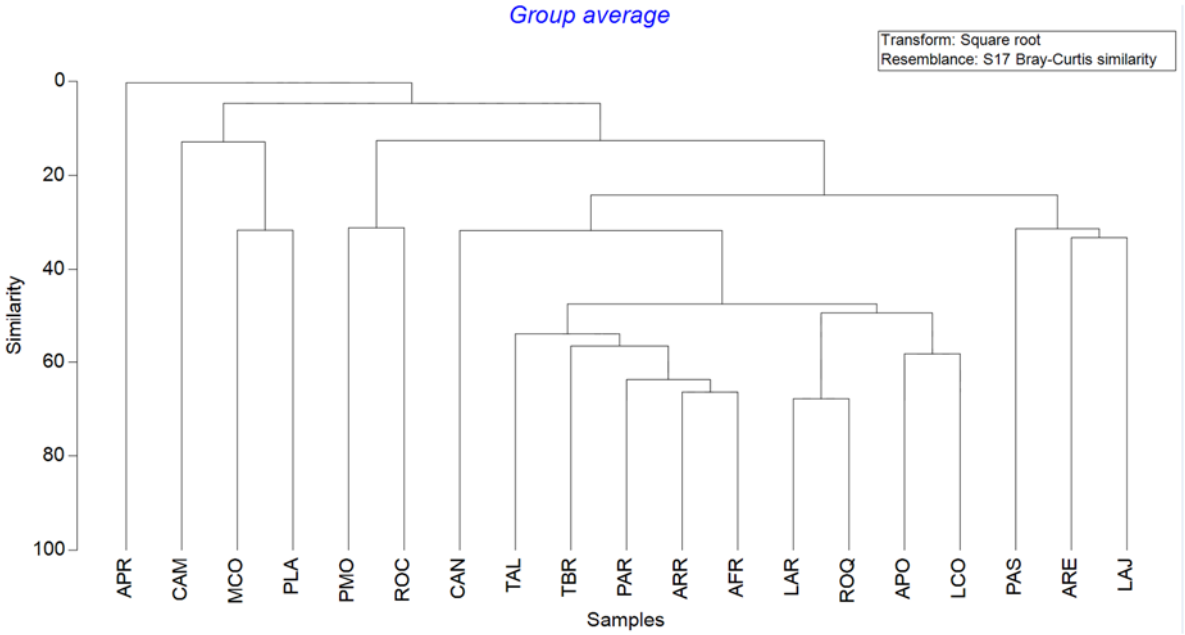


Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 37. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas.

Análisis de clúster y gráfico de sombra.

Para conocer la interrelación de los ambientes con base en la presencia de las especies se realizó su análisis por el método de clúster o de conglomerados, en el cual, con un 10% de similitud se formaron tres grandes grupos y el ambiente Arenal profundo con una bifurcación por separo. De los grupos, el primero, se agrupo por la vegetación terrestre los ambientes Camino, Matorral costero y Playa arenosa, el segundo, por la presencia de algas verdes agrupo a la Playa modificada y Roquedal, y el tercero, por las especies marinas; este último a su vez se dividió en tres bifurcaciones con una similitud mayor del 30%, la primera, contiene solo al ambiente el Canal, la segunda, agrupa a nueve ambientes que especies de los diversos grupos presentaron, y la tercera, se agrupa principalmente por la presencia de pastos marinos y algas verdes teniendo a los ambientes Pastizal, Arenales y Laja con arena (Figura IV_ 38).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 38. Análisis de conglomerados para las especies registradas.

V.2.1. Grupos taxonómicos

V.2.1.1. *Invertebrados*

Debido a la presencia de los diversos grupos de invertebrados primero se analizó un panorama de estos dentro de área de estudio, y posteriormente se analizaron a al grupo de los corales y los otros invertebrados.

- **Número de especies y grupos funcionales**

De las especies registradas en el área de estudio, 101 especies fueron invertebrados, las cuales se agruparon en dos taxonómicos los corales (gorgónidos y escleractinios) y otros invertebrados (anemona, cangrejos, caracol, chitón, lapa, cephalópodo, erizo, estrella de mar, esponjas, poliqueto, etc.); de los cuales los corales fueron los que presentaron mayor número de especies con 45 especies y que representa el 45% del total; del resto de los subgrupos taxonómicos los caracoles y las esponjas fueron los que más especies presentaron con 19 y 10 especie, lo que represento el 19% y el 10% respectivamente, y el resto de los invertebrados presentaron menos de 5 especies que representaron porcentajes menores al 5% (Figura IV_ 39).

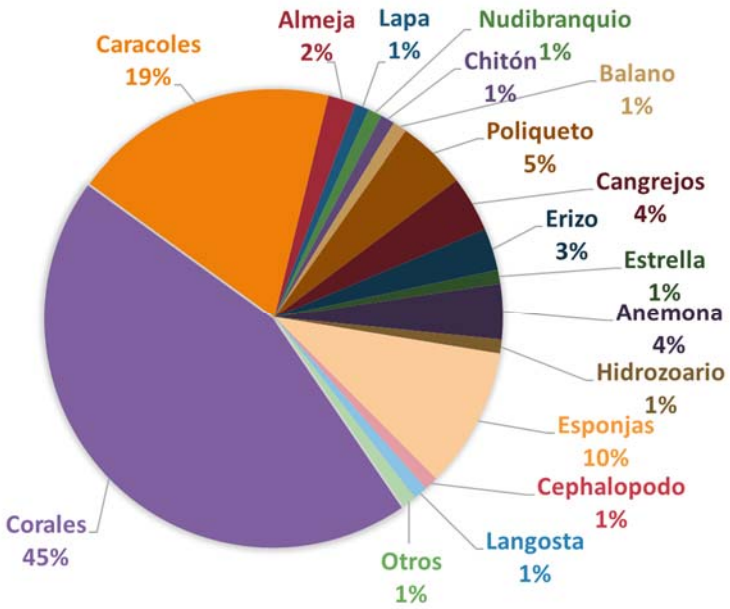
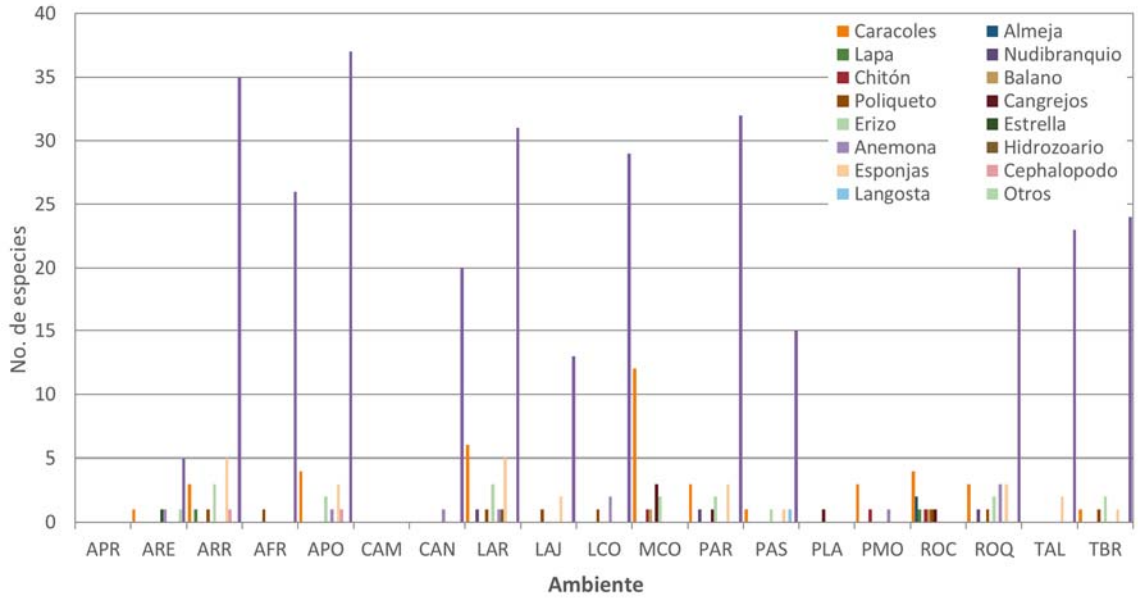


Figura IV_ 39. Proporción de subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio.

De la misma forma, fueron los corales y los caracoles los subgrupos que estuvieron mejor representados en el área de estudio, los primeros registraron más de 13 especies en 12 de los 19 ambientes, mientras que los caracoles solo registraron cinco especies o más en tres ambientes; el resto de los subgrupos presento menos de cinco especies. Así mismo, los ambientes que más subgrupos registraron fue el Arrecife, la Laguna arrecifal, las Rocas y el Roquedal con más de siete subgrupos, el resto de los ambientes marinos presentó menos de seis subgrupos de invertebrados (Figura IV_ 40).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 40. Número de especies de los subgrupos taxonómicos de invertebrados en el área de estudio.

V.2.1.1.1 **Corales**

Resultado del trabajo de campo se registraron un total de 45 especies de corales divididos en tres grupos (corales escleractinios, corales gorgónidos y zoantidos), de los cuales los corales escleractinios tuvieron 23 especies que representaron el 51% y seguido de los corales gorgónidos con 20 especies que representaron el 44%, mientras que los zoantidos solo tuvieron dos especies (Figura IV_ 41).

Los corales estuvieron presentes en 13 de los 19 ambientes, los cuales obviamente no se presentaron en los ambientes terrestres o semiacuáticos y en el Arenal profundo. A su vez, los corales escleractinios registraron más especies en el Arrecife posterior, el Arrecife, el

Parche arrecifal, la Laguna arrecifal, el Roquedal y la Laja con arena, en el resto los corales gorgónidos fueron mayoría de especies; y siendo el Arrecife posterior y el Arrecife los que más corales en general registraron (Figura IV_ 42).

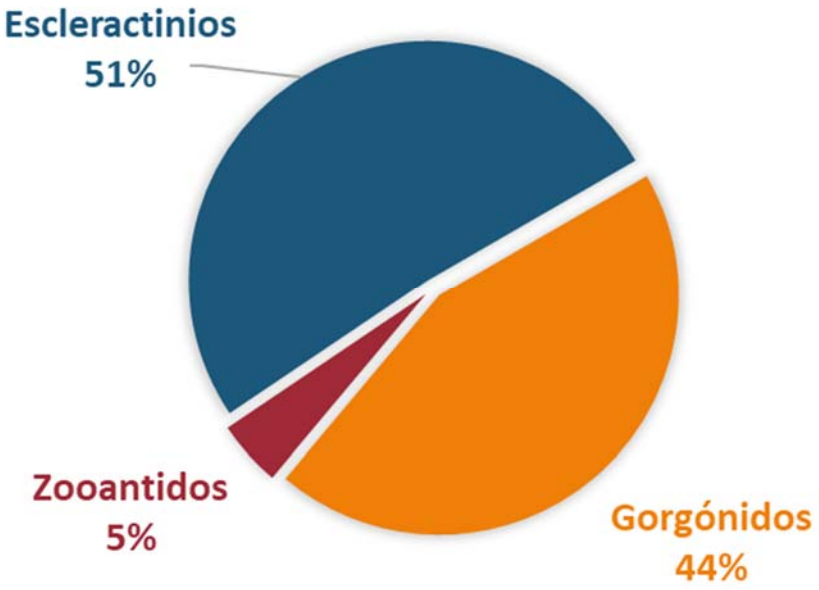
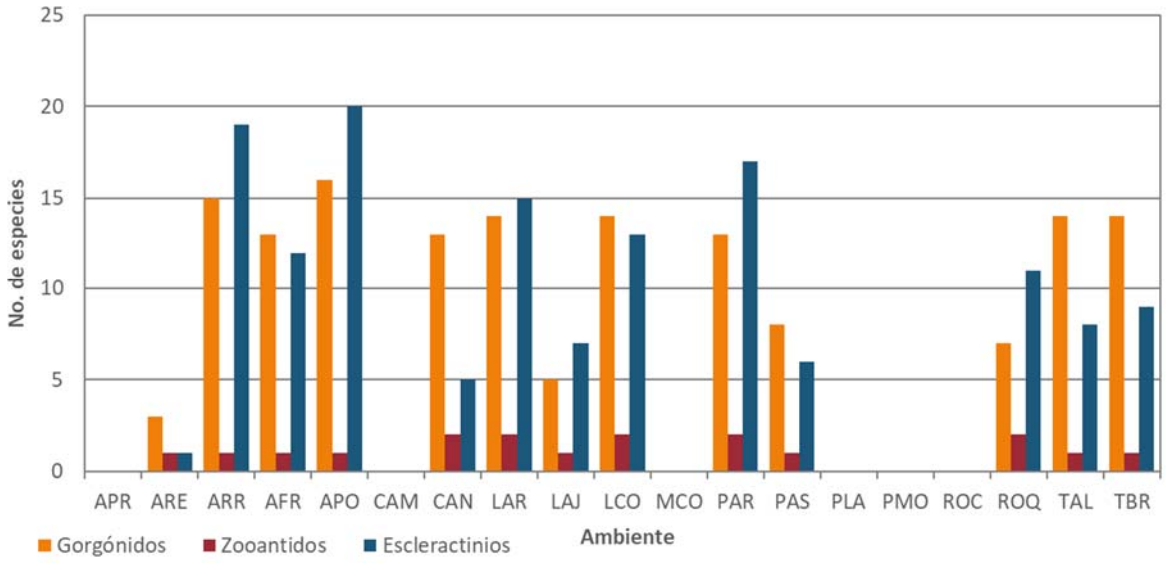


Figura IV_ 41. Proporción de corales.



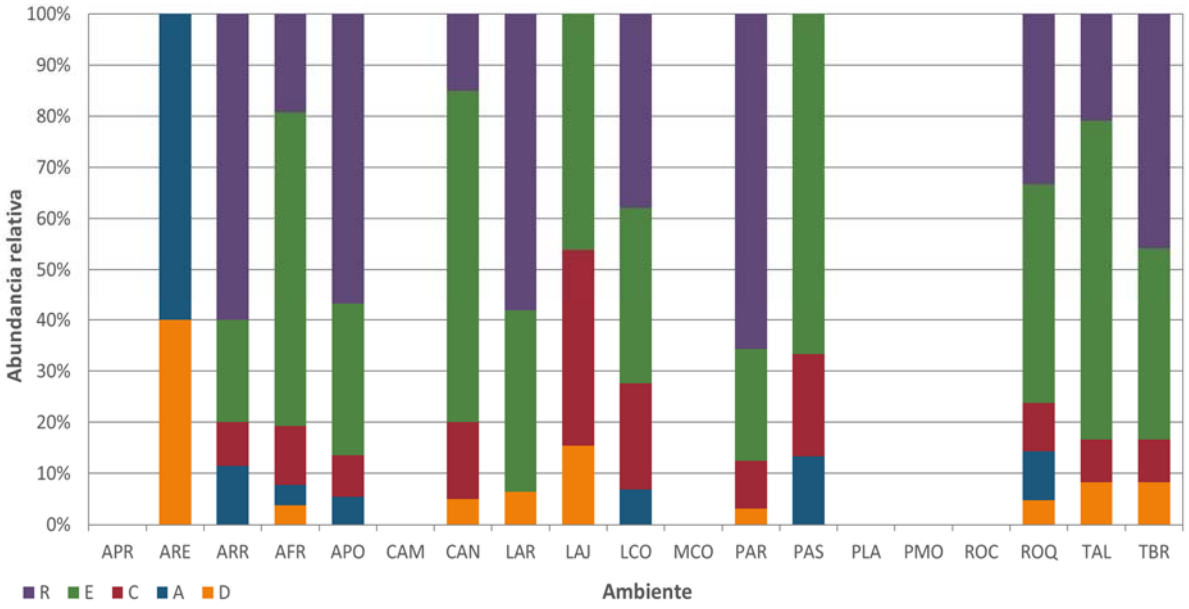
Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 42. Proporción de corales por ambiente.

- **Abundancia relativa.**

Con relación a la abundancia relativa del subgrupo de corales, se registraron 14 dominancias distribuidas en 9 ambientes y representadas por siete especies, que en orden de mayor a menor dominancia en ambientes fueron *Gorgonia ventalina, Porites astreoides, Gorgonia flabellum, Palythoa caribaeorum, Pterogorgia citrina, Pseudoplexaura porosa* y *Porites porites*; además se encontraron que 16 especies fueron abundantes en alguno de los ambientes, 35 comunes, 124 escasa y 123 raras (Tabla IV_ 6, Figura IV_ 43, Figura IV_ 44, Figura IV_ 45, Figura IV_ 46).

Analizando abundancia relativa por ambiente y conforme a la cantidad de tipo de especies que se registraron, se tiene que en la mayoría de los ambientes las especies escasas y raras son mayoría, con excepción de la Laja con arena donde las especies comunes estuvieron mejor representadas y los Arenales donde las especies solo fueron abundantes y dominantes (Figura IV_ 43).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR). ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común

(C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Observada (O)= especies observadas en los alrededores del transecto o en el ambiente.

Figura IV_ 43. Proporción de la abundancia relativa de corales en cada ambiente.

Tabla IV_ 6. Listado de especies de corales y su abundancia relativa en cada ambiente.

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES Y SUBAMBIENTE																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
Gorgónidos	*Antillogorgia americana*			R	R	R			R				R						E	R
	Antillogorgia elisabethae			R	C	R													E	R
	Briareum asbestinum			R	E	E		E	R		E		R	E				E	E	R
	Erythropodium caribaeorum			R	E						R		R							R
	Eunicea calyculata		A	C	E	A		E	E	C	C		C					R	E	C
	Eunicea flexuosa			R	C	R		E	R		R		R	E					R	R
	Eunicea laciniata					R		E			E								E	R
	Eunicea laxispica								R											
	Eunicea mammosa			A	E	C		E	E		R		E						E	E
	Eunicea palmeri			R	E	R		E			R		R						E	E
	Eunicea tournefortii			R	E	R		C	R		E		R	E				R	C	E
	Gorgonia flabellum			A	A	E		E	E	E	C		E	A				C	D	D
	Gorgonia mariae			R														E		
	Gorgonia ventalina		D	A	D	E		E	E	E	C		D	A				A	D	D
	Plexaura homomalla			A	E	A		E	E		E		C						E	R
	Pseudoplexaura flagellosa					E			R		R		R							
	Pseudoplexaura porosa		A	E	E	E		C	D	C	A		E	E					C	E
	Pseudopterogorgia americana			R		R			R		R								E	

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES Y SUBAMBIENTE																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Pterogorgia citrina					R		E	E	D				E				R		
	Pterogorgia guadalupensis							E						C						
	Subtotal de especies	**0**	**3**	**15**	**13**	**16**	**0**	**13**	**14**	**5**	**14**	**0**	**13**	**8**	**0**	**0**	**0**	**7**	**14**	**14**
Zoantidos	Protopalythoa variabilis		A	E	E	E		E	E		A		E	E				E	E	E
	Palythoa caribaeorum							R	R	D	R		R					E		
	Subtotal de especies	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**2**	**2**	**1**	**2**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**	**1**	**1**
Escleractinios	Acropora cervicornis					R														
	Acropora palmata				E	R			R				R					R		
	Acropora prolifera			R		E			R		E									
	Agaricia agaricites			R		R					R		R							
	Agaricia fragilis			R	R	R														
	Agaricia tenuifolia			E	E	E							R					R		R
	Isophyllia rigida			R									R							
	Madracis decactis			C		E		E	R	E	C		E					E		R
	Madracis senaria			R														E	E	
	Millepora alcicornis			R	E	R			R		E		R						R	E
	Millepora complanata			C	E	R			R	E			E					E	E	C
	Millepora squarrosa																			
	Montastraea cavernosa			R	R	E			R				R							
	Orbicella annularis			E	E	C			E		C		R	E				E	R	R

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES Y SUBAMBIENTE																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Orbicella faveolata			E	E	E			R		E		R							
	Porites astreoides			E	C	C		D	D	C	C		C	E				D	E	E
	Porites branneri			R		R		R	R		R		R	E				R		
	Porites divaricata					R														
	Porites porites		D	E	E	R			E		E		R	E						
	Pseudodiploria clivosa			R	R	R		R	R	E	R		R					R	R	E
	Pseudodiploria strigosa			R		R			R	C	R		E					E	E	E
	Siderastrea radians			R		R		C	E	E	E		R	C				A	R	
	Siderastrea siderea			R	R	R			E	C	E		R	C				C	E	R
	Subtotal de especies	**0**	**1**	**19**	**12**	**20**	**0**	**5**	**15**	**7**	**13**	**0**	**17.0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**11**	**8**	**9**
	TOTAL DE ESPECIES	**0**	**5**	**35**	**26**	**37**	**0**	**20**	**31**	**13**	**29**	**0**	**32**	**15**	**0**	**0**	**0**	**20**	**23**	**24**

Acrónimos: AMBIENTES: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Observada (O)= especies observadas en los alrededores del transecto o en el ambiente.


Porites branneri


Porites porites


Porites divaricata


Madracis decactis


Siderastrea radians


Siderastrea siderea


Orbicella faveolata


Orbicella annularis


Agaricia tenuifolia


Agaricia agaricities


Millepora complanata

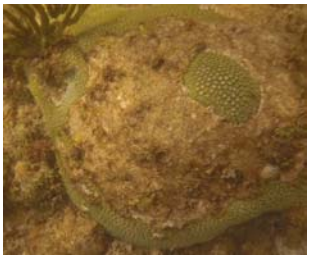

Millepora alcicornis

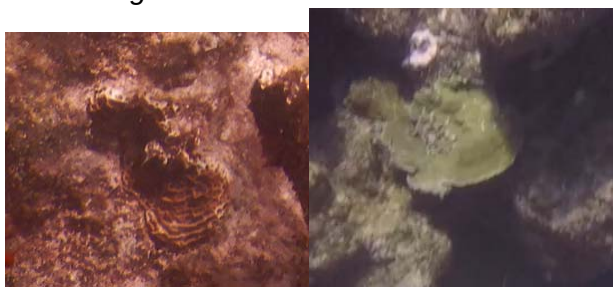

Pseudodiploria clivosa


Pseudodiploria strigosa


Acropora prolifera


Acropora cervicornis


Montastraea cavernosa


Agaricia fragilis

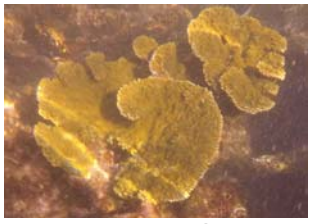

Acropora palmata

Figura IV_ 44. Especies de corales registradas en los ambientes.



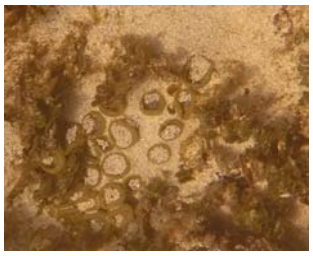
Erythropodium caribaeorum



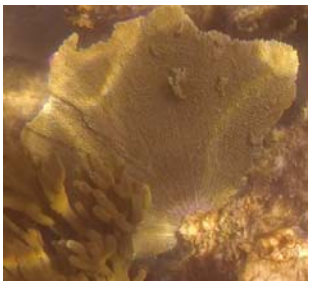
Isophyllia rigida



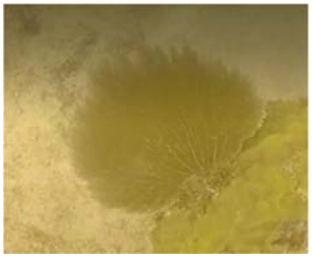
Palythoa caribaeorum



Protopalythoa variabilis



Gorgonia flabellum



Gorgonia ventalina



Gorgonia mariae



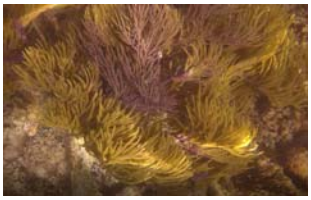
Pseudoplexaura porosa



Pseudoplexaura flagellosa



Antillogorgia americana



Antillogorgia elisabethae



Pseudopterogorgia americana



Eunicea calyculata



Eunicea mammosa



Eunicea tourneforti



Eunicea palmeri



Eunicea laciniata



Eunicea flexuosa



Plexaura homomalla

Figura IV_ 45. Especies de corales registradas en los ambientes.



Briareum asbestinum



Pterogorgia citrina



Pterogorgia guadalupensis

Figura IV_ 46. Especies de corales registradas en los ambientes.

- **Abundancia**

El ambiente con mayor riqueza de corales en general fue el Arrecife posterior con 37 especies, seguido del Arrecife con 35 especies, el Parche arrecifal con 32 especies y Laguna arrecifal con 31 especies, el resto de los ambientes donde se registraron corales presentaron entre 5 y 26 especies, siendo el que menos presento los Arenales; así mismo en los cinco ambientes terrestres y en el Arenal profundo no se registraron corales en los transectos (Figura IV_ 47)

Por otro lado, analizando la riqueza por grupos de corales tenemos que este patrón esta dado por los corales escleractinios ya que son los ambientes descritos los que en ese orden presentan mayor número de especies, pero con entre 17 a 20 especies. Mientras que los corales gorgonáceos en general se presenta una uniformidad en el número de especies ya que en al menos nueve ambientes entre 13 a 16 especies, siendo el Arrecife posterior el que más especies registra con siete, seguido de Arrecife, el resto presenta de tres a ocho especies o están ausentes. Por su lado los zoantidos solo registraron una o dos especies entre los diversos ambientes (Figura IV_ 47).

Con respecto al número de individuos de corales por ambiente, es el Parche arrecifal el ambiente que mayor número por metro cuadrado presentó con 2.3 inv*m^2 lo cual se debe a su poca superficie y la gran cantidad de organismos que se registraron, principalmente de las especies de *Gorgonia sp*., a dicho ambiente le siguieron el Arrecife con 2.23 inv*m^2, la Transición de barlovento con 1.9 inv*m^2 y Arrecife frontal con 1.6 inv*m^2, el primero con una gran cantidad de organismos de las especies de *Eunicea sp., Plexaura homomalla* y *Gorgonia sp*., y el resto por la abundancia de las mismas especies que el Parche arrecifal;

el resto de los ambientes presentan menos 1 inv*m^2 llegando casi a cero en ambientes con sustrato arenoso (Arenales y Pastizal; Figura IV_ 47).

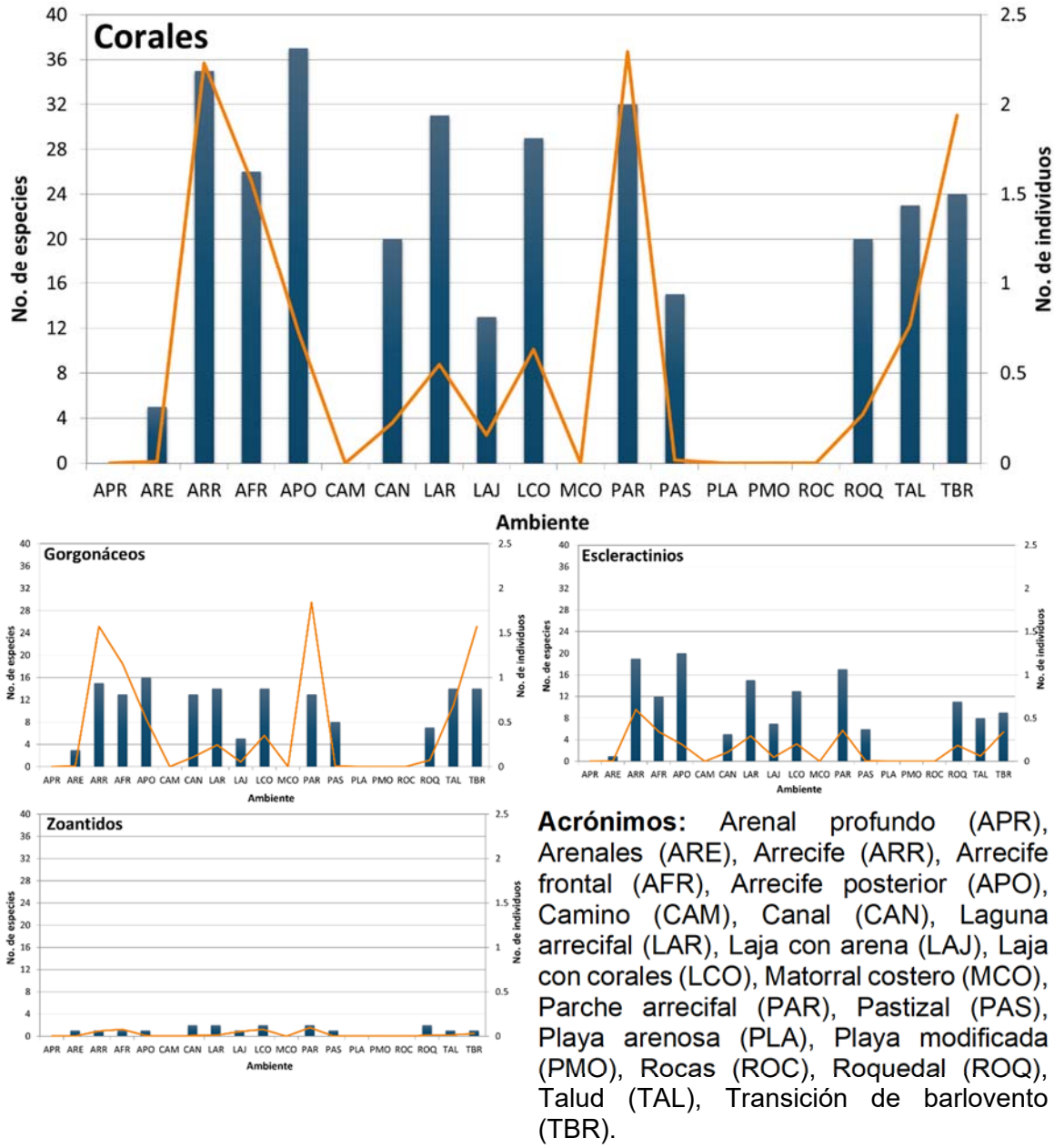


Figura IV_ 47. Número de especies e individuos de las especies registradas.

Conforme al número de individuos de corales por grupos, tenemos que el patrón general está dado como ya se evidencio por los corales gorgonáceos dado que los ambientes con mayor número de individuos son los mismos con la diferencia que los valores van de 1.1 inv*m^2 a 1.8 inv*m^2; mientras que los corales escleractinios al ambiente con mayor número

de individuos fue el Arrecife con 0.6 inv*m^2, el resto presentó menos de 0.4 inv*m^2 o no presento; por su parte los zoantidos solo registraron en los diversos ambientes de entre 0.01 a 0.1 inv*m^2 (Figura IV_ 47).

- **Diversidad y equitabilidad.**

La diversidad de corales conforme al índice de Shannon-Weaver se observó que en general la diversidad de los corales en la Bahía de Akumal es normal con valores de H' de entre 2 a 2.8, siendo la Laja con corales, el Arrecife frontal y el Arrecife los ambientes con mayor diversidad; mientras que los Arenales tuvieron la diversidad más baja con una H' de 1.7 (Figura IV_ 48).

En cuanto la diversidad por grupo de corales tenemos que en los corales gorgonáceos solo cuatro ambientes presentaron una diversidad media con valores de H' de entre 2 y 2.4 los cuales fueron el Canal, la Laja con corales, el Talud y el Arrecife frontal, en el resto de los ambientes la diversidad fue baja para este grupo con valores de H' de 1 a 1.8; mientras que los corales escleractinios solo cuatro ambientes presentaron una diversidad normal con valores de entre 2 a 2.3 que fueron el Arrecife, la Laja con corales, el Arrecife posterior y el Arrecife frontal, en el resto de los ambientes la diversidad fue baja para este grupo con valores de H' de 0.8 a 1.8 y de cero en los arenales donde solo se registró una especies; no es de suponer que los zoantidos al solo tener dos especies su diversidad fue muy baja con valores de H' de cero a 0.7 (Figura IV_ 48).

La equitatividad en todos los ambientes marinos presentó valores de J' de entre 0.6 a 1, lo que nos dice que las especies tienden a estar igualmente representados entre sí, sobre todo en los ambientes de Arenales y Pastizales, esto por su baja presencia tanto de organismos como de especies. Que por grupo los corales gorgonáceos presentaron valores de J' de entre 0.5 a 0.9, siendo la Laguna Arrecifal y la Transición de barlovento lo que presentaron los valores más bajos de J' y donde las especies tienden a tener una baja homogeneidad; en el caso de los corales escleractinios los valores de J' fueron de entre 0.4 a 0.9 y donde el Canal y la Laguna Arrecifal fueron los ambientes con los valores más bajos de J' y por ende una baja homogeneidad; mientras que los zoantidos, fueron el grupo con valores más extremos de J' mismos que fueron de 0.2 en la Laja con corales a 1 en el Roquedal, es decir este grupo va de que sus dos especies carecen de uniformidad en su abundancia a estar igualmente representadas (Figura IV_ 48).

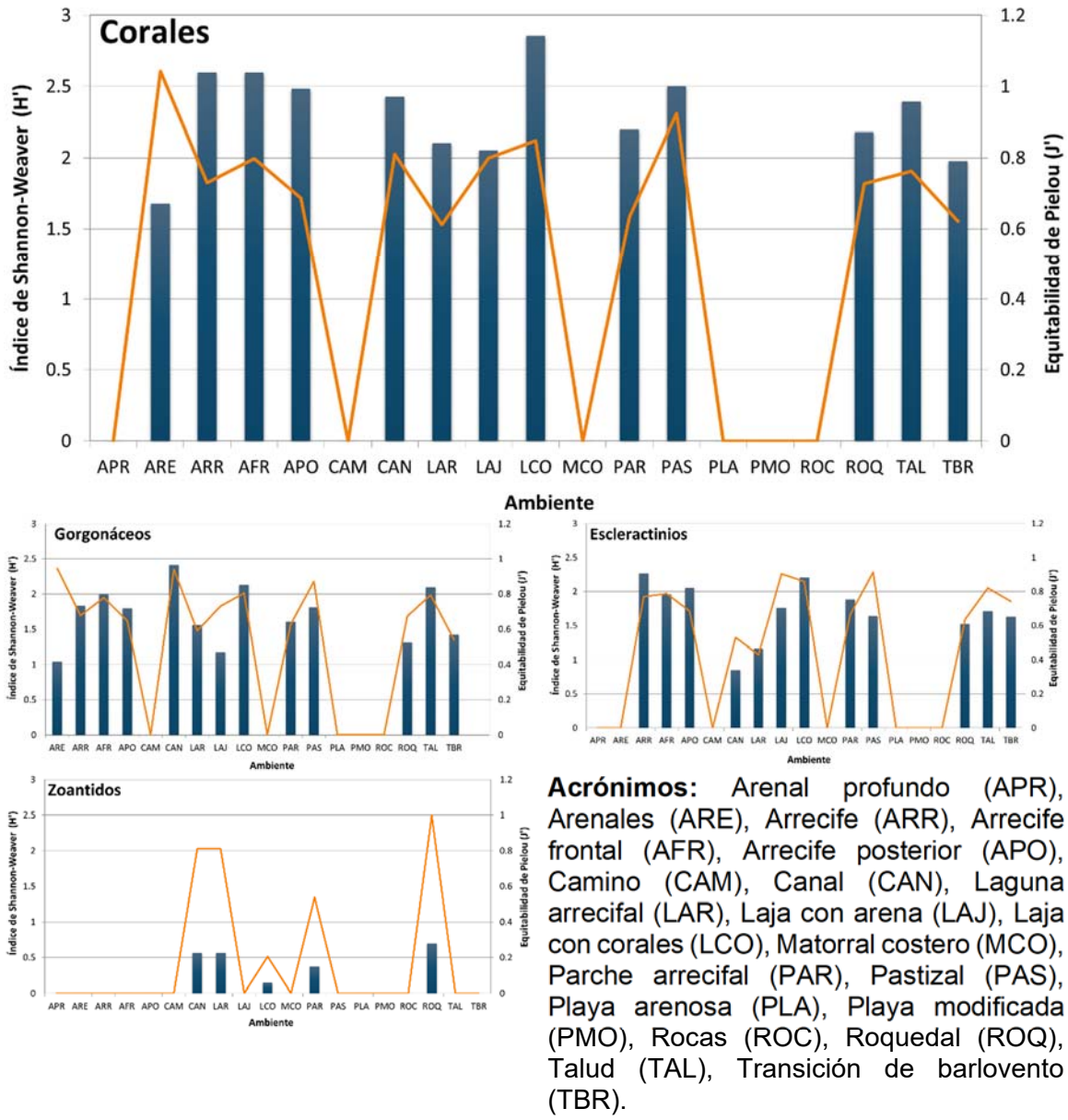


Figura IV_ 48. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas.

- **Estructura de tallas.**

En el área de estudio la estructura de tallas de los corales en general está representada por las tallas II con el 61% respectivamente, es decir en general lo corales tienen un tamaño mediano, mientras que la talla V que corresponde a los corales más grandes solo represento el 2%. En el caso la estructura de tallas por grupos los corales gorgonáceos el 72% de los organismos presentes fueron de la talla II (de 10 a 30cm); los corales escleractinios presentaron una distribución mayor de tallas ya que el 34% correspondió a

la talla II (de 5 a 10cm), el 24 % la talla III (de 10 a 20cm) y el 17% a la talla I (< 5cm) la cual estuvo representada por las especies del género *Porites sp.*; mientras que los zoantidos presentaron un patrón similar a los corales gorgonáceos, pero en este caso la talla II estuvo representada por el 59% (Figura IV_ 49).

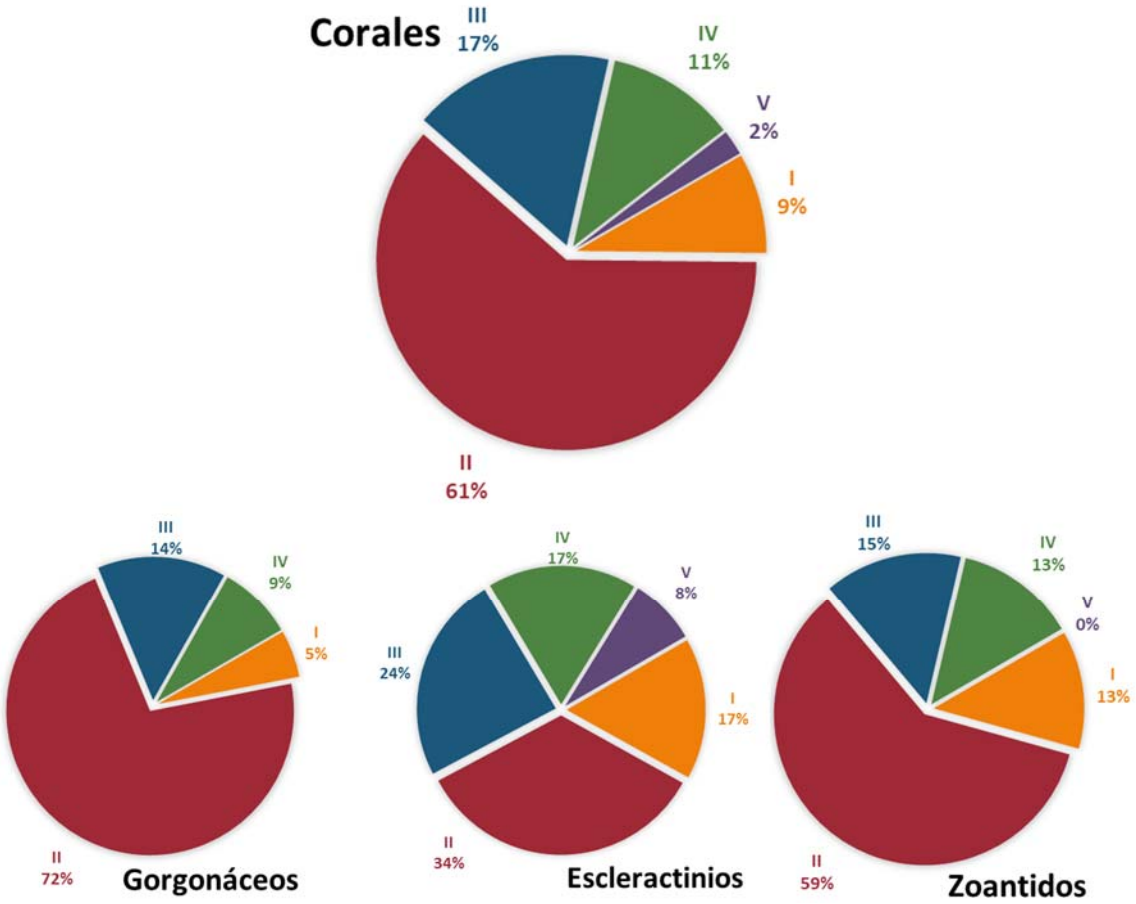
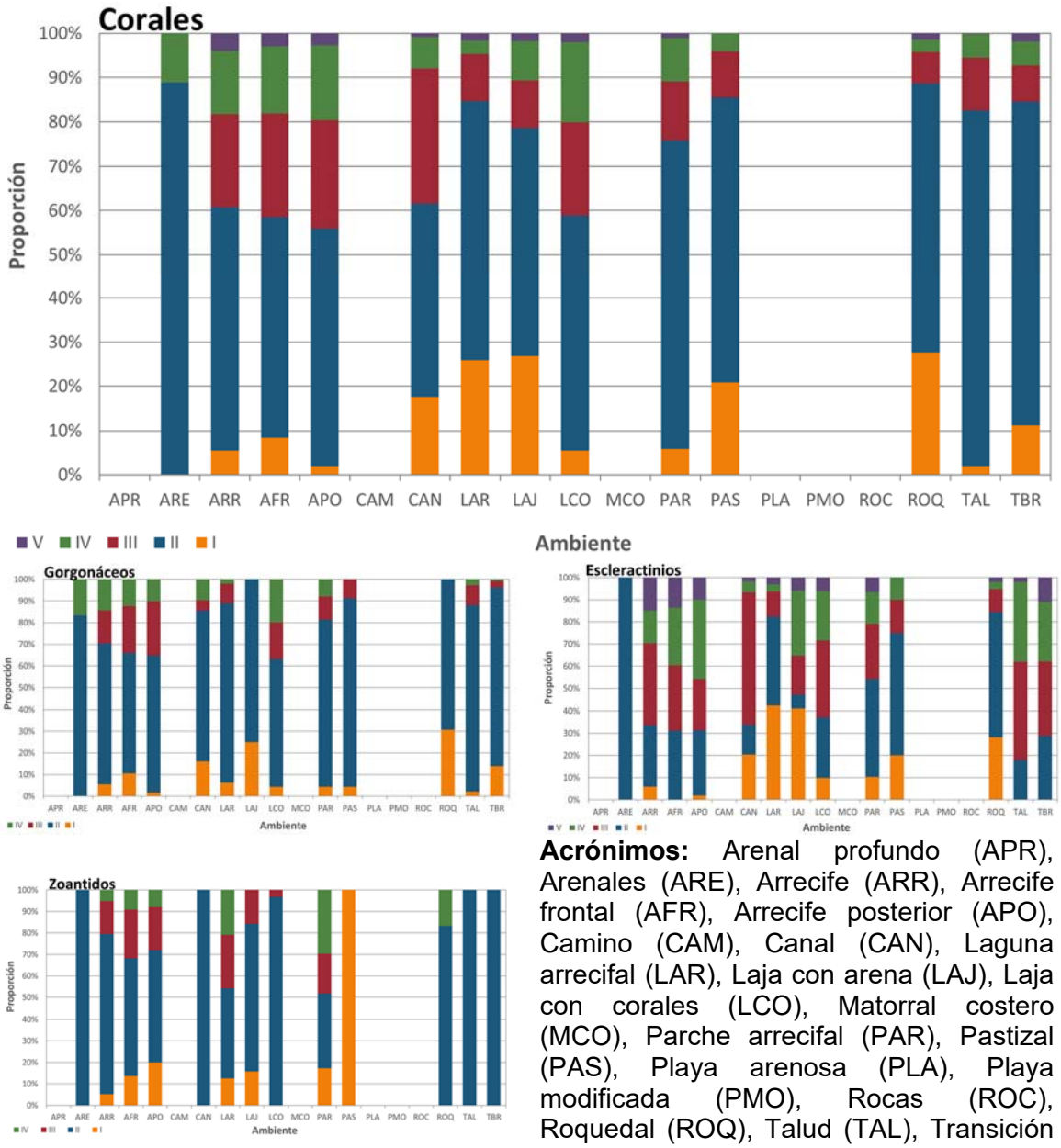


Figura IV_ 49. Proporción general de la estructura de tallas de los corales.

Analizando la estructura de talla por ambientes para los corales en general tenemos que obviamente la talla II es la mejor representada en todos los ambientes, siendo en el Arrecife, el Talud y la Transición de barlovento los ambientes donde dicha talla represento más del 80% de los corales, aunque en general todas las tallas estuvieron presenten en todos los ambientes con corales, con excepción del Arrecife donde solo se registró la talla II y IV, y el Pastizal y el Talud donde no se registraron corales de la talla V, la cual como se estableció en la metodología solo corresponde a corales escleractinios (Figura IV_ 50).

En el caso la estructura de tallas por grupos por ambientes tenemos que los corales gorgonáceos, estuvieron representados con más del 60% en todos los ambientes por la talla II y en el grupo que define el patrón general de los corales; además las cuatro tallas de

este grupo estuvieron presentes en nueve de los 13 ambientes donde se registraron, en el Arrecife, la Laja con arena y el Roquedal solo se presentaron dos tallas en la primera la II y la IV, y en el resto la I y la II, y en el Pastizal se registraron las tres primeras tallas, es decir de todos los ambientes el Roquedal presentó los organismos de menor talla, lo cual es consistente por su baja profundidad y el efecto de la rompiente en la zona (Figura IV_ 50).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 50. Estructura de tallas de los corales por ambiente.

En el caso de los corales escleractinios, estos presentaron una mayor variación de tallas donde en 11 de los 13 ambientes se registraron las cinco tallas, quedando que en el Arrecife solo se observaron ejemplares de la talla II y en el Pastizal ejemplares de las cuatro primeras tallas; además, a diferencia de los corales gorgonáceos en este grupo la talla más abundante de cada ambiente varió, ya que en dos ambientes fue mayoría la talla I (Laguna arrecifal y Laja con arena), en dos ambientes la talla II (Parche arrecifal y Roquedal), en seis ambientes la talla III y en un ambiente la talla IV (Arrecife posterior; Figura IV_ 50).

Por su lado, los zoantidos al ser especies coloniales estuvieron representados por la talla II en doce ambientes, dicha talla además solo se presentó en el Arrecife, el Talud y la Transición de barlovento, mientras que en el Roquedal y la Laja con corales solo se presentaron dos tallas (la II y IV, y la II y III respectivamente), en cinco ambientes se presentaron todas las tallas, mientras que en el Pastizal donde solo se registraron organismos aislados que conformaron la talla I; cabe destacar que en la Laguna arrecifal y el Parche arrecifal las tallas I, III y IV tienen una mayor representación que la talla II, cosa que no se ve en el resto de los ambientes (Figura IV_ 50).

- **Condición del organismo.**

De los 9,436 individuos de corales observados cerca del 23% presentaron una condición no sana, los cuales en su mayoría fueron corales rotos con un 9% y que correspondían a corales gorgonáceos, el resto de las categorías representó menos del 5% de los corales cada una (Figura IV_ 51, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

La condición de corales por grupo es diferente a la general, en el caso de los corales gorgonáceos el 77% tienen una condición sana, del resto el 13% estaban rotos y que en su mayoría fueron ejemplares del género *Gorgonia sp.* ya que por la dinámica en la que se ubican la corriente tiene un fuerte efecto en ellos, el 5% tenían epibiontes considerando en este caso en su mayoría a algas que los cubrían principalmente de las especies de los géneros *Gorgonia sp.* y *Eunicea sp*., y otros gorgonáceos estuvieron cubiertos por el corales de la especies *Millepora alcicornis*, el 4% presentaban manchas de enfermedad y correspondieron a las especies de los géneros *Gorgonia sp.*, y el 1% estaba dañado que fueron organismos que desde su base estaban desprendidos (Figura IV_ 51, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

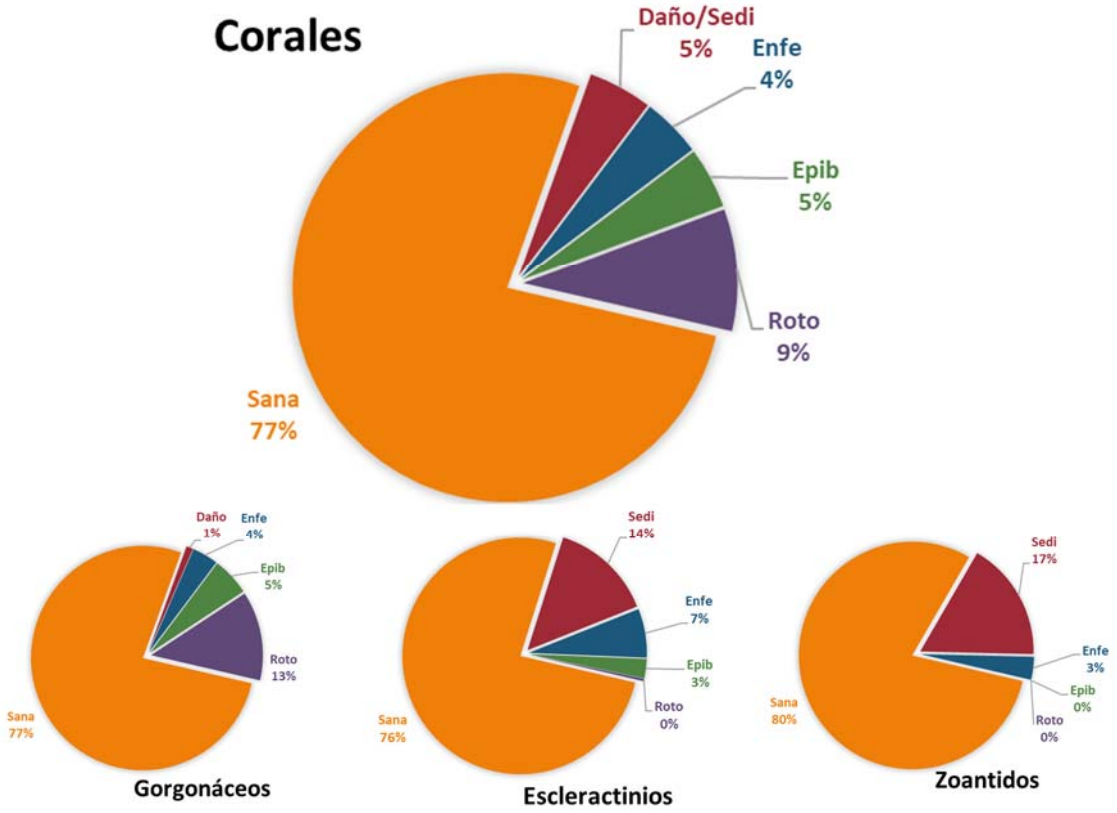


Figura IV_ 51. Proporción general de la condición de los corales.

Los corales escleractinios, el 76 % tuvieron una condición sana, el 14% presentaba sedimentación en parte o toda su superficie, el 7% presentaba alguna enfermedad en su mayoría en un estado avanzado en la colonia y que correspondían a especies que forman grandes colonias como las de los géneros *Orbicella sp*., *Pseudodiploria sp.,* y *Acropora sp.,* el 3% presentaron epibiontes y un porcentaje menor del 1% fueron colonias rotas del género *Millepora sp.* (Figura IV_ 51, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

Por su parte los zoantidos, el 80% eran colonias sanas, el 17% estaban sedimentadas y correspondieron principalmente a la especie *Protopalythoa variabilis*, es de aclarar que esta condición es normal dado esta especie se ubica principalmente es sustratos arenosos, y el 3% estuvo enfermo y correspondió a organismos de la especie *Palythoa caribaeorum* estaban blanqueados (Figura IV_ 51, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

ARRECIFE








ARRECIFE FRONTAL








ARRECIFE POSTERIOR



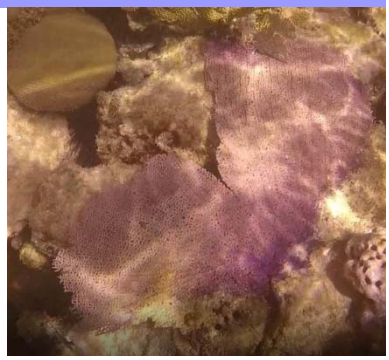


Figura IV_ 52. Condición observada de los corales en cada ambiente.

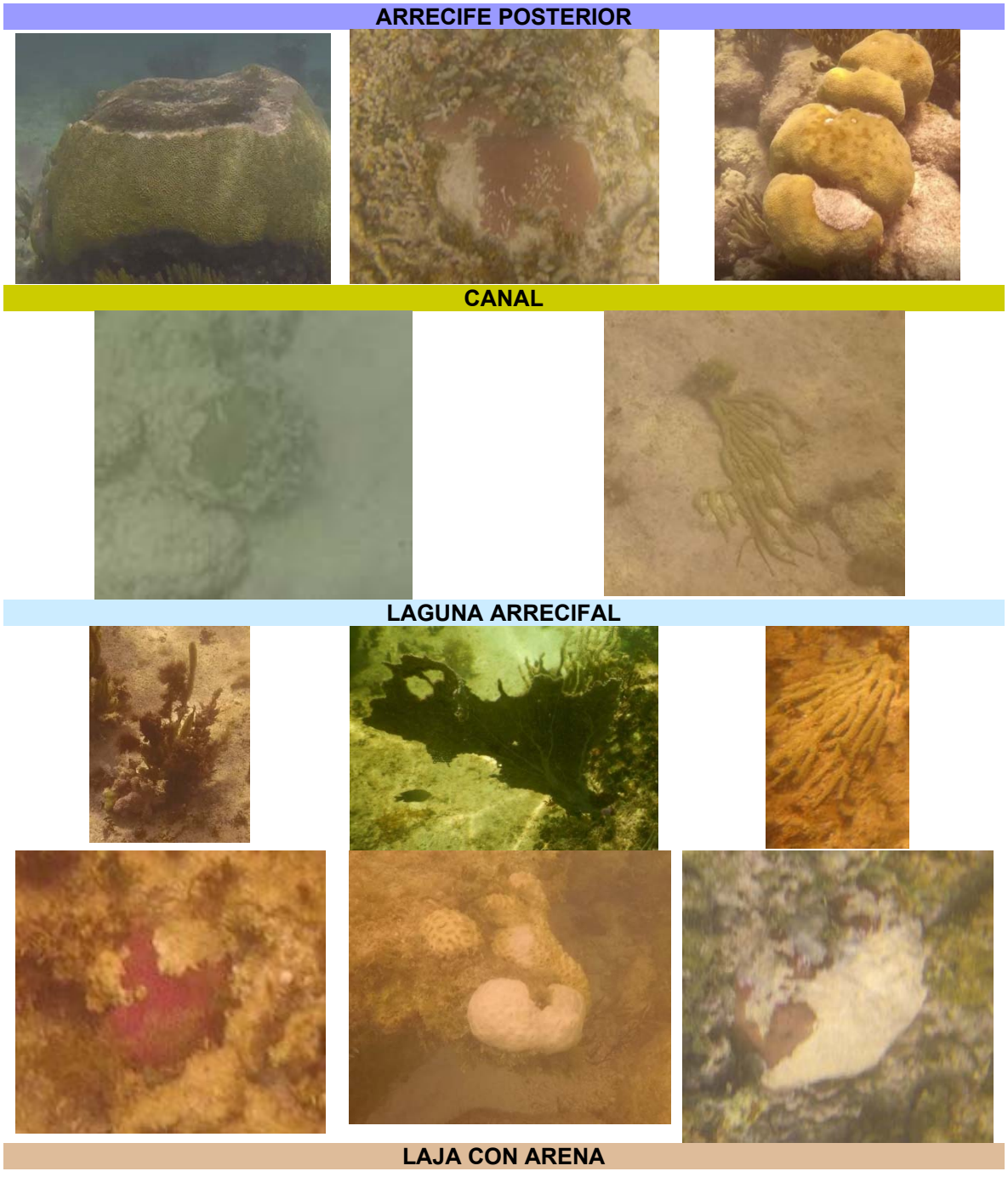
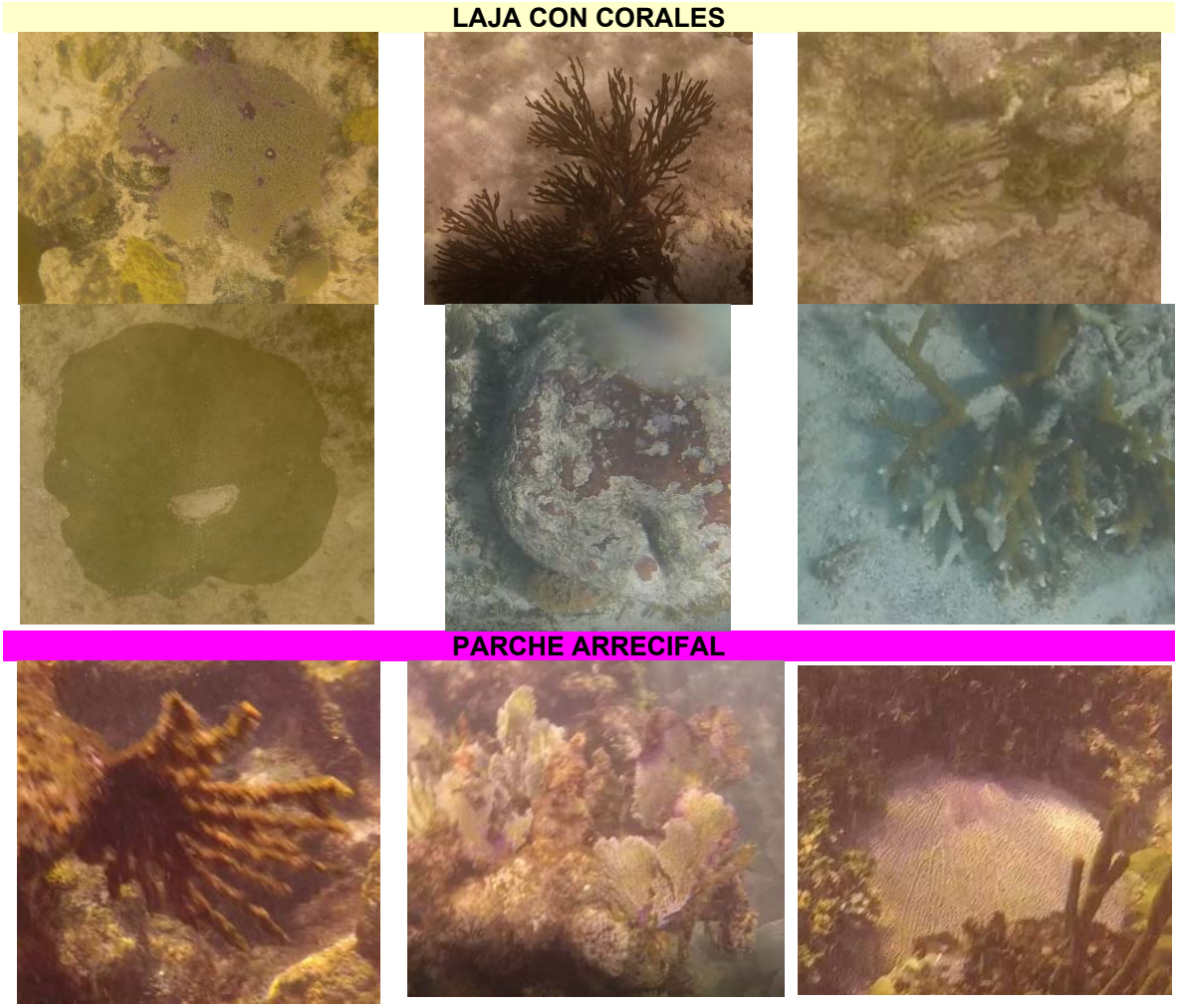




Figura IV_ 53. Condición observada de los corales en cada ambiente.



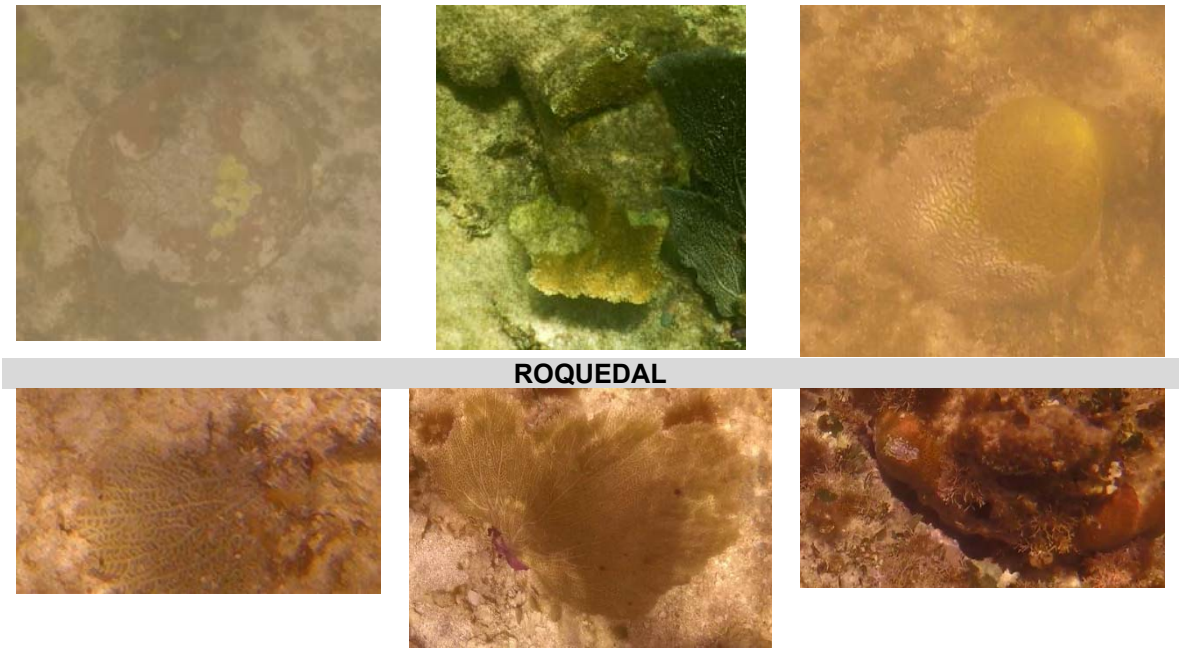
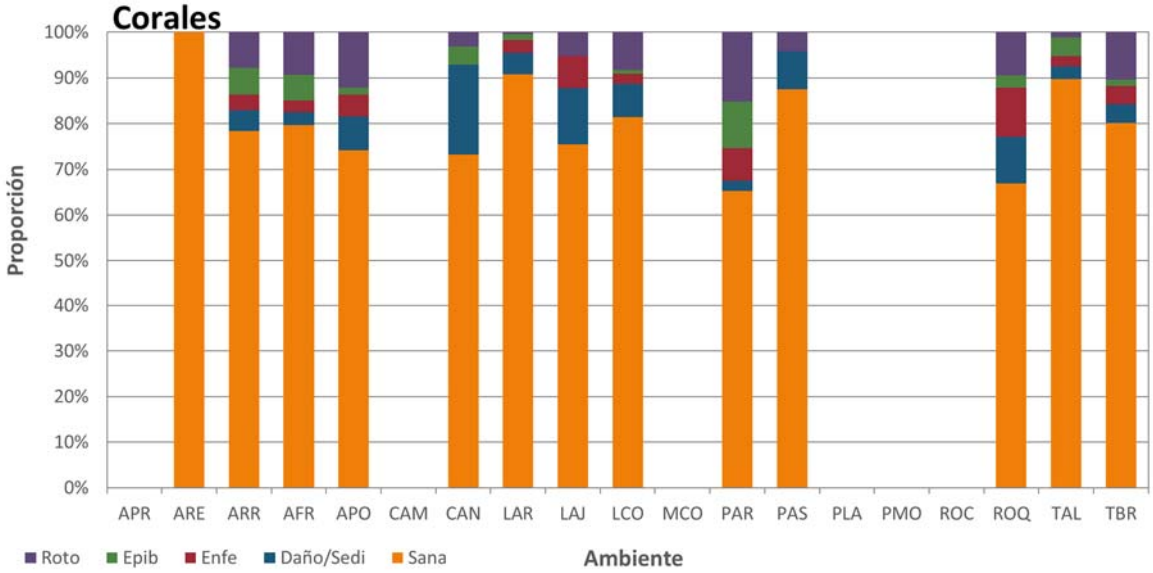


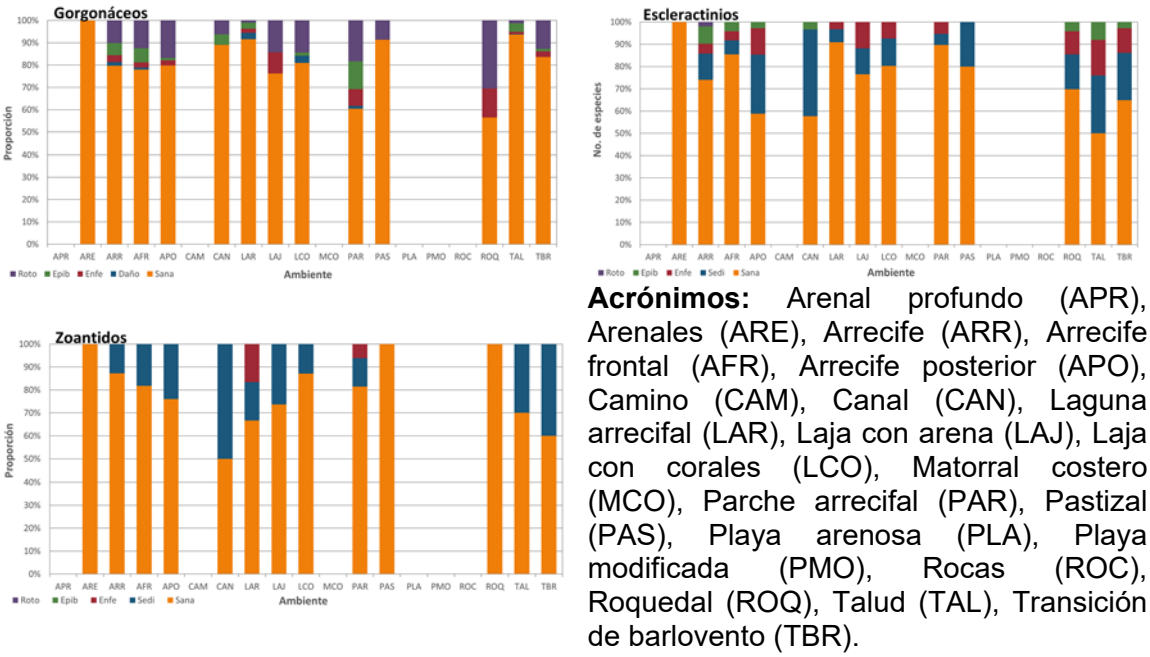
Figura IV_ 54. Condición observada de los corales en cada ambiente.



Figura IV_ 55. Condición observada de los corales en cada ambiente.

Ahora bien la condición de los organismos por ambiente tenemos que en general en ocho ambientes se presentaros las cuatro condiciones no sanas, en el Canal no se encontraron organismos enfermos, en el Pastizal solo organismos sedimentados, rotos y sanos, y en los Arenales solo organismos sanos; que de todos los ambientes fueron el Parche arrecifal y el Roquedal los que presentaron más organismos no sanos con poco más del 30% (Figura IV_ 56, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).





Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 56. Proporción de la condición de los corales por ambiente

Analizando la condición de los corales por grupo y ambiente, tenemos que los corales gorgonáceos tuvieron las cuatro condiciones no sanas en siete de los 13 ambientes, en la Laja con corales se observaron organismos rotos, con epibiontes y dañados, en tres ambientes al menos dos condiciones no sanas rotos y enfermos (Roquedal y Laja con arena) o rotos y con epibiontes (Canal), así mismo en los Arenales todos los ejemplares registrados estuvieron sanos. Además de todos los ambientes el Roquedal y el Parche Arrecifal fueron los que más organismos no sanos presentaron con poco más del 40% (Figura IV_ 56, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

En el caso de los corales escleractinios, el patrón es un poco distinto, si bien en los Arenales no se presentaron organismos con alguna condición no sana; solamente en el Arrecife se registraron organismos sanos, rotos, con epibiontes, enfermos y sedimentados; en cinco ambientes se registraron solo organismos sanos, con epibiontes, enfermos y sedimentados; en cinco ambientes además de sanos al menos dos categorías con epibiontes y enfermos, o con epibiontes y sedimentados, siendo mayoría la primera, y en el Pastizal solo se encontraron organismos sedimentados y sanos. Además, fueron tres ambientes que registraron una gran cantidad de organismos no sanos con entre el 40% y 50%, los cuales fueron el Arrecife posterior, el Canal y el Talud, en los cuales en su mayoría los corales estaban sedimentados y lo cual es consistente con el tipo de sustrato que tienen dichos ambientes (Figura IV_ 56, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

Por último los zoantidos, en tres ambientes se presentaron organismos sanos (Arenales, Pastizales y Roquedal), en ocho ambientes organismos sanos y sedimentados, y en el resto organismos sanos, sedimentados y enfermos (Laguna arrecifal y Parche arrecifal); así mismo, tres ambientes presentaron entre el 30% y el 50% de organismos no sanos, que fueron de menor a mayor afectación Laguna arrecifal, Transición de barlovento y Canal (Figura IV_ 56, Figura IV_ 52, Figura IV_ 53, Figura IV_ 54, Figura IV_ 55).

- **Índice de Salud Arrecifal.**

Como es ampliamente sabido los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más amenazados y diversos del planeta, haciendo que su conservación sea de máxima importancia global, dado lo anterior en el año del 2003 y con la finalidad de proteger los arrecifes surgió la Iniciativa Arrecifes Saludables para Gente Saludable, la cual es uno de los primeros esfuerzos a nivel mundial en desarrollar criterios de clasificación medibles para los indicadores de salud de arrecifes coralinos y de realizar sondeos a diversos arrecifes en todo el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM).

Dicha iniciativa estableció el Índice de Salud Arrecifal (ISA), el cual evalúa el estado ecológico del SAM de acuerdo con cuatro indicadores clave vitales para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas coralinos saludables, que se combinan y son igualmente ponderados, los cuales son:

- **Cobertura de coral**: es la cantidad de superficie del arrecife cubierta por corales pétreos vivos, contribuyendo a su estructura tridimensional.

- **Cobertura de macroalgas carnosas**: es la proporción de arrecife cubierto por dichas algas.

- **Peces herbívoros**: es una medida de la biomasa de importantes forrajeros de plantas que podrían crecer sobre el arrecife.

- **Peces comerciales**: es una medida de la biomasa de especies de peces comercialmente importantes para la población.

Estos indicadores son evaluados conforme a una escala numérica y colorimétrica, misma que se presenta en la Tabla IV_ 7, con la cual el ISA determina en conjunto el estado del arrecife, considerando que el cambio o disminución en uno de dichos indicadores puede tener un efecto cascada o dominó en todo el ecosistema arrecifal.

Tabla IV_ 7. Índice de Salud Arrecifal (ISA).

Indicadores	Muy Bien (5)	Bien (4)	Regular (3)	Mal (2)	Crítico (1)
Cobertura de coral (%)	≥ 40	20.0 – 39.9	10.0 – 19.9	5.0-9.9	‹ 5
Cobertura de Macroalgas (%)	0-0.9	1.0 – 5.0	5.1-12.0	12.1-25	› 25.0
Peces herbívoros clave (g/100 m²)	≥ 3480	2880–3479	1920-2879	950-1919	‹ 960
Peces comerciales clave (g/100 m²)	≥ 1680	1260-1679	840-1259	420-839	‹ 420

Por lo tanto, de acuerdo con el reporte de la Iniciativa Arrecifes Saludables en el 2022 la región Norte de Quintana Roo y que abarca a Bahía Akumal tiene un estado de salud mal, es decir, lo cual es consistente con las observaciones realizadas en el presente muestreo (Figura IV_ 57).

Ahora bien, si comparamos los puntos censados en Bahía de Akumal por la Iniciativa Arrecifes Saludables en el 2018, tenemos que el Índice se salud de los arrecifes va de mal a crítico en el Arrecife posterior al norte de la Bahía y es crítico en el Arrecife. Conforme a la cobertura de corales, tenemos que en el Arrecife al sur es regular (cobertura de entre el 10 y 20 % de la superficie), y en el Arrecife y en el Arrecife posterior al norte va de mal (cobertura de entre el 5 y 10 % de la superficie) a crítico (cobertura menor del 5 de la superficie). Mientras que la cobertura de algas carnosas es crítica (cobertura mayor al 25% de la superficie) en el Arrecife al sur, mal (cobertura entre el 12 y el 25% de la superficie) en el Arrecife y Arrecife posterior al norte, y también en este último tienen un punto regular (cobertura entre el 5 y el 12% de la superficie; Figura IV_ 58); cabe destacar que conforme lo observado en campo, se considera que la condición del arrecife en la parte sur de Bahía Akumal es menos favorable que al norte, esto en gran parte se debe a la accesibilidad de los turistas a cada zona, mientras que en el norte de la Bahía cuenta con un control de ingreso por parte de touroperadores y un sistema de vigilancia por parte de personal de la CONANP, al sur el acceso a la zona es sin limitante alguna.

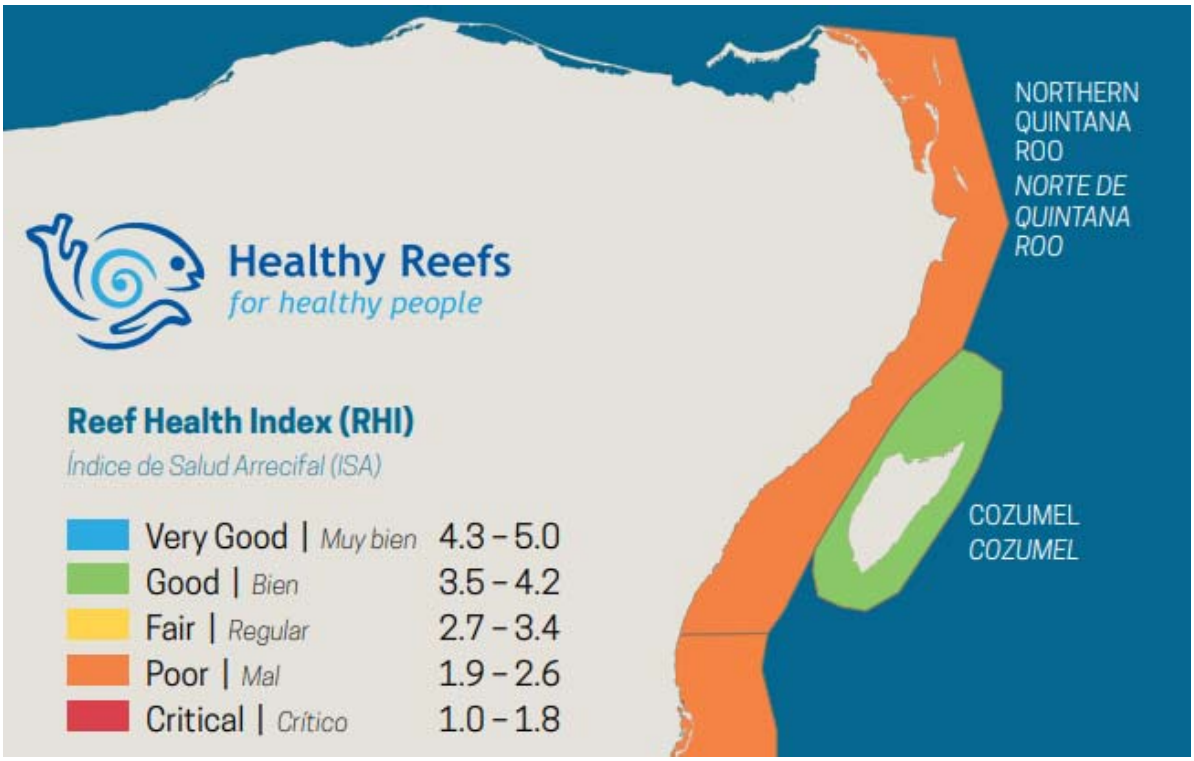


Figura IV_ 57. Estado de los arrecifes en el Caribe Mexicano. Información de Arrecifes Saludable, 2022.

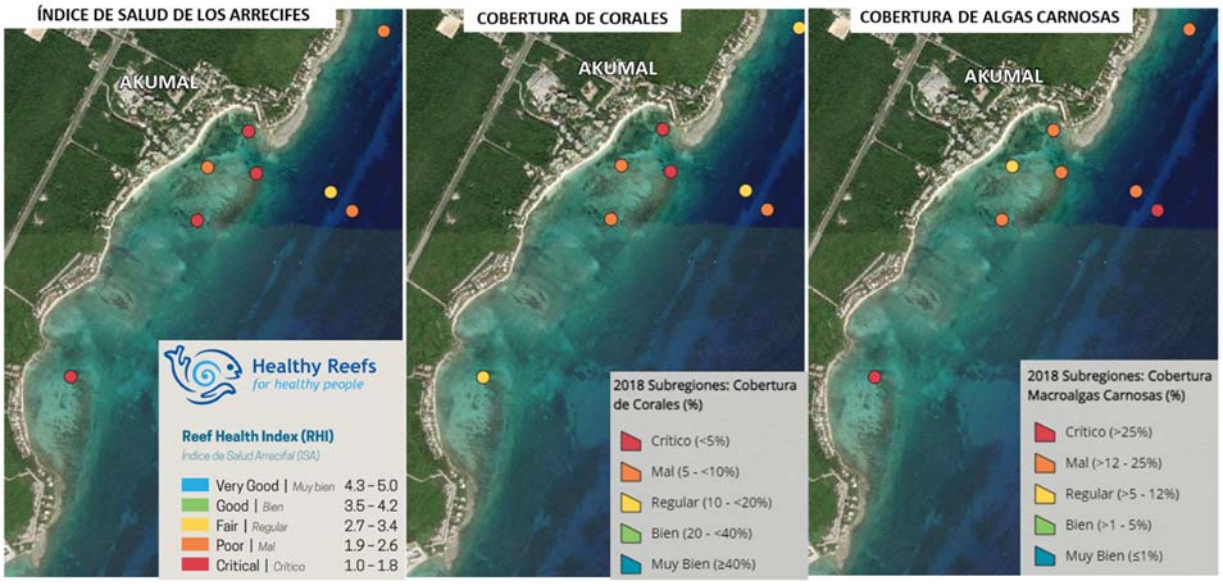
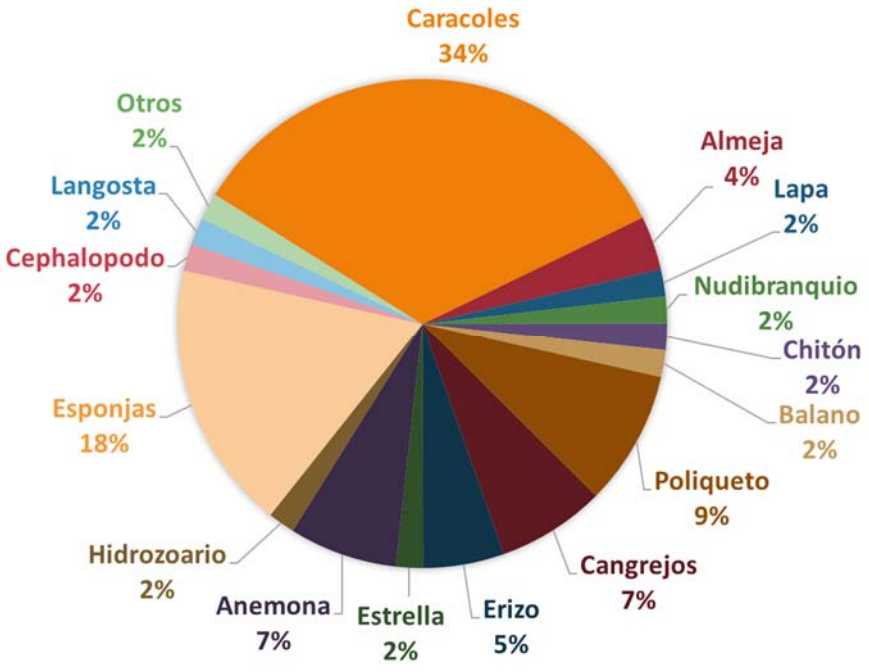


Figura IV_ 58. Estado de los arrecifes en el área de estudio. información de Arrecifes Saludable, 2018.

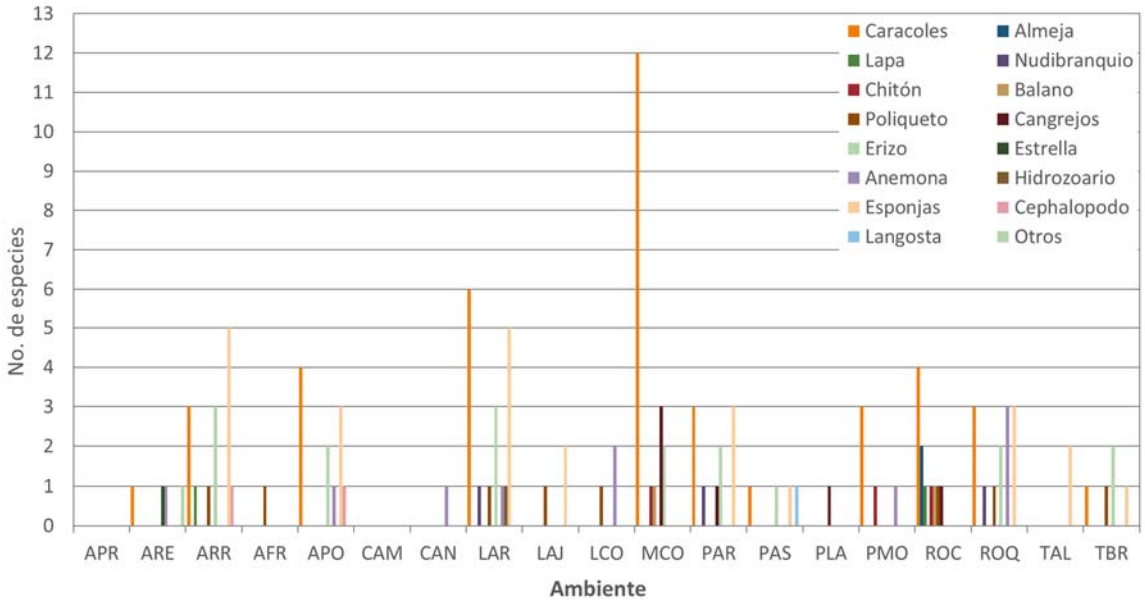
V.2.1.1.2 **Otros Invertebrados**

Del resto de los grupos de invertebrados se registraron un total de 56 especies, siendo los más representativos los caracoles con 19 especies que conformaron el 34% del total y las esponjas con 10 especies que representan el 18% del total, seguido de los poliquetos con cinco especies que corresponde al 9%, los cangrejos y las anémonas cada una con cuatro especies que representa el 7%, el resto de los grupos tuvieron menos de tres especies y representaron menos del 5% del total de los invertebrados erizos (Figura IV_ 59, A).

Ahora bien, conforme a la presencia de los grupos de invertebrados por ambiente los caracoles fueron mayoría en cinco ambientes, las esponjas en tres, con igual proporción en tres ambientes (Parche arrecifal, Roquedal y Pastizal), y no estuvieron presentes en cuatro ambientes ninguno de los dos grupos y en cuatro ambientes al menos uno de los dos estuvo presente; así mismo, en general en todos los ambientes en su mayoría los diversos grupos incluyendo las esponjas y los caracoles registraron menos de tres especies, el ambiente con número de especies por grupo fue la Laguna arrecifal y el Matorral costero, y no se registraron invertebrados en el Arenal profundo, ni en el Camino (Figura IV_ 59, B).



A



B

Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

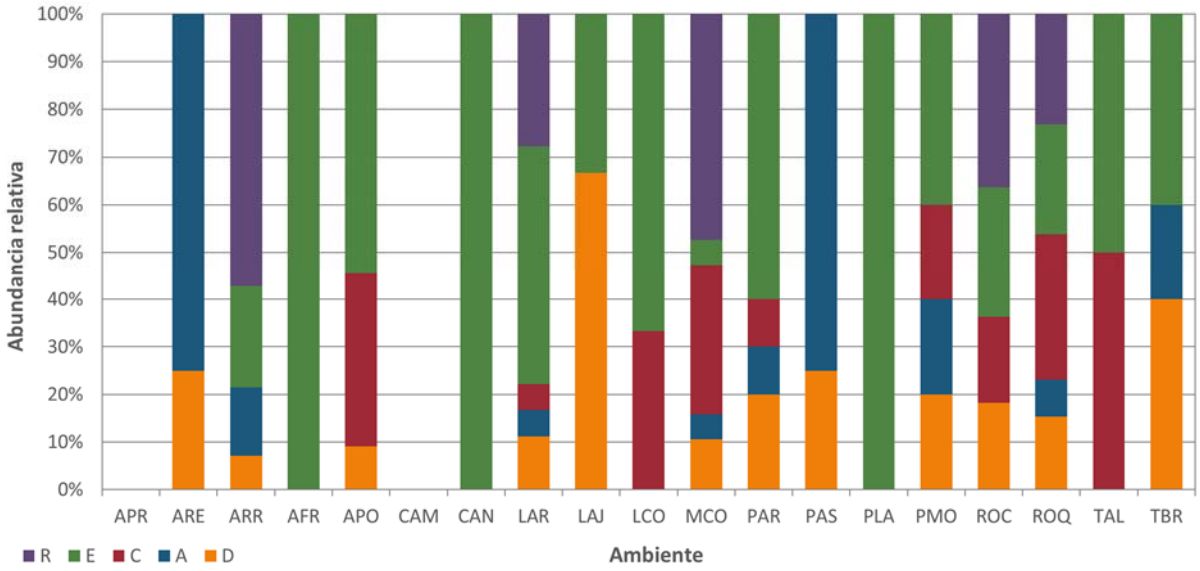
Figura IV_ 59. Proporción de invertebrados. A) Proporción general, B) Proporción por ambiente.

- **Abundancia relativa.**

Con relación a la abundancia relativa del subgrupo de los otros invertebrados, se registraron 19 dominancias distribuidas en 12 ambientes y representadas por once especies de anémonas, caracoles, erizos, esponjas, poliquetos, almejas y langostas, donde las que presentaron mayor dominancia fueron los erizos *Diadema antillarum* y *Echinometra lucunter*, y el caracol *Echinolittorina angustior*; además se encontraron que 13 especies fueron abundantes en alguno de los ambientes, 20 comunes, 42 escasa y 27 raras (Tabla IV_ 8, Figura IV_ 60, Figura IV_ 61, Figura IV_ 62, Figura IV_ 63).

Analizando abundancia relativa por ambiente y conforme a la cantidad de tipo de especies que se registraron, se tiene que en ocho ambientes las especies escasas tienen una mayor proporción, en tres ambientes fueron las especies raras (Arrecife, Matorral costero y Rocas), en dos ambientes fueron las especies abundantes (Arenales y Pastizal), en el ambiente Laja con arena fueron las especies dominantes; en el ambiente Roquedal las comunes, aunque las demás tipos de especies estuvieron bien representadas; en el Talud las especies escazas y comunes tuvieron igual proporción, y en la Transición de barlovento

tuvieron igual proporción las especies escasas y dominantes; esto nos dice que el grupo de los otros invertebrados varia su abundancia entre los ambientes (Tabla IV_ 8, Figura IV_ 60, Figura IV_ 61, Figura IV_ 62, Figura IV_ 63).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR). ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Observada (O)= especies observadas en los alrededores del transecto o en el ambiente.

Figura IV_ 60. Proporción de la abundancia relativa de invertebrados en cada ambiente.

Tabla IV_ 8. Listado de especies de invertebrados y su abundancia relativa en cada ambiente.

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES Y SUBAMBIENTE																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
Anemona	*Anemonia sargassensis*		D													E		A		
	Anemona sp. 1																	E		
	Condylactis gigantea					E					E									
	Stichodactyla helianthus							E	D		C							R		
Cephalópodo	*Sepioteuthis sepioidea*			E		E														
Balano	*Balanus sp.*											R					C			
Cangrejos	*Coenobita clypeatus*											R								
	Grapsus grapsus												E							
	Ermitaño sp.1											C			E		R			
	Ermitaño sp. 2											R								
Caracol	*Cerithium sp.*											C						E		
	Columbella mercatoria								R			R								
	Isognomon bicolor																E			
	Cenchritis muricatus											A				D	E	R		
	Echinolittorina angustior											D					D			
	Vasula deltoidea												E							
	Nerita fulgurans											C				A	R			
	Nerita tessellata											C								
	Nerita versicolor											C				C	R			

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES Y SUBAMBIENTE																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Cyphoma gibbosum			E		E							E							A
	Lobatus gigas					E														
	Vasum muricatum		A	E		C			E				E	A				R		
	Lithopoma americanum			R		E			E											
	Astraea sp.								E											
	Nudibranquio sp.								E				E					C		
	Supplanaxis nucleus								R			R								
	Caracol sp. 1								R											
	Caracol sp. 2											R								
	Caracol sp. 3											E								
	Caracol sp. 4											D								
	Caracol sp. 5											R								
Chitón	*Acanthopleura granulata*											C				E	C			
Erizo	*Eucidaris tribuloides*			R					E											
	Diadema antillarum			D		D			E			R	D	A				D		E
	Echinometra lucunter			A		C			D			R	D					D		D
Esponjas	*Aplysina fulva*			R																
	Cliona caribbaea					C			E				C						E	D
	Cliona varians									D										
	Ircinia strobilina					E			E	E			E							

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES Y SUBAMBIENTE																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Esponja sp. 1			R														E		
	Esponja sp. 2			R														C		
	Esponja sp. 3			R																
	Esponja sp. 4								E					A						
	Esponja sp. 5			A		C			A				A					C	C	
	Esponja sp. 7								C											
Estrella	*Linckia guildingi*		A																	
Hidrozoario	*Pennaria disticha*								R											
Langosta	*Panulirus argus*													D						
Lapa	*Fissurella barbadensis*			R													E			
Mejillones	*Modiolus americanus*																D			
	Hermodice carunculata								R	D										E
	Bispira brunnea			R	E															
	Petaloconchus varians																R			
	Plumas de mar 1																	C		
Poliqueto	*Plumas de mar 2*										E									
-	*Invertebrado sp.1*		A																	
TOTAL DE ESPECIES		**0**	**4**	**14**	**1**	**11**	**0**	**1**	**18**	**3**	**3**	**19**	**10**	**4**	**1**	**5**	**11**	**13**	**2**	**5**

Acrónimos: AMBIENTES:Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero

(MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Observada (O)= especies observadas en los alrededores del transecto o en el ambiente.



Anemonia área de estudiogassensis



Anemona sp.1



Stichodactyla helianthus



Condylacti s gigantea



Bispira brunnea



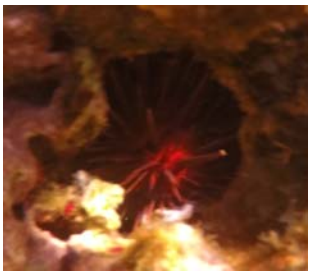
Plumas de mar 1



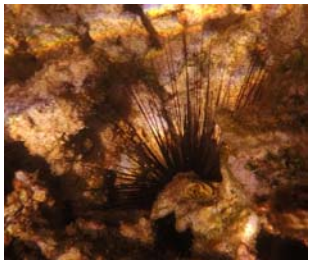
Plumas de mar 2



Pennaria disticha



Eucidaris tribuloides



Diadema antillarum



Echinometra lucunter



Linckia guildingi



Grapsus grapsus



Coenobita clypeatus



Ermitaño sp. 1



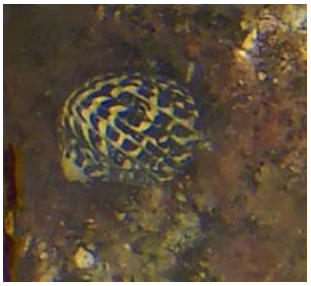
Ermitaño sp. 2



Panulirus argus



Nerita fulgurans



Nerita tessellata



Nerita versicolor

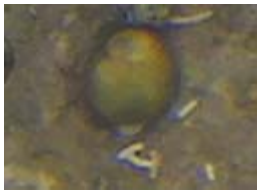
Figura IV_ 61. Especies de invertebrados registradas en los ambientes.


Caracol sp. 1


Caracol sp. 2


Caracol sp. 3


Caracol sp. 4


Caracol sp. 5


Cenchritis muricatus


Echinolittorina angustior


Columbella mercatoria


Planaxis nucleus

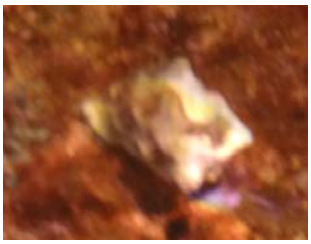

Lithopoma americanum


Vasum muricatum


Lobatus gigas

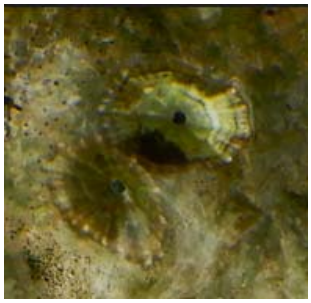

Cyphoma gibbosum


Cerithium sp.


Thais deltoidea


Modiolus americanus

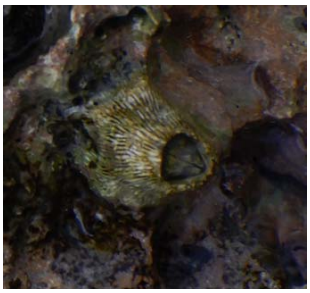

Isognomon bicolor


Fissurella barbadensis


Nudibranquio sp.


Acanthopleura granulata

Figura IV_ 62. Especies de invertebrados registradas en los ambientes.


Balanus sp

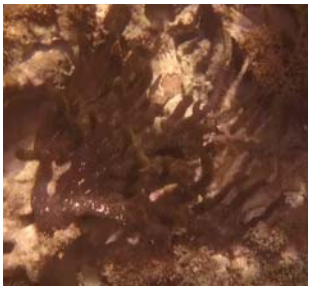

Petaloconchus varians

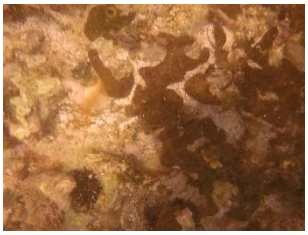

Hermodice carunculata


Sepioteuthis sepioidea


Esponja sp. 1


Esponja sp. 2


Esponja sp. 3


Esponja sp. 4


Esponja sp. 5


Esponja sp. 7


Cliona caribbaea


Ircinia strobilina


Aplysina fulva

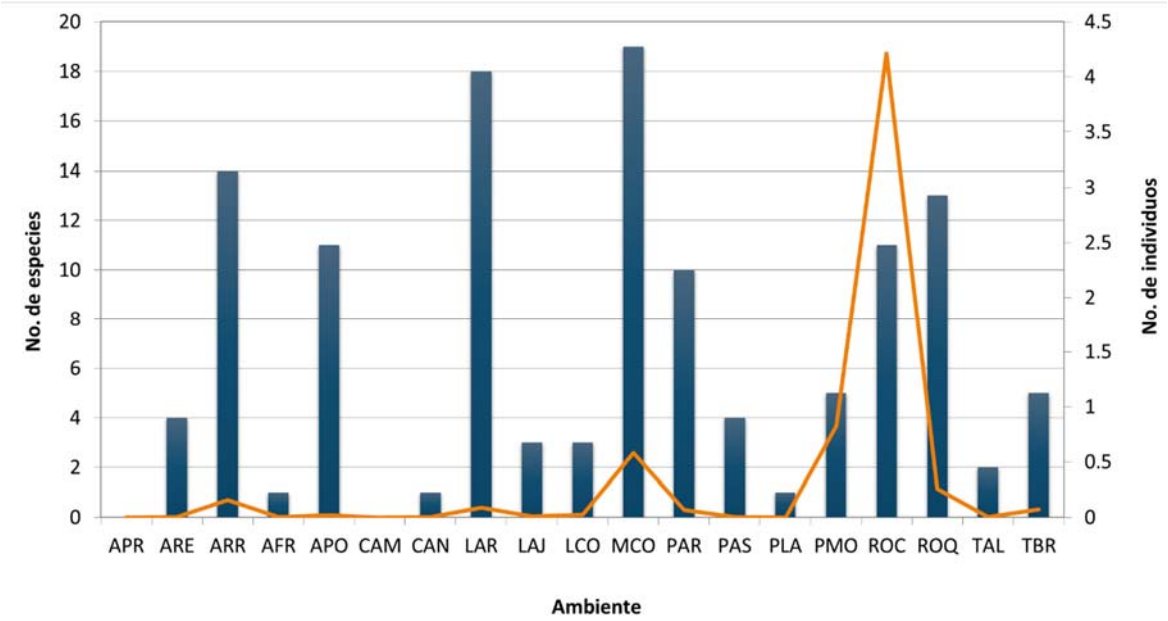

Cliona varians

Figura IV_ 63. Especies de invertebrados registradas en los ambientes.

- **Abundancia.**

El ambiente con mayor riqueza del grupo de los otros invertebrados fue el Matorral costero con 19 especies, seguido de la Laja con arena con 18 especies, el Arrecife con 14 especies y el Roquedal con 13 especies, el resto de los ambientes presentaron menos de once especies, donde los ambientes Arrecife frontal, Canal y Playa arenosa fueron los ambientes con menos especies dado que solo registraron una (Figura IV_ 64).

Con respecto al número de individuos de otros invertebrados registrados, era de esperarse que las Rocas presentaran la mayor cantidad de individuos con 4.21 inv*m^2 esto a pesar de ser uno de los ambientes con menor superficie presento una gran cantidad de caracoles y mejillones; los otros dos ambientes con mayor número de individuos fue la Playa modificada con 0.8 inv*m^2 que al ser en parte un sistema rocoso presento gran cantidad de caracoles y el Matorral costero con 0.6 inv*m^2, este con gran presencia de caracoles, chitones y cangrejos ermitaños, el resto de los ambientes donde se registraron el grupo de los otros invertebrado presentaron menos de 0.3 inv*m^2 (Figura IV_ 64).

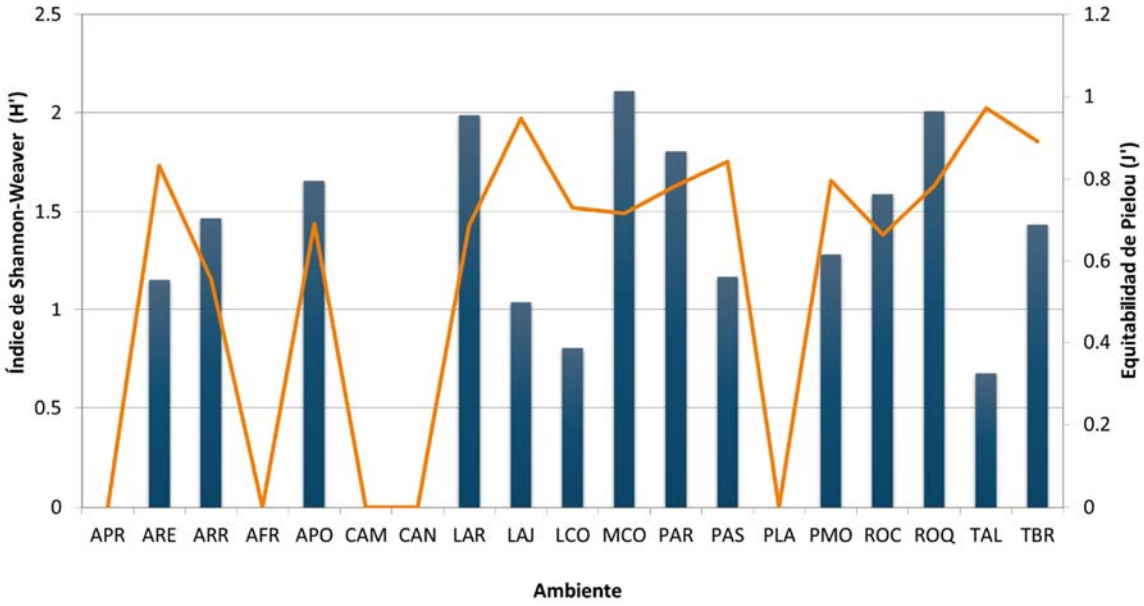


Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 64. Número de especies e individuos de las especies registradas.

- **Diversidad y equitabilidad.**

La diversidad del grupo de los otros invertebrados conforme al índice de Shannon-Weaver fue baja en general en once de los 14 ambientes con valores de H' entre 0.7 y 1.8; solo en los ambientes Matorral costero, Roquedal y Laguna arrecifal tuvieron una diversidad normal con entre 2 y 2.1 de H'. Por otro lado, la equitatividad fue consistente en todos los ambientes se registraron valores de J' entre 0.6 a 1, lo que nos dice que las especies tienden a estar igualmente representados entre sí (Figura IV_ 65).



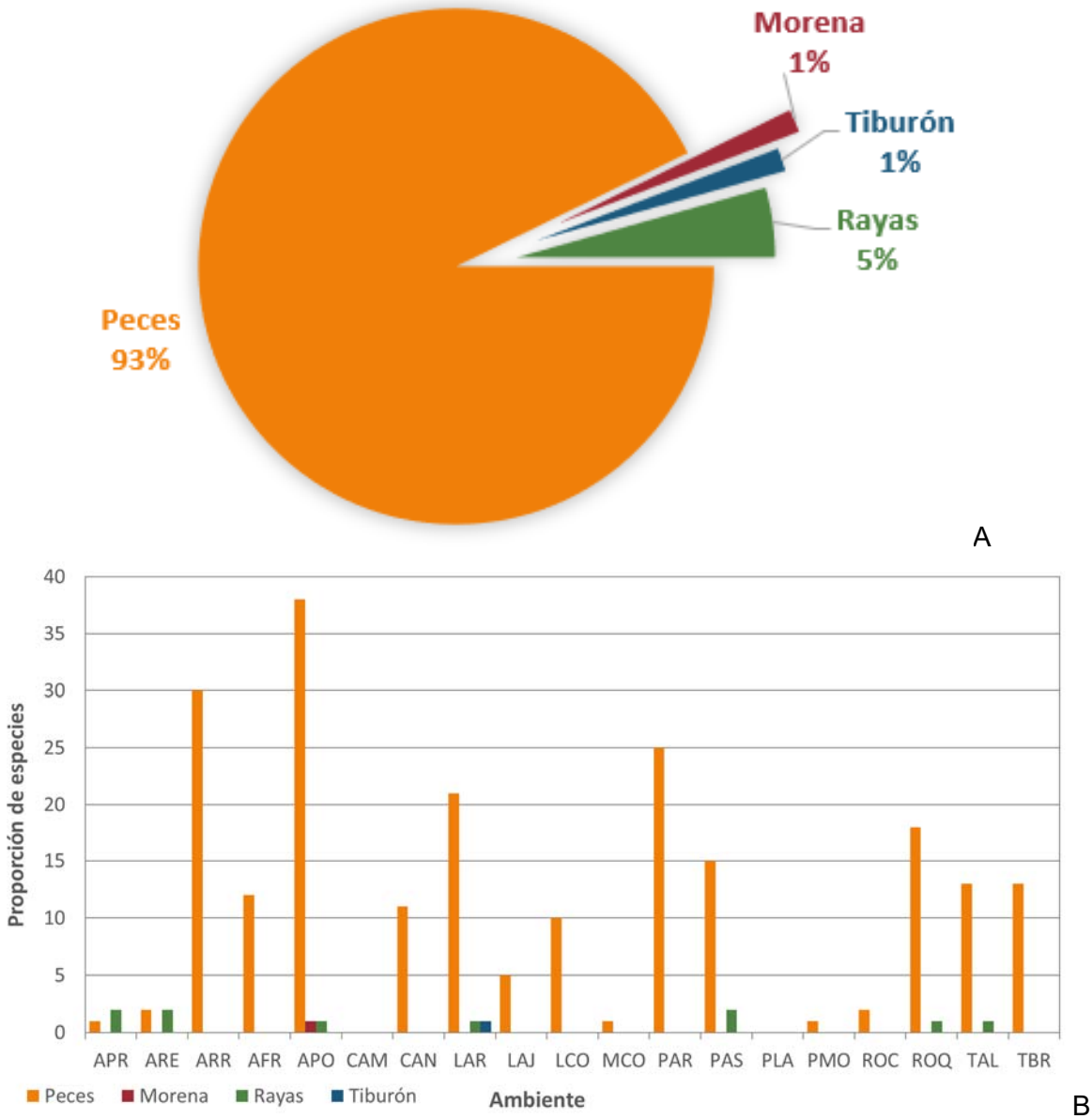
Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 65. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas.

V.2.1.2. ***Peces.***

En el área de estudiose registró un total de 69 especies de peces en general, de las cuales como es común el 92% pertenecientes al grupo de los peces óseos, el 1% a morenas que corresponde a una especie representada por *Gymnothorax moringa*, el 5% a rayas y el 1% a tiburones que corresponde a una especie representada por el tiburón gata (*Ginglymostoma cirra*tum; Figura IV_ 66, A).

Conforme a la distribución de las especies por grupo de peces, tenemos que obviamente en todos los ambientes marinos o terrestres con agua se registraron especies de peces óseos, las rayas estuvieron presentes en siete ambientes principalmente en los que tienen sustrato arenoso, la morena se registró en el Arrecife posterior y el tiburón gata en la Laguna arrecifal (Figura IV_ 66, B)



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

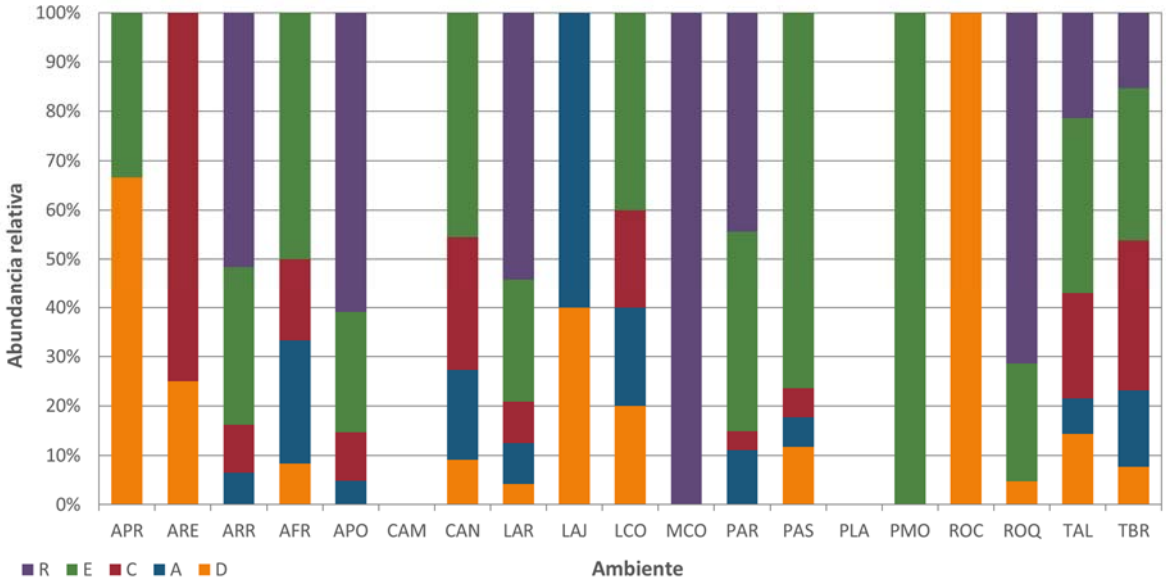
Figura IV_ 66. Proporción de peces. A) Proporción general, B) Proporción por ambiente.

- **Abundancia relativa.**

La abundancia relativa de los peces registrados en cada uno de los ambientes estuvo representada por 18 dominancias distribuidas en 12 ambientes y representadas por 10

especies, donde las más representativas fueron Halichoeres bivittatus, *Abudefduf saxatilis*, *Caranx ruber* y *Stegastes adustu*; además se encontraron que 23 especies fueron abundantes en alguno de los ambientes, 28 comunes, 81 escasa y 87 raras (Tabla IV_ 9, Figura IV_ 67, Figura IV_ 68, Figura IV_ 69, Figura IV_ 70, Figura IV_ 71,).

Analizando abundancia relativa por ambiente y conforme a la cantidad de tipo de especies que se registraron, se tiene que cada ambiente presenta un patrón de la abundancia relativa de especies diferente, aunque en dos especies fue mayoría o solo se presentaron especies dominantes (Arenal profundo y Rocas), en la Laja con arena fueron las especies abundantes, en los arenales fue mayoría las especies comunes, en siete ambientes fueron las especies escazas, en seis ambientes las especies raras y en la Transición de barlovento hubo igual proporción de especies escazas y comunes (Tabla IV_ 9, Figura IV_ 67, Figura IV_ 68, Figura IV_ 69, Figura IV_ 70, Figura IV_ 71,).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR). ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Observada (O)= especies observadas en los alrededores del transecto o en el ambiente.

Figura IV_ 67. Proporción de la abundancia relativa de peces en cada ambiente.

Tabla IV_ 9. Listado de especies de peces y su abundancia relativa en cada ambiente.

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
Peces	*Abudefduf saxatilis*			A	A	C		C	A		D	R	E	E		E	D	E	E	A
	Abudefduf sp.					R			R											
	Acanthurus bahianus			E		E		A	E	A	C		R	D					C	E
	Acanthurus chirurgus			R		R		E	E		A		R	E					A	C
	Acanthurus coeruleus			R	E	E		E					E	A					D	C
	Aluterus scriptus					R							R							
	Aulostomus maculatus			R		R														
	Bodianus rufus					R														E
	Bothus ocellatus					R														
	Canthigaster rostrata			R		E		C	E									R		
	Caranx bartholomaei												E							
	Caranx crysos												E							
	Caranx ruber	D		R		R		E	C				E	D				R	E	
	Chaetadon striatus			R		R			R											
	Chaetodipterus faber																	R		
	Chaetodon capistratus					R			R									R	R	
	Chaetodon ocellatus			R		R			R										E	
	Gerres cinereus		D			R		A	R					E				R		
	Haemulon aurolineatum			E									E							

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Haemulon carbonarium			R	A	E		E					A	E				R	E	
	Haemulon flavolineatum			C	A	E					E		A							E
	Haemulon parra			E		E			E				E					E		
	Haemulon plumierii			E		R							E							
	Haemulon sciurus			C		R							E							
	Haemulon sp.					C														
	Halichoeres bivittatus			E		C		D	D	D	D		A	C				E	C	A
	Halichoeres garnoti			R														R		
	Halichoeres maculipinna			E		C		E	A		C		E					E	E	D
	Halichoeres radiatus					R							R							
	Harengula humeralis																	D		
	Hemiramphus brasiliensis													E						
	Heteropriacanthus cruentatus				E															
	Kyphosus vaigiensis					E														
	Lactophrys bicaudalis													E					R	
	Lutjanus analis			E		R			R											
	Lutjanus apodus				E	R							R				D	R		
	Lutjanus griseus			R		R														
	Lutjanus sp.																	R		
	Lutjanus synagris		C			R				A				E						

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Microspathodon chrysurus			R	C	R														R
	Ocyurus chrysurus					E			E					E				R		
	Pareques acuminatus								E											
	Pempheris schomburgkii			A		A							E							
	Pomacanthus paru			R		R					E		R							
	Remora remora													E						
	Scarus taeniopterus			E	E	E							R					R		E
	Scorpaena calcarata																			
	Serranus tigrinus																			
	Sparisoma aurofrenatum				E								R					R		
	Sparisoma radians									A	E									
	Sparisoma viride			E	E	E			R				R						D	C
	Stegastes adustu			C	D	A		C		D	A		C					R	C	C
	Stegastes diencaeus			R					C											
	Stegastes variabilis			R		R			R					E						
	Thalassoma bifasciatum			E	C	R					E		R							R
	Trachinotus goodei								R											
	Tylosurus crocodilus								R											
	Xyrichtys splendens			R										E						
	Pez sp. 1			R																

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Pez sp. 3												R							
	Pez sp. 4																	E		
	Pez sp. 2								R									R		
	Pez sp. 5												R							
	Pez sp. 6					R														
Morena	*Gymnothorax moringa*					R														
Tiburon	*Ginglymostoma cirratum*								R											
Raya	*Aetobatus narinari*								R					E						
	Styracura schmardae	E	C			R								E					R	
	Hypanus americanus	D	C															R		
TOTAL DE ESPECIES		**3**	**4**	**30**	**12**	**40**	**0**	**11**	**23**	**5**	**10**	**1**	**25**	**17**	**0**	**1**	**2**	**19**	**14**	**13**

Acrónimos: AMBIENTES: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Observada (O)= especies observadas en los alrededores del transecto o en el ambiente.



Acanthurus coeruleus



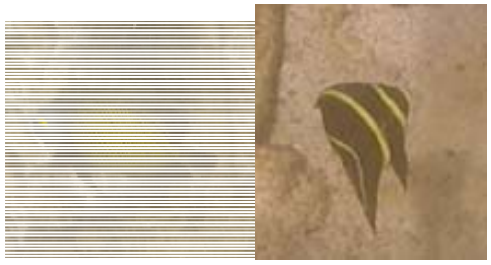
Acanthurus bahianus



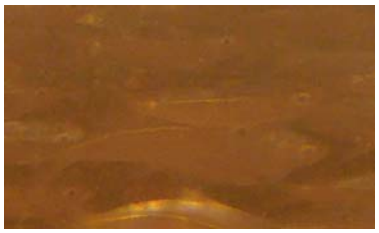
Acanthurus chirurgus



Sphyraena barracuda



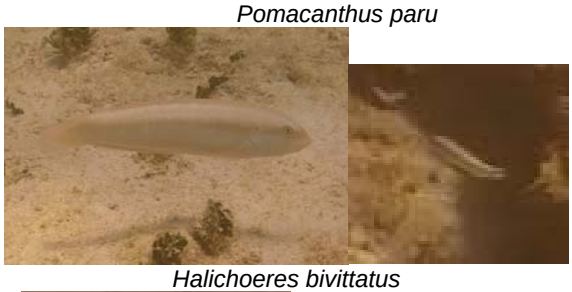
Pomacanthus paru



Harengula humeralis



Remora remora



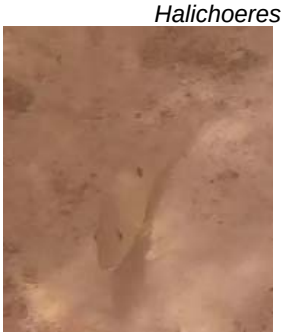
Halichoeres bivittatus



Hemiramphus brasiliensis



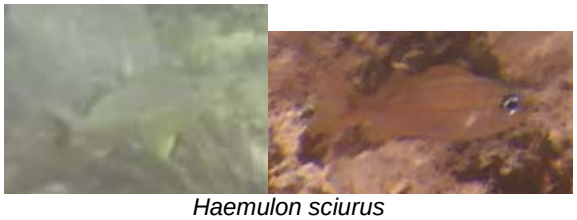
Gerres cinereus



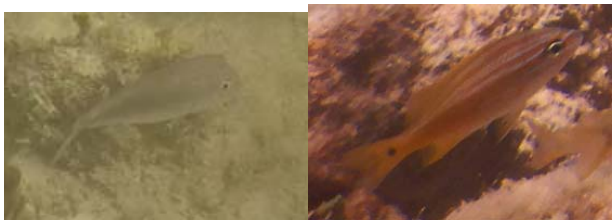
Lutjanus synagris



Stegastes adustu



Haemulon sciurus



Haemulon plumierii



Haemulon parra



Ocyurus chrysurus



Haemulon flavolineatum



Haemulon aurolineatum

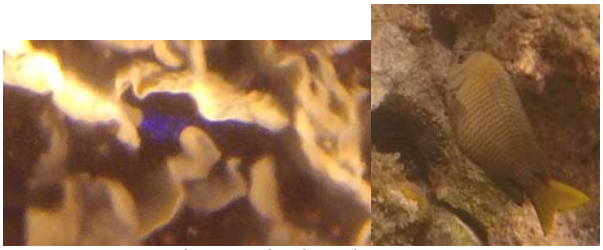
Figura IV_ 68. Especies de peces registradas en los ambientes



Lutjanus griseus



Stegastes variabilis



Microspathodon chrysurus



Pez sp. 1



Stegastes diencaeus



Xyrichtys splendens



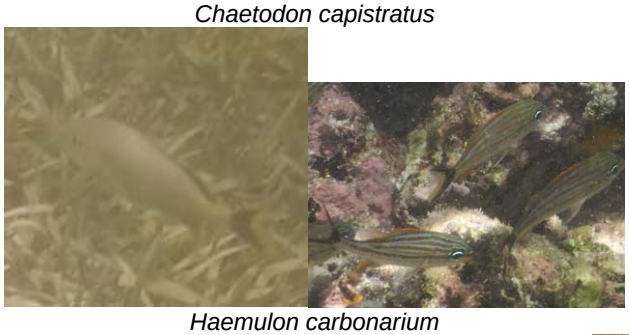
Heteropriacanthus cruentatus



Chaetodon capistratus



Halichoeres maculipinna



Haemulon carbonarium



Sparisoma viride



Halichoeres radiatus



Scarus taeniopterus



Chaetadon striatus

Figura IV_ 69. Especies de peces registradas en los ambientes



Lutjanus analis



Aluterus scriptus



Chaetodon ocellatus



Aulostomus maculatus



Halichoeres garnoti



Lactophrys bicaudalis



Lutjanus apodus



Thalassoma bifasciatum



Sparisoma radians



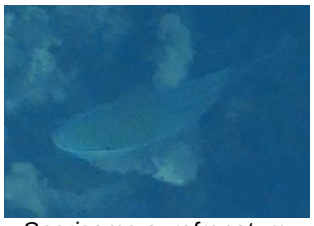
Caranx ruber



Caranx bartholomaei



Caranx crysos



Sparisoma aurofrenatum



Chaetodipterus faber



Pez sp. 3



Halichoeres garnoti



Pez sp. 4



Pempheris schomburgkii



Kyphosus vaigiensis



Canthigaster rostrata

Figura IV_ 70. Especies de peces registradas en los ambientes


Kyphosus vaigiensis


Bodianus rufus


Pez sp. 2


Pez sp. 5


Abudefduf saxatilis


Trachinotus goodei


Pareques acuminatus


Abudefduf sp.


Tylosurus crocodilus


Pez sp. 6


Gymnothorax moringa


Chaetodon striatus


Bothus ocellatus


Hypanus americanus


Styracura schmardae

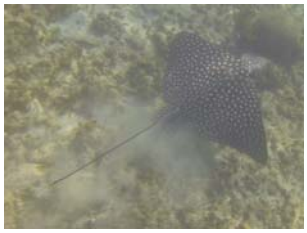

Aetobatus narinari

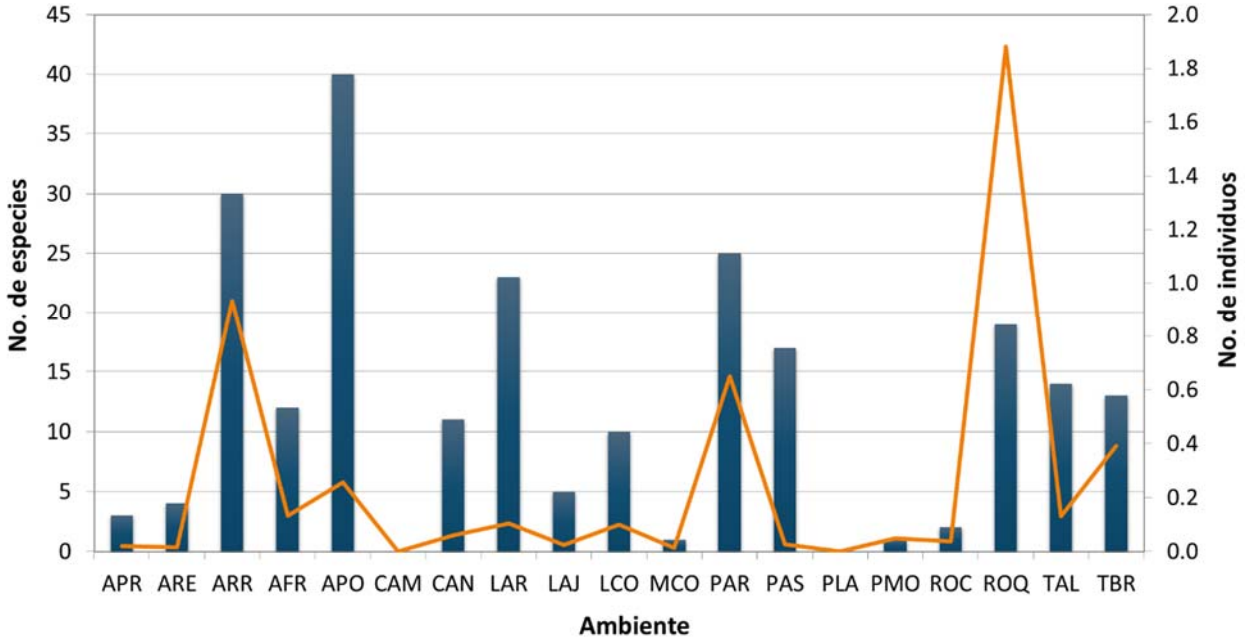
Figura IV_ 71. Especies de peces registradas en los ambientes

- **Abundancia.**

La abundancia en términos de número de especies de peces fue mayor en los ambientes Arrecife posterior con 40 especies, seguido del Arrecife con 30 especies, el Parche arrecifal con 25 especies y la Laguna arrecifal con 23 especies, lo cual es consistente considerando que los peces buscan zonas donde esconderse y estos ambientes se caracterizan por tener una gran cantidad de rocas y elementos donde esconderse; el resto de los ambientes por presentaron menos de 20 especies, siendo los ambientes Matorral costero y Playa

modificada los que registraron una sola especie representada por *Abudefduf saxatilis* (Figura IV_ 72).

Por otro lado, el mayor número de individuos por m^2, se dio en el Roquedal con 1.9 inv*m^2 debido a la presencia de un cardumen enorme de la Sardinita de ley (*Harengula humeralis*), seguido del Arrecife con 0.9 inv*m^2 y el Parche arrecifal con 0.7 inv*m^2, en dichos ambientes se registraron cardúmenes o gran cantidad de organismos dispersos de las especies de los géneros *Haemulon sp., Halichoeres sp.* y *Stegastes sp.*, entre otros; el resto de los ambientes presenta menos de 0.4 inv*m^2 (Figura IV_ 72).



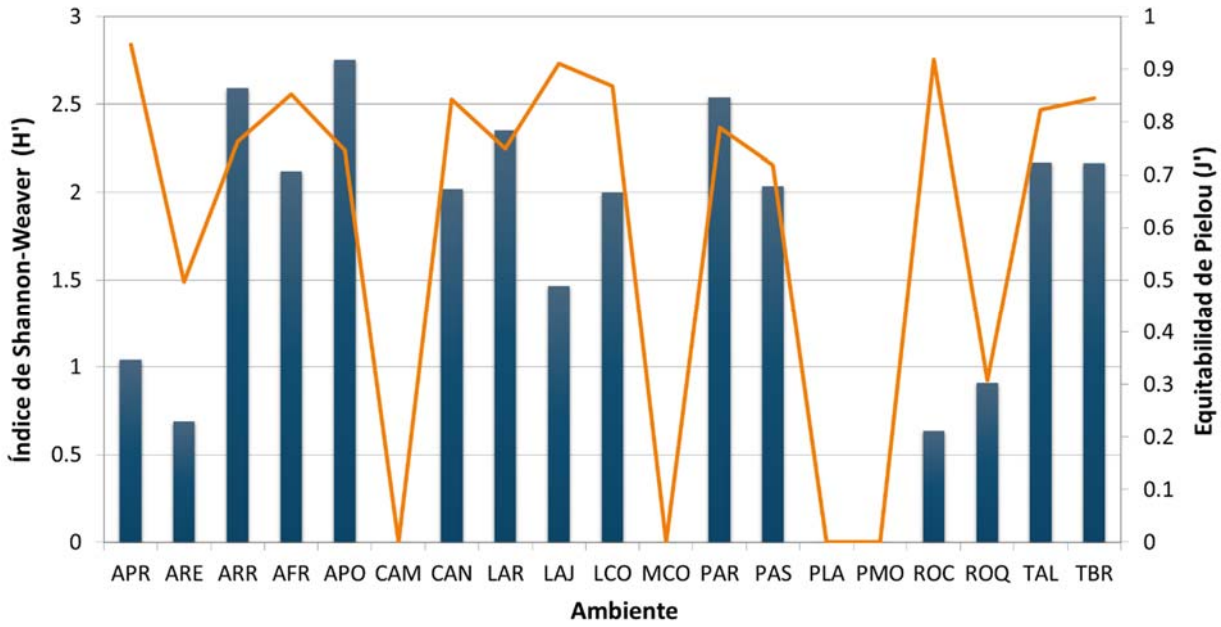
Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 72. Número de especies e individuos de las especies registradas.

- **Diversidad y equitabilidad**.

La diversidad de los peces conforme al índice de Shannon-Weaver en general fue normal en 10 de los 17 ambientes donde se registraron peces con valores de H' de entre 2 y 2.75, mientras que en cinco ambientes la diversidad fue baja con valores de H' de entre 0.6 y 1.5, así mismo dado que en los ambientes Matorral costero y Playa modificada solo se registró una sola especie la diversidad fue cero. Mientras que la equitabilidad de Pielou en 13

ambientes tuvo valores de J' de entre 0.7 y 0.95, lo que nos dice que las especies tienen a presentar una abundancia igual; mientras que en los Arenales y el Roquedal los valores de J' fueron de 0.5 y 0.3 respectivamente, es decir hay una ausencia de uniformidad de la abundancia de las especies, e igualmente en el Matorral costero y Playa modificada la equitabilidad fue cero (Figura IV_ 73).

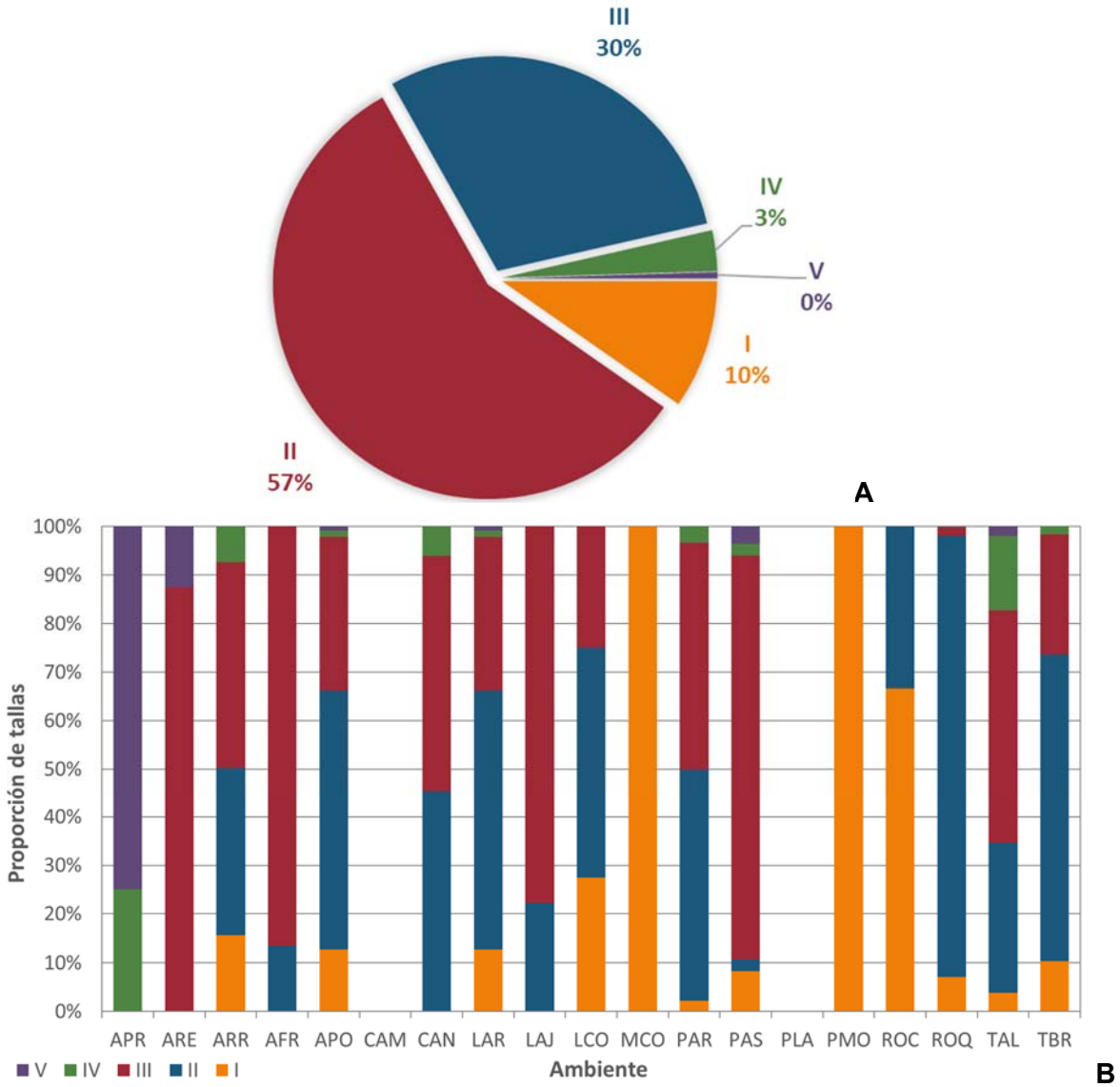


Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 73. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas.

- **Estructura de tallas.**

La estructura de tallas de peces en general está representada en un 57% por individuos de entre 5 y 10cm que corresponde a la talla II, seguida de la talla III con individuos de entre 10 y 20cm con el 30%, siendo los peces de talla V (> 30cm) contados y que corresponden a especies de gran tamaño como las rayas y tiburones, o alargadas como las morenas (Figura IV_ 74, A). En el caso de los ambientes, se observa que en tres ambientes la talla I (organismos menores a 5cm) tuvo una mayor proporción o fue la única representante (Matorral costero, Playa modificada y Rocas), en seis ambientes la talla II fue mayoría, en siete ambientes fue la talla III y en el Arenal profundo estuvo representada por las especies de rayas que corresponden a la talla V, siendo la talla IV poco representativa y la cual se registró en nueve ambientes (organismos entre 20 y 30cm; Figura IV_ 74, B).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 74. Estructura de tallas. A) en general, B) por cada ambiente.

V.2.1.3. *Vegetación.*

El análisis de la vegetación se realizó dividiéndola en vegetación marina y terrestre conforme a los ambientes; es de resaltar que para el grupo de la vegetación marina ser

realizó un muestreo contando el número de individuos o agrupaciones por especies de los diversos subgrupos que la conforman (algas verdes, cafés y rojas, pastos y cianobacterias), mientras que para la vegetación terrestre solo se registraron las especies presentes en los ambientes terrestres.

- **Número de especies y grupos funcionales.**

En el área de estudiose registró un total de 109 especies de vegetación, de las cuales 50 corresponde a la vegetación terrestre y que representa el 46% del total; mientras que la vegetación marina presentó 59 especies que corresponden al 54%, misma que estuvo dividida en algas verdes con 24 especies que corresponde al 22%, algas rojas con 20 especies que es el 18%, algas cafés con 10 especies que son el 9%, los pastos marinos y las cianobacterias tienen menos de tres especies y en conjunto representan el 5% (Figura IV_ 75).

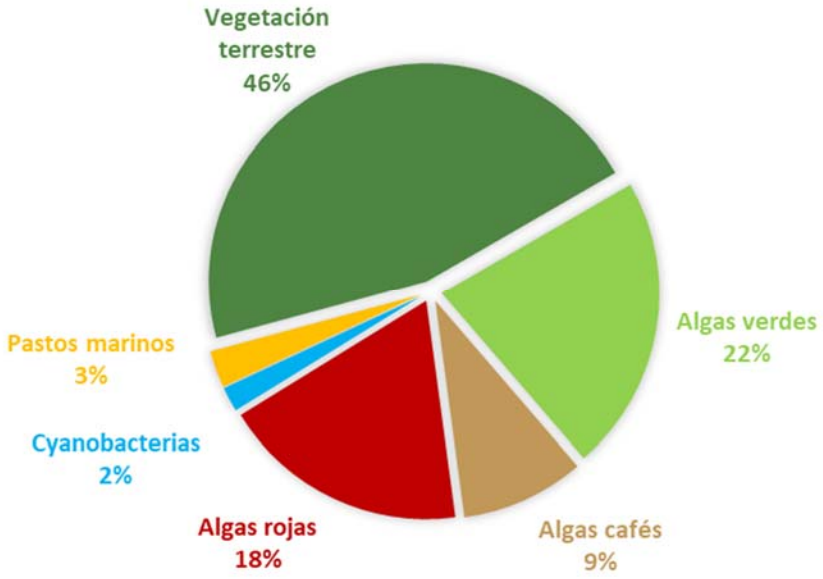
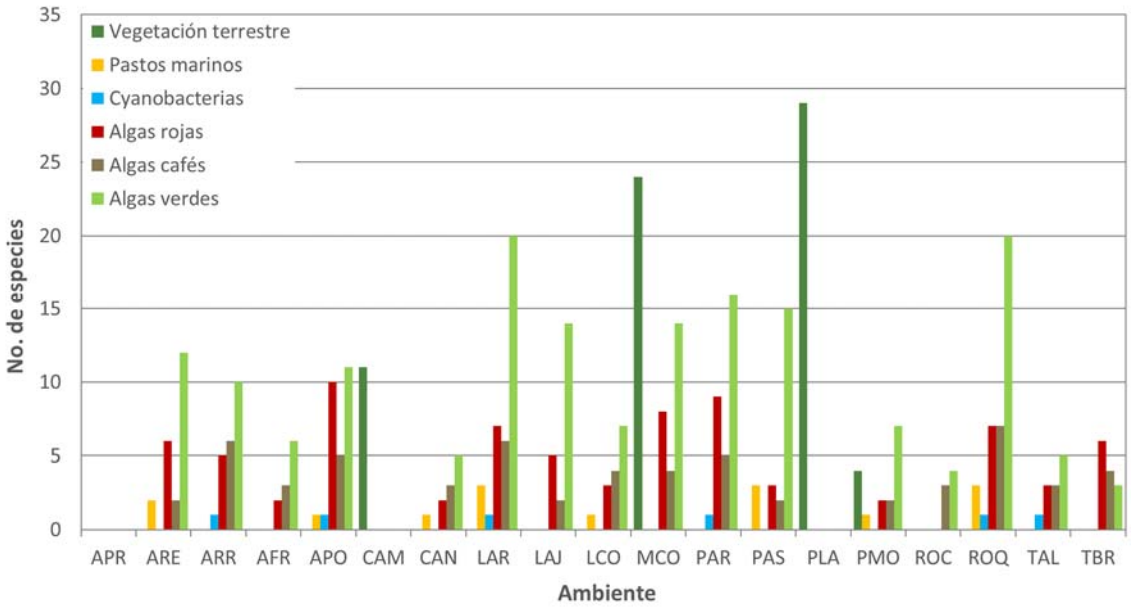


Figura IV_ 75. Proporción general de la vegetación.

Conforme a la presencia de la vegetación por ambientes tenemos que la vegetación terrestre por su naturaleza solo se encontró en los ambientes terrestres y/o en los ambientes de transición que fueron el Camino, el Matorral costero, la Playa arenosa y la Playa modificada con 11, 24, 29 y 4 especies respectivamente. Mientras que la vegetación marina se registró en 16 de los 19 ambientes, donde las algas verdes registraron mayor número de especies en 15 ambiente, estando mejor representadas en la Laja con arena, y el Roquedal ambos con 20 especies, seguido del Parche arrecifal con 16 especies y el pastizal con 15, el resto de los ambientes presentó menos de 14 especies; así mismo fue la

Transición de barlovento donde las algas rojas presentaron 5 especies y fueron mayoría con respecto a los otros grupos; además fueron los ambientes Arrecife posterior, la Laja con arena y el Roquedal los que presentaron los cinco grupos de vegetación marina (Figura IV_ 76).



B

Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 76. Proporción de la vegetación por ambiente.

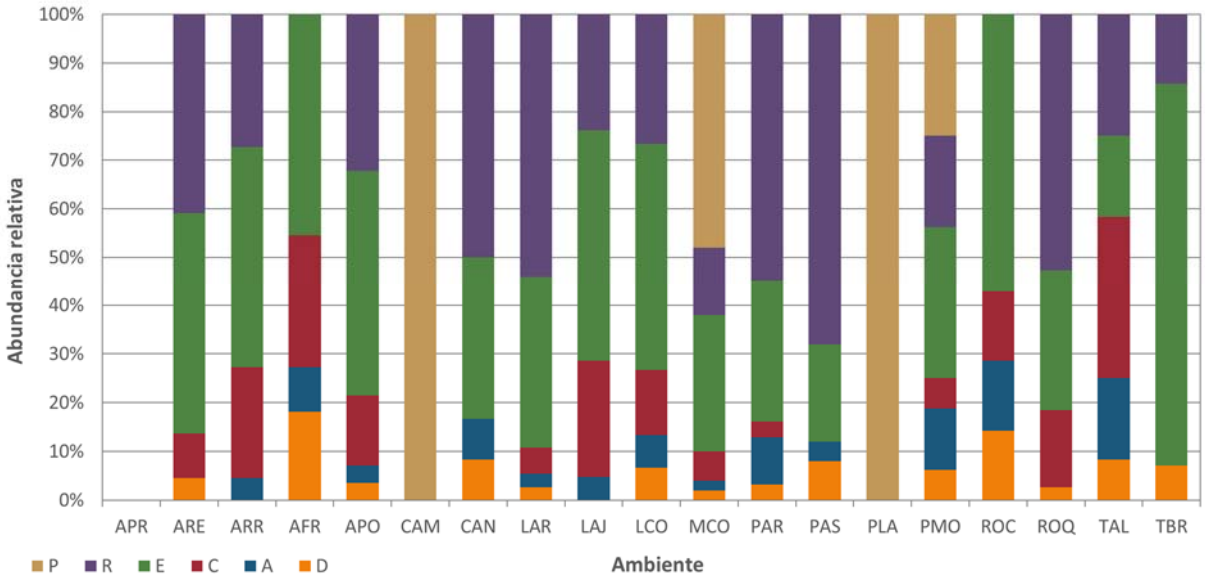
- **Abundancia relativa.**

La abundancia relativa de las especies de vegetación en el área de estudio está definida con forme a los criterios de abundancia solo para la vegetación marina y para la terrestre se le dio un estatus de presente. Por lo tanto, la vegetación terrestre como ya se mencionó solo se presentó en el Camino, el Matorral costero, la Playa arenosa y la Playa modificada (Tabla IV_ 10, Figura IV_ 77, Figura IV_ 78, Figura IV_ 79, Figura IV_ 80, Figura IV_ 81, Figura IV_ 82, Figura IV_ 83).

Con relación a la abundancia relativa de la vegetación marina tenemos que se registraron 12 dominancias distribuidas en 14 ambientes y representadas por ocho especies, que de mayor a menor dominancia son *Halimeda tuna, Thalassia testudinum, Ulva intestinalis,*

Dictyota cervicornis, Halodule wrightii, Dictyota dichotoma, Padina boergesenii y *Lyngbya sp.*; además se encontraron que 13 especies fueron abundantes en alguno de los ambientes, 27 comunes, 82 escasa y 84 raras (Tabla IV_ 10, Figura IV_ 77, Figura IV_ 78, Figura IV_ 79, Figura IV_ 80, Figura IV_ 81, Figura IV_ 82, Figura IV_ 83).

Analizando abundancia relativa por ambiente y conforme a la cantidad de tipo de especies de vegetación marina que se registraron, se tiene que en 10 ambientes hubo una mayor proporción de especies escazas, en cinco ambientes las especies raras tuvieron mayor proporción y en el Talud fueron las especies comunes; esto nos dice que la mayoría de las especies de la vegetación marina tiene poca abundancia entre los ambientes (Tabla IV_ 10, Figura IV_ 77, Figura IV_ 78, Figura IV_ 79, Figura IV_ 80, Figura IV_ 81, Figura IV_ 82, Figura IV_ 83).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR). ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Presenté (P)= vegetación terrestre registrada en los ambientes.

Figura IV_ 77. Proporción de la abundancia relativa de vegetación en cada ambiente.

Tabla IV_ 10. Listado de especies de la vegetación y su abundancia relativa en cada ambiente.

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
Chlorophyta	*Acetabularia sp.*		E						R					R						
	Avrainvillea aárea de estudioifolia		E			R		E	R	R	E	E	E	E				E		
	Avrainvillea longicaulis			C	E	E			E	E		R	E	R				C	A	
	Caulerpa ashmeadii		R							C		E				E		E		
	Caulerpa cupressoides		R	E		R		R	E	E	C		R	R		E		E		
	Caulerpa mexicana		R													R		R		
	Caulerpa paspaloides			R								R		E						
	Caulerpa racemosa			R					R			E	R					R		
	Caulerpa sertularioides		C						E	E		E		E			A	E		
	Caulerpa sp.								R			E						E		
	Caulerpa verticillata								R								E	R		
	Chaetomorpha sp.								R	R	E	E	R	R		E	C			
	Halimeda discoidea			E	E	E		R	R				R	R				R		E
	Halimeda incrassata			C	C	C			E	E	R	R	E	R				R	C	E
	Halimeda opuntia			E	E	E			R	R			A	R				C	R	E
	Halimeda tuna		E	E	D	A		R	D	C	E	E	D	R				D	E	
	Penicillus capitatus		C			R			E	C		C	E	E		A		E	C	
	Penicillus dumetosus		E			R			R	E			R	R		C		E		
	Penicillus pyriformis					R			R				R	R				R		

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Rhipocephalus phoenix		R						R				R					E		
	Udotea flabellum		E	C	E	E		R	R	E	E	E	E	E				C		
	Ulva intestinalis		E							C		D				A	D	R		
	Valonia macrophysa								E			A	R					R		
	Valonia ventricosa			R					R	E	R		R							
Ochrophyta	*Café sp.*																E			
	Dictyota bartayresiana											R								
	Dictyota cervicornis			C	A	D		A	A	C	D		A	R				C	A	E
	Dictyota dichotoma		E	A	D	C		R	E		E		A					R	C	E
	Dictyota divaricata								R	E			R					R		
	Dictyota sp.			R		E			R									R		
	Padina boergesenii		E	E	E	E		E	E		C	E	E			E	E	R	C	D
	Padina sanctae-crucis			R								E		R		E	E	R		
	Stypopodium zonale			R		R			R		R		R					R		E
	Turbinaria turbinata											E								
Rhodophyta	*Acanthophora sp.*		R			E			R				R	R						
	Alsidium triquetrum		E					E		R			R	R						
	Amphiroa fragilissima			C	C	E			C		R		E			R		E	E	E
	Amphiroa rigida			E		R		E	E	R		R	R					E		E
	Amphiroa sp. 1					E			E									C		

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Amphiroa sp. 2											E								
	Bryothamnion sp.		R										R							
	Digenea sp.		R			R				E		C								
	Galaxaura rugosa			E		E							R			R		R		R
	Gelidium sp.		R	E		E			E		A	E	C					C		R
	Gracilaria blodgettii								R											
	Herposiphonia sp.											E								
	Hildenbrandia sp.											C							R	E
	Laurencia sp.											R								
	Neogoniolithon sp					R						R								
	Polysiphonia sp.		R			C			R	A	E		R	R				R		
	Porolithon sp.			E	C	E							E					R	R	E
	Rhodophyta sp.1									E										
	Rhodophyta sp.2							R						R						E
	Rhodophyta sp.3													R						
Pasto marino	*Halodule wrightii*		D						R					D				R		
	Syringodium filiforme								E					A				R		
	Thalassia testudinum		E			E		D	C		E			D		D		E		
Cyanobacteria	*Lyngbya sp.*			E		C			E				E					R	D	
	Lama			P		P		P			P									

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																	
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Subtotal de especies	**0**	**22**	**22**	**11**	**28**	**0**	**11**	**37**	**21**	**15**	**26**	**31**	**23**	**0**	**12**	**7**	**38**	**12**	**13**
Vegetación terrestre	*Acacia cornigera*											P								
	Ambrosia hispida														P					
	Avicennia germinans											P								
	Batis maritima											P								
	Coccoloba uvifera						P					P			P					
	Cocos nucifera						P								P					
	Conocarpus erectus											P			P					
	Cordia dodecandra											P								
	Cordyline fruticosa						P													
	Cuscuta americana											P								
	Cynodon dactylon						P													
	Dactyloctenium aegyptium																			
	Dactyloctenium aegyptium														P					
	Enredadera sp. 1														P					
	Enredadera sp. 2														P					
	Hierba sp. 1														P					
	Hierba sp. 2														P					
	Hierba sp. 3														P					

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Hierba sp. 4														P					
	Hierba sp. 5											P			P					
	Hierba sp. 6														P					
	Hierba sp. 7											P			P					
	Hierba sp. 8														P					
	Hymenocallis littoralis														P					
	Ipomoea pes-caprae														P					
	Ixora coccinea						P													
	Jatropha gaumeri											P								
	Laguncularia racemosa											P								
	Lantana sp.														P					
	Megathyrsus maximus											P			P					
	Morinda citrifolia						P													
	Pasto sp.											P			P					
	Phyla nodiflora											P			P					
	Planta sp. 1						P													
	Planta sp. 2						P													
	Planta sp. 3											P								
	Planta sp. 4														P					
	Planta sp. 5											P								

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES																		
		APR	ARE	ARR	AFR	APO	CAM	CAN	LAR	LAJ	LCO	MCO	PAR	PAS	PLA	PMO	ROC	ROQ	TAL	TBR
	Polyscias sp.						P													
	Rhizophora mangle											P								
	Scaevola plumieri											P								
	Scaevola taccada											P			P	P				
	Sesuvium portulacastrum						P								P					
	Sporobolus virginicus											P			P					
	Strumpfia maritima											P								
	Suriana maritima											P								
	Terminalia catappa														P					
	Thrinax radiata						P					P			P					
	Tournefortia gnaphalodes											P			P	P				
	Vitex trifolia														P					
Subtotal de especies		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**11**	**0**	**0**	**0**	**0**	**24**	**0**	**0**	**29**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**
TOTAL DE ESPECIES		**0**	**22**	**22**	**11**	**28**	**11**	**11**	**37**	**21**	**15**	**50**	**31**	**23**	**29**	**16**	**7**	**38**	**12**	**13**

Acrónimos: AMBIENTES:Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).ABUNDANCIA RELATIVA: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-20%; Común (C)= 5-10%; Escasa ®= 1-5%, Rara ® = <1% y Presenté (P)= vegetación terrestre registrada en los ambientes.


Caulerpa sertularioides


Caulerpa ashmeadii


Caulerpa cupressoides


Caulerpa racemosa


Caulerpa paspaloides


Caulerpa sp.


Caulerpa mexicana


Caulerpa verticillata


Ulva intestinalis


Chaetomorpha sp.


Valonia macrophysa

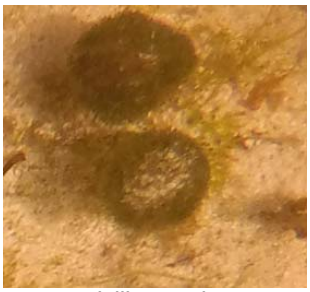

Acetabularia sp.


Valonia ventricosa


Udotea flabellum


Avrainvillea aárea de estudioifolia


Avrainvillea longicaulis


Penicillus capitatus

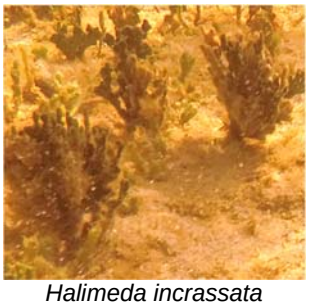

Penicillus dumetosus


Penicillus pyriformis


Rhipocephalus phoenix

Figura IV_ 78. Especies de vegetación registradas en los ambientes.

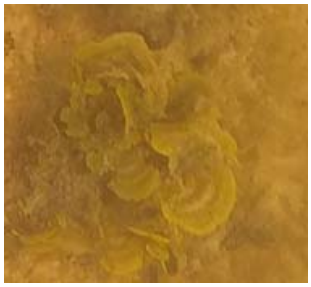

Halimeda tuna


Halimeda incrassata


Halimeda discoidea


Halimeda opuntia


Padina sanctae-crucis


Padina boergesenii

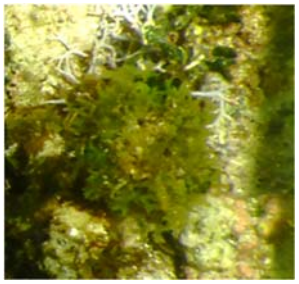

Stypopodium zonale

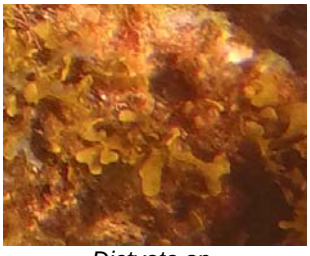

Turbinaria turbinata


Café sp.


Dictyota cervicornis


Dictyota dichotoma


Dictyota divaricata


Dictyota sp.

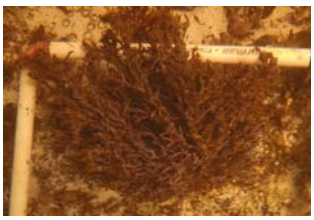

Gelidium sp.


Polysiphonia sp.


Bryothamnion sp.

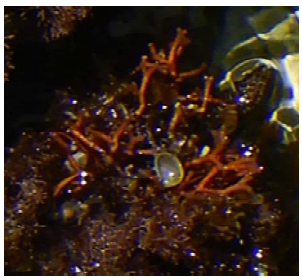

Acanthophora sp.

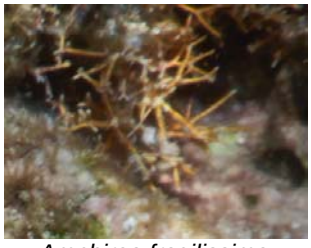

Chondrophycus sp

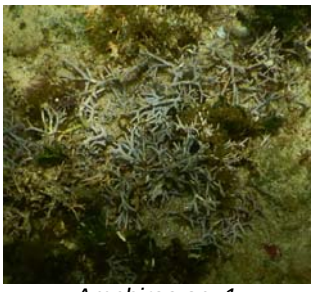

Alsidium triquetrum


Galaxaura rugosa

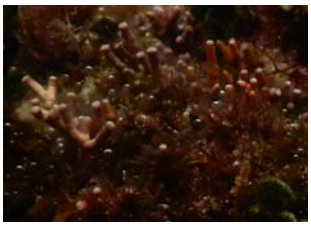
Figura IV_ 79. Especies de vegetación registradas en los ambientes.

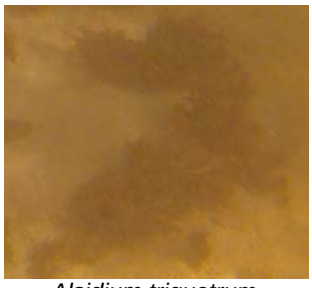

Amphiroa rigida

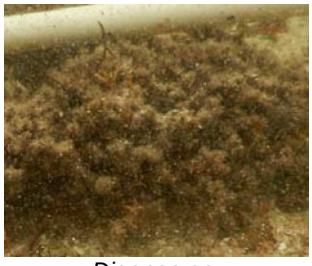

Amphiroa fragilissima


Amphiroa sp. 1

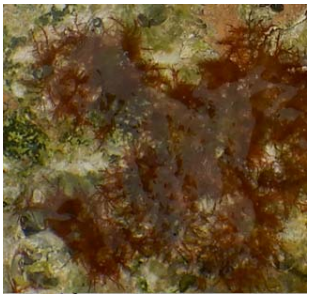

Amphiroa sp. 2

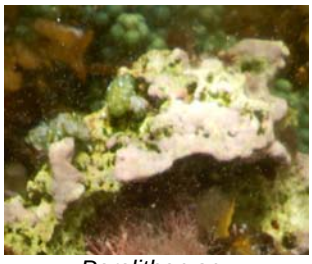

Neogoniolithon sp.

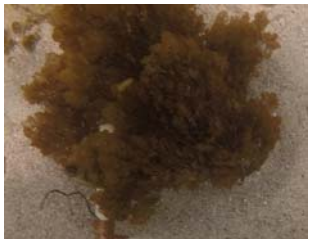

Alsidium triquetrum


Digenea sp.


Hildenbrandia sp.


Herposiphonia sp.


Porolithon sp.


Rhodophyta sp.1


Rhodophyta sp.2


Rhodophyta sp. 3


Lyngbya sp.


Halodule wrightii


Syringodium filiforme




Suriana maritima


Tournefortia gnaphalodes


Sporobolus virginicus

Thalassia testudinum

Figura IV_ 80. Especies de vegetación registradas en los ambientes.



Ambrosia hispida



Ipomoea pes-caprae



Enredadera sp. 1



Enredadera sp. 2



Batis maritima



Hymenocallis littoralis



Sesuvium portulacastrum



Lantana sp.



Cynodon dactylon



Pasto sp.



Megathyrsus maximus



Dactyloctenium aegyptium



Hierba sp. 1



Hierba sp. 2


Hierba sp. 5


Hierba sp. 6


Hierba sp. 3


Hierba sp. 4

Figura IV_ 81. Especies de vegetación registradas en los ambientes.


Hierba sp. 7


Hierba sp. 8


Cuscuta americana


Acacia cornigera


Cocos nucifera


Cordyline fruticosa


Coccoloba uvifera


Polyscias sp.


Scaevola taccada


Scaevola plumieri


Ixora coccinea


Morinda citrifolia


Planta sp. 1


Planta sp. 2


Planta sp. 3


Planta sp. 4

Figura IV_ 82. Especies de vegetación registradas en los ambientes.


Planta sp. 5


Vitex trifolia


Cordia dodecandra

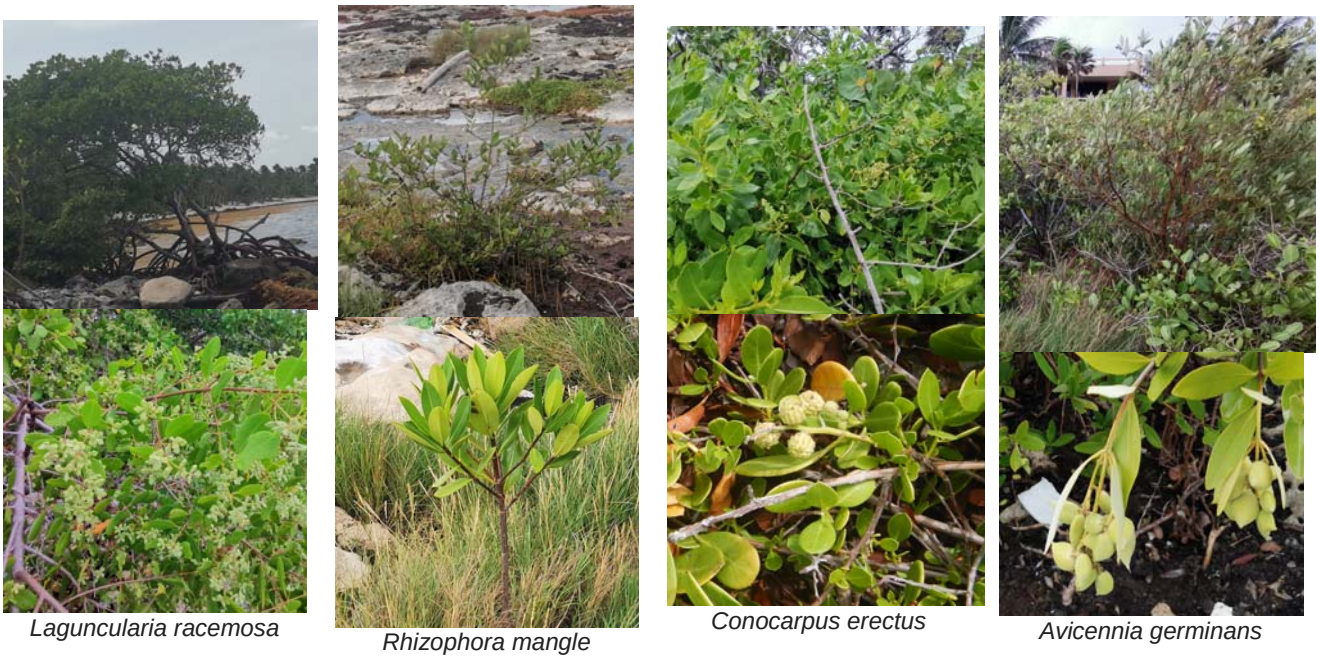

Thrinax radiata


Phyla nodiflora


Terminalia catappa


Jatropha gaumeri


Strumpfia maritima



Laguncularia racemosa *Rhizophora mangle* *Conocarpus erectus* *Avicennia germinans*

Figura IV_ 83. Especies de vegetación registradas en los ambientes.

V.2.1.3.1 **Vegetación marina.**

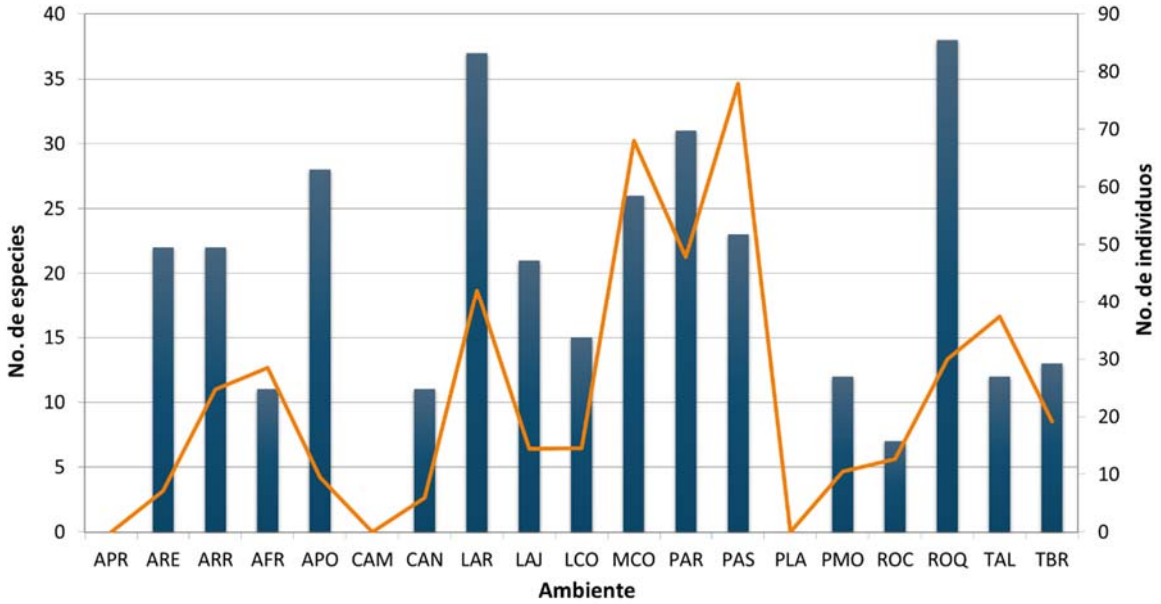
Dado que la vegetación terrestre solo se registró el número de especies, en esta sección se presenta la abundancia y cobertura de la vegetación marina.

- **Abundancia.**

Los ambientes con mayor riqueza fueron de la vegetación marina fueron el Roquedal con 38 especies, seguido de la Laguna arrecifal con 37 especies, el Parche arrecifal con 31 especies, el Arrecife posterior con 28 especies y el Matorral costero con 26 especies, el resto de los ambientes presentaron menos de 23 especies, siendo las Rocas el que menos especies registró con 7 (Figura IV_ 84).

Con respecto al número de individuos por metro cuadrado, tenemos que fueron cinco ambientes que registraron el mayor número de individuos por metro cuadrado, empezando por el Pastizal con 77.9 inv*m^2, el Matorral costero con 68 inv*m^2, el Parche arrecifal con 47.9 inv*m^2, la Laguna arrecifal con 42.1 inv*m^2 y Talud con 37.4 inv*m^2; el resto de los

ambientes presento menos de 30 inv*m^2, siendo el ambiente que menor presentó el Canal con 6 inv*m^2 (Figura IV_ 84).

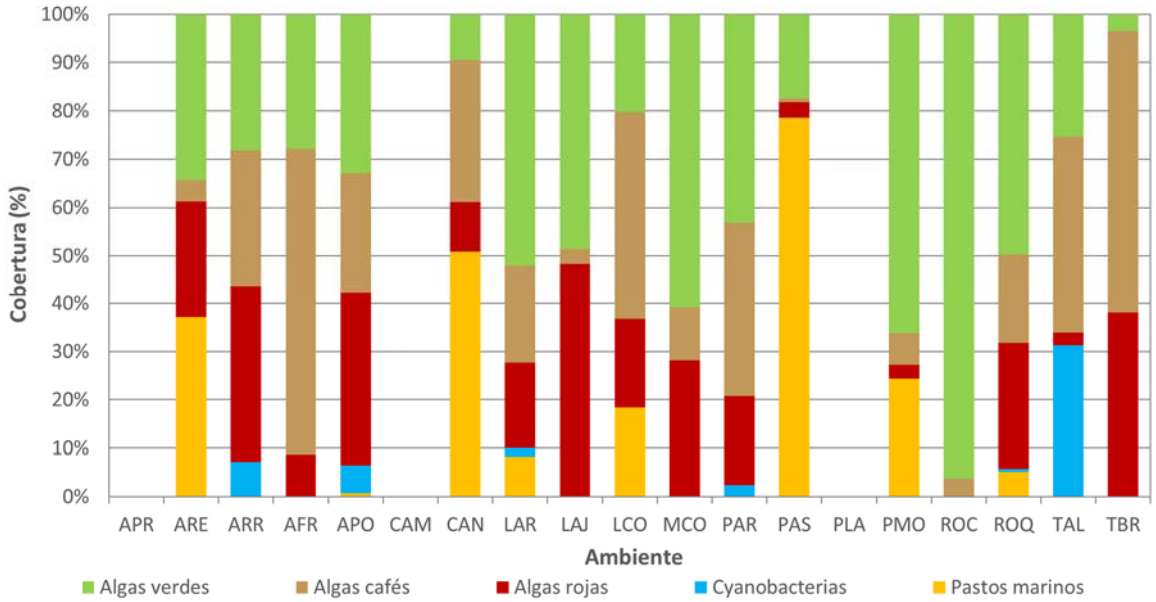


Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 84. Número de especies e individuos de las especies registradas.

- **Cobertura.**

La abundancia de vegetación marina en términos de porcentaje de cobertura fue mayor la de las algas verdes en siete ambientes, la de las algas cafés en cuatro ambientes, las algas rojas solamente en el Arrecife posterior, y las de los Pastos marinos en los Arenales, el Canal y el Pastizal, cabe mencionar que en los partos marinos en los dos primeros ambientes tuvieron una mayor cobertura sobre todo en las colindancias con el ambiente de Pastizal y no así en el resto del área de estudio; así mismo las cianobacterias si bien su cobertura no fue mayoría en ningún ambiente, si en el Talud presento poco más del 30% (Figura IV_ 85).

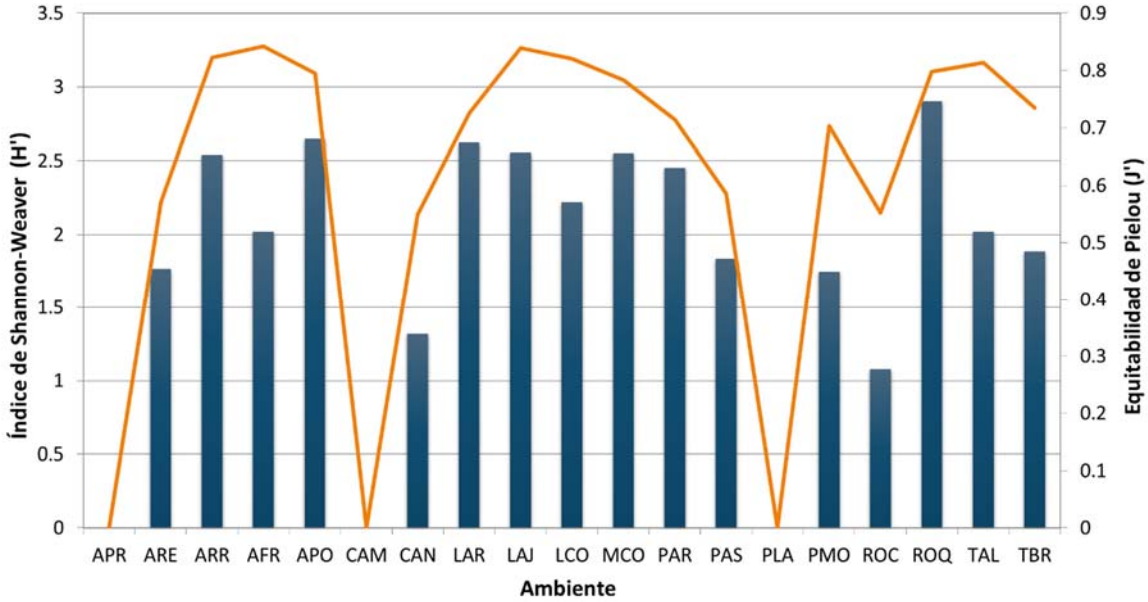


Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 85. Cobertura de la vegetación marina.

- **Diversidad y equitabilidad.**

El índice de Shannon-Weaver, para la vegetación marina presentó valores normales en 10 de los 16 ambientes en los que se presentaron, con valores de H' de entre 2 y 2.9, y siendo el ambiente de Roquedal con la mayor diversidad de todos; el resto de los ambientes presentaron una baja diversidad con valores de H' de entre 1 y 1.9, siendo el ambiente de Rocas el que menor diversidad presentó, esto debido a una abundancia mayor de la especie de alga verde *Ulva intestinalis*. A pesar de ello, la equitatividad de la vegetación marina presentó en todos los ambientes valores entre 0.5 y 0.8 de J', es decir hay una tendencia de las especies a estar igualmente representadas (Figura IV_ 86).

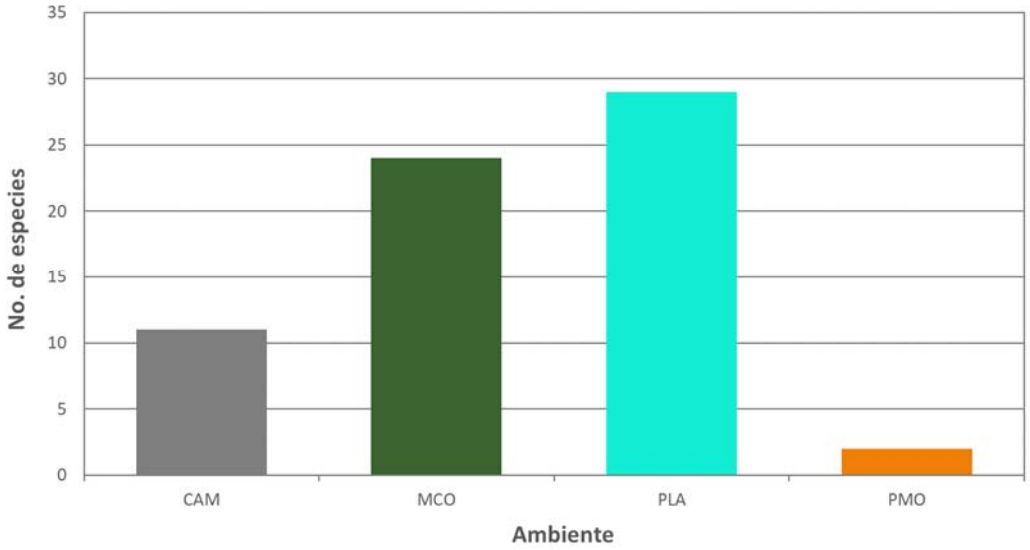


Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 86. Índice de Shannon-Weaver y equitabilidad de las especies registradas.

V.2.1.3.2 **Vegetación terrestre.**

Como se describió anteriormente para la vegetación terrestre solo se hizo un registró de las especies presentes en los ambientes terrestres o de transición; teniendo que el ambiente con mayor número de especies fue la Playa arenosa con 29 especies, seguido del Matorral costero con 24 especies, y que a pesar de ser ambientes colindantes solo comparten 10 de sus especies; los otros ambientes que registraron vegetación terrestre fueron el Camino con 11 especies, las cuales en su mayoría son introducidas y forman parte de la jardinería del conjunto de casas privadas llamado "*Las Casitas Akumal*" que desde 1973 operan en la zona, y el ambiente de Playa modificada que por su superficie y al carecer de duna costera, solo se registraron dos especies (Figura IV_ 87).



Acrónimos: Arenal profundo (APR), Arenales (ARE), Arrecife (ARR), Arrecife frontal (AFR), Arrecife posterior (APO), Camino (CAM), Canal (CAN), Laguna arrecifal (LAR), Laja con arena (LAJ), Laja con corales (LCO), Matorral costero (MCO), Parche arrecifal (PAR), Pastizal (PAS), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Rocas (ROC), Roquedal (ROQ), Talud (TAL), Transición de barlovento (TBR).

Figura IV_ 87. Número de especies de vegetación terrestres.

V.2.1.1. *Animales terrestres.*

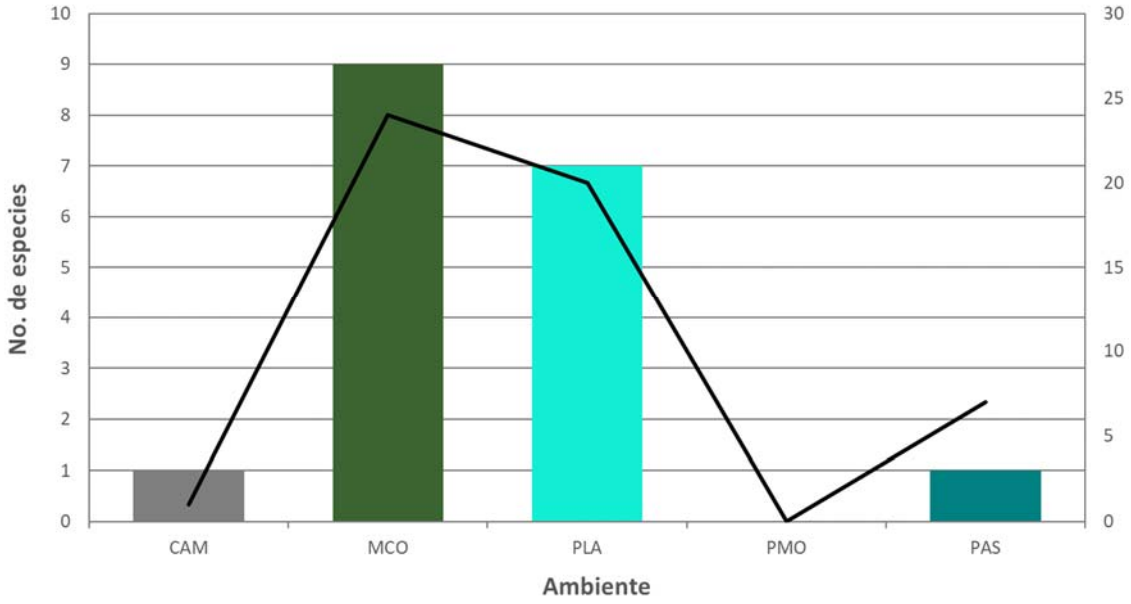
Para los animales terrestres incluyendo al grupo de las tortugas marinas, como se mencionó en la metodología se establecieron puntos de observación para las aves, durante los recorridos por la playa se registró la presencia de otro tipo de animales y en los recorridos marinos la presencia de tortugas; dando como resultado que se registraron 13 especies, de las cuales 10 fueron aves y tres réptiles. El ambiente que más especies e individuos registró fue el Matorral costero con nueve especies y 24 individuos, seguido de la Playa arenosa con siete especies y 20 individuos, el Camino solo presentó a la iguana verde (*Iguana iguana*) con un individuo, el Pastizal también solo a la especie de tortuga verde (*Chelonia mydas*) con siete individuos; mientras que en la Playa modificada no se registró fauna (Figura IV_ 89).

Tabla IV_ 11. Número de individuos por especie de animales terrestres en los ambientes.

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES				
		CAM	MCO	PLA	PMO	PAS
Aves	*Ardea herodias*			1		

GRUPO	ESPECIE	AMBIENTES				
		CAM	MCO	PLA	PMO	PAS
	Botaurus lentiginosus		1			
	Egretta caerulea		1			
	Egretta thula		3			
	Fregata magnificens		1			
	Larus heermanni			3		
	Pandion haliaetus			1		
	Pelecanus occidentalis		1	2		
	Pitangus sulphuratus		1	1		
	Quiscalus mexicanus		3	5		
Reptiles	*Sceloporus variabilis*		3	2		
	Chelonia mydas					7
	Iguana iguana	1	10	5		
TOTAL DE ESPECIES		**1**	**9**	**7**	**0**	**1**

Acrónimos: Camino (CAM), Matorral costero (MCO), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Pastizal (PAS).



Acrónimos: Camino (CAM), Matorral costero (MCO), Playa arenosa (PLA), Playa modificada (PMO), Pastizal (PAS).

Figura IV_ 88. Número de especies de animales terrestres.



Figura IV_ 89. Organismos observados en el área de estudio.

V.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las 292 especies de invertebrados, peces, animales terrestres y vegetación registrados en al área de estudio, 21 se encontraron listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificada en su Anexo Normativo III en noviembre del 2019, de las cuales 13 están amenazadas (A), ocho protegidas (Pr) y una en peligro de extinción (P) que corresponde a la tortuga verde (*Chelonia mydas*; Tabla IV_ 12). Así mismo, se registró al caracol rosado

(*Lobatus gigas*) especies que presenta conforme a lo establecido por SAGARPA una veda total para su aprovechamiento.

Tabla IV_ 12. Especies registradas en el área de estudio listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

NO.	GRUPO	*NOMBRE CIENTÍFICO*	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Peces	*Sparisoma aurofrenatum*	Loro manchado	Pr
2		*Sparisoma viride*	Pez loro verde	Pr
3		*Scarus taeniopterus*	Loro princesa	Pr
4	Gorgónidos	*Plexaura homomalla*	Abanico de Mar	Pr
5	Escleractinios	*Acropora palmata*	Coral Cuerno de Alce	Pr
6		*Acropora cervicornis*	Coral cuerno de ciervo	Pr
7		*Orbicella annularis*	Coral de Estrellas Rocoso	A
8		*Orbicella faveolata*	Coral estrella montañoso	A
9	Pasto marino	*Thalassia testudinum*	Hierba de Tortuga	A
10		*Halodule wrightii*	Pasto de los bajos	A
11		*Syringodium filiforme*	Pasto manatí	A
12	Plantas	*Avicennia germinans*	Mangle negro	A
13		*Thrinax radiata*	Palma chit	A
14		*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	A
15		*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	A
16		*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	A
17	Aves	*Ardea herodias*	Garza ceniza	Pr
18		*Botaurus lentiginosus*	Avetoro norteño	A
19		*Pelecanus occidentalis*	Pelícano café	A
20	Reptiles	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr
21		*Chelonia mydas*	Tortuga verde	P

Nota: Peligro de extinción (P), Sujetas a Protección Especial (Pr), Amenazada (A)

V.4. Contaminación de Bahía Akumal

Durante los recorridos en los diversos ambientes se observaron diversos residuos en al menos 12 de los 19 ambientes, cada uno con la siguiente problemática:

- Arrecife posterior, se observaron sobre todo en la zona norte de Bahía Akumal diversas sogas entre los cabezos de corales, las cuales son del mismo tipo con las que delimitan los circuitos del subpolígono Bahía Akumal, así como se registró un pedazo de remo (Figura IV_ 90).
- Laguna arrecifal.- se observaron al menos tres hilos de pesca cerda del andador al suroeste de la bahía (Figura IV_ 90).
- Arrecife.- en la zona sur se registraron al menos dos latas de bebidas entre las rocas (Figura IV_ 90).
- Matorral costero.- este es el ambiente más contaminado sobre todo en la zona sur, donde hay poca vigilancia y la gente tira bolsas completas de residuos domésticos, entre los que podemos encontrar botes de aceite, pañales y hasta pilas; además es la zona donde más sargazo en descomposición se observó, causando la eutroficación de gran cantidad de pozas intermareales; también se observó la base de lo que alguna vez fue un andador, el cual además es un peligro al tener expuesta los tornillos o clavos con lo que se unieron algunos elementos (Figura IV_ 90).
- Laja con corales.- en este se encontró una estructura hueca, sin poder determinar su origen y que algunos peces usaban para resguardarse (Figura IV_ 90).
- Arrecife posterior.- en este se encontró un desodorante de hombre moviéndose con las corrientes, por lo que, sería un residuos más que iría a dar al matorral costero (Figura IV_ 90).
- Parche arrecifal.-al igual que la laguna arrecifal y en sus colindancias se encontraron sogas o aditamentos de pesca (Figura IV_ 91).
- Arrecife.-sobre este ambiente se encontró flotando una gorra, la cual se habrá caído de alguna embarcación (Figura IV_ 91).
- Arenales.-en la zona norte se encontraron también sogas como las del Arrecife posterior y en la zona sur latas de comida (Figura IV_ 91).
- Canal.-este tiene una rueda de carreta que en parte funge como atractivo turístico al estar rodeada de peces y que es un punto de parada en los recorridos ofrecidos por los turoperadores de la playa (Figura IV_ 91).

- Roquedal.- en este ambiente cerca del andador al suroeste se encontraron una gran linea de pesca enredada en las piedras, así mismo queda los pilotes de lo que alguna vez fue un andador y que son un peligro para la gente que llega a nadar en la zona, además las corrientes llevaron un pedazo de malla antisargazo que se desprendió de la malla que rodea los circuitos del subpolígono Bahía Akumal misma que se observó durante todos los días de muestreo rebotaba entre las rocas (Figura IV_ 91).

Como se observa, la basura sobre todo en la zona sur en uno de los problemas que más afectan a la Bahía Akumal, también la pesca desde en el único andador de la Bahía afecta diversas especies de corales algunos protegidos como la *Plexaura homomalla*, esto sin considerar que es una actividad prohibida en la zona, además el abandono de estructuras como los andadores que llegan a ser un peligro para los usuarios y por último, la afectación del sargazo, ya que al sur de la bahía donde no hay esfuerzos de recolección ni de protección con barreras en cada temporada hay una acumulación de hasta más de 1m de altura en algunas secciones de la playa, lo que conlleva a perdida de la biodiversidad sobre todo en el Roquedal y Matorral costero.





Arrecife posterior





Laguna arrecifal **Arrecife**





Matorral costero **Laja con corales**



Matorral costero **Arrecife posterior**

Figura IV_ 90. Fotos de la contaminación de los ambientes.



Parche arrecifal **Arrecife**



Arenales **Canal**



Roquedal

Figura IV_ 91. Fotos de la contaminación de los ambientes.

IV. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

En general el área de estudio tiene un mal estado de conservación, sobre todo al sur de Bahía Akumal, a pesar de ello en los diversos ambientes se registró gran cantidad de

especies y una gran variedad de grupos de flora y fauna; por lo que, derivado de la caracterización ambiental se resaltan los siguientes elementos importantes:

- El área de estudio corresponde a la Bahía Akumal abarcando un área de 1,208,734 m^2; que incluyen la totalidad el Subpolígono de Bahía Akumal del Área de Refugio para la Protección de Especies Marinas y la Zona Federal Marítimo Terrestre o el límite de la propiedad privada al oste de la bahía.

- Dada la complejidad morfológica del área de estudio, esta fue dividida en 19 ambientes, los cuales son: Arenal profundo, Arenales, Arrecife, Arrecife frontal, Arrecife posterior, Camino, Canal, Laguna arrecifal, Laja con arena, Laja con corales, Matorral costero, Parche arrecifal, Pastizal, Playa arenosa, Playa modificada, Rocas, Roquedal, Talud, Transición de barlovento.
- De los 19 ambientes, se tiene las siguientes observaciones generales:
  - El Camino y la Playa modificada, como su nombre lo dice, son ambientes que fueron creados o ajustados por el hombre, en el caso del primero es el camino de concreto para el conjunto de casas privadas llamado "*Las Casitas Akumal*" que desde 1973 operan en la zona, y el segundo para protección de la playa se alinearon de rocas formando pequeños espigones.
  - El matorral costero, cuanta con un andador en mal estado y restos de otros que se ubicaban a los costados; además es el ambiente más afectado por la acumulación de sargazo y más contamininado con basura que tira la gente.
  - El ambiente de Pastizal, Canal, Arrecife posterior y Laja con corales, en su porción norte, cuanta con diversas estructuras de concreto que son usadas para la colcación del boyado que limita los circuitos del Subpolígono de Bahía Akumal para el Área de Refugio para la Protección de Especies Marinas.
  - En total se registraron en el área de estudio 292 especies, divididas en cinco grupos taxonómicos, de los cuales 101 especies fueron invertebrados (incluyendo corales), 69 especies peces, 59 de vegetación marina, 50 de vegetación terrestre y 13 animales terrestres; mismos que para su análisis fueron divididos en 30 subgrupos taxonómicos (peces, morena, tiburón, rayas, gorgónidos, zooantidos, escleractinios , caracoles, almeja, lapa, nudibranquio, chitón, balano, poliqueto, cangrejos, erizo, estrella, anemona, hidrozoario, esponjas, cephalopodo, langosta, otros, algas verdes, algas cafés, algas rojas, cianobacterias, pastos marinos, vegetación terrestre, animales terrestres)
  - La evaluación del esfuerzo de muestreo conforme a la curva de acumulación de especies a alcanzado la asíntota con valores estimados de entre 210 para Sobs y 300 especies para Jacknife 2, por lo que, teniendo en cuenta que el valor de la riqueza observada fue de 292 especies se considera que el esfuerzo realizado en el muestreo para el área de estudio es representativo de las especies que se distribuyen en la Bahía de Akumal.

- El análisis de la comunidad nos dice que:

- De la riqueza, tenemos que cuatro ambientes tuvieron la mayor riqueza, con 100 o más especies, los cuales, a pesar de su mal estado de conservación fueron: el Arrecife posterior lo cual se debió a la gran cantidad de especies de peces y corales, seguido de la Laguna arrecifal, el Arrecife y el Parche Arrecifal, que además de los peces y corales, también registraron una gran cantidad de algas verdes. El ambiente con menos especies fue el Arenal profundo.
- De los individuos por metro cuadrado, tenemos que el Pastizal dada la gran densidad de pastos que tuvo en algunas zonas, el Matorral y la Laguna arrecifal estos últimos por la gran cantidad de algas que presentan cada uno presentaron la mayor cantidad de individuos con entre 42.8 y 60 ind/m^2. Mientras que el Arenal profundo, el Camino y la Playa modificada fueron los ambientes con menos individuos por metro cuadrado.
- El análsis de diversidad con el índice de Shannon-Weaver indica que tres de los ambientes tuvieron una alta diversidad (Arrecife, el Arrecife posterior y el Roquedal), nueve ambientes tuvieron una diversidad normal y el resto una diversidad baja, siendo el menos diverso el Arenal profundo.
- La interrelación de los ambientes con base en la presencia de las especies mediante el método de clúster o de conglomerados, nos dice que con un 10% de similitud se formaron tres grandes grupos y el ambiente Arenal profundo con una bifurcación por separo; el primero, se agrupo por la vegetación terrestre y está conformado por el Camino, el Matorral costero y la Playa arenosa; el segundo, agrupado por la presencia de algas verdes y conformado por la Playa modificada y el Roquedal, y el tercero, agrupado por las especies marinas agrupando al resto de los ambientes.

- Del análisis por grupo taxonómico se concluye para los invertebrados, que:

  - Los invertebrados tenemos que se agruparon en dos taxonómicos los corales (gorgónidos y escleractinios) que presentaron mayor número de especies y otros invertebrados, donde los caracoles y las esponjas fueron los que más especies presentaron; estos tres grupos estuvieron mejor representados en los diversos ambientes.

  - Con respecto a los corales tenemos que:

    - Los corales estuvieron presentes en 13 de los 19 ambientes, los cuales obviamente no se presentaron en los ambientes terrestres o semiacuáticos y en el Arenal profundo, donde dominaron las especies de *Gorgonia ventalina, Porites astreoides, Gorgonia flabellum, Palythoa caribaeorum, Pterogorgia citrina, Pseudoplexaura porosa y Porites porites.*
    - La riqueza de los corales fue mayor en el Arrecife posterior, el Arrecife, el Parche arrecifal y la Laguna arrecifal, y no se registraron en el Arenal profundo. Así mismo, el Parche arrecifal fue el ambiente que mayor número por metro

cuadrado de corales presentó con 2.3 inv*m2, lo cual se debe a su poca superficie y la gran cantidad de organismos que se registraron, principalmente de las especies de Gorgonia sp.

- La diversidad de los corales en la Bahía de Akumal es normal con valores de H' de entre 2 a 2.8, siendo la Laja con corales, el Arrecife frontal y el Arrecife los ambientes con mayor diversidad, y los Arenales el de menor la diversidad.
- La estructura de tallas de los corales en general está representada por las tallas II con el 61% respectivamente, es decir en general lo corales tienen un tamaño mediano, mientras que la talla V que corresponde a los corales más grandes solo represento el 2%.
- La condición de los corales es del 23% presentaron una condición no sana, los cuales en su mayoría fueron corales rotos con un 9% y que correspondían a corales gorgonáceos, el resto de las categorías corales con epibiontes, enfermos o dañados/sedimentados representó menos del 5% de los corales cada una. Las corales gorgonáceos más afectados fueron con colonias rotas o enfermos principalmente de las especies del género *Gorgonia sp.*, con epibiontes o cubiertos por otros corales las especies de los géneros *Gorgonia sp.* y *Eunicea sp*. Las corales escleractinios más afectados fueron colonias sedimentadas y enfermas en su mayoría en un estado avanzado en la colonia y que correspondían a especies de los géneros *Orbicella sp*., *Pseudodiploria sp.,* y *Acropora sp.,* en menor grado fueron colonias con epibiontes y rotas. Mientras que los zoantidos estubieron sedimentados principalmente la especie *Protopalythoa variabilis* o enfermo como la *Palythoa caribaeorum* que estuvieron blanqueados.
- El reporte de la Iniciativa Arrecifes Saludables en el 2022 la región Norte de Quintana Roo y que abarca a Bahía Akumal tiene un estado de salud mal, es decir, lo cual es consistente con las observaciones realizadas en el presente muestreo. Además, conforme lo observado en campo, se considera que la condición del arrecife en la parte sur de Bahía Akumal es menos favorable que al norte, esto en gran parte se debe a la accesibilidad de los turistas a cada zona, mientras que en el norte de la Bahía cuenta con un control de ingreso por parte de los touroperadores y un sistema de vigilancia por parte de personal de la CONANP, al sur el acceso a la zona es sin limitante alguna.

o Con respecto a los otros invertebrados, se tuvo que:

- La abundancian relativa estuvo dominada por los erizos *Diadema antillarum* y *Echinometra lucunter*, y el caracol *Echinolittorina angustior*.
- Los ambientes con mayor riqueza de otros invertebrados fue el Matorral costero, la Laja con arena, el Arrecife y el Roquedal, y los ambientes con una sola especie fueron el Arrecife frontal, Canal y Playa arenosa. Done la mayor cantidad de individuos por metro cuadrado se registró en las Rocas con 4.21 inv*m^2 es to debido a la gran cantidad de caracoles y mejillones, otros ambientes con una gran densidad fueron la Playa que al ser en parte un

sistema rocoso presento gran cantidad de caracoles y el Matorral costero con gran presencia de caracoles, chitones y cangrejos ermitaños.
- La diversidad de los otros invertebrados fue baja en general en once de los 14 ambientes, solo en los ambientes Matorral costero, Roquedal y Laguna arrecifal tuvieron una diversidad normal con entre 2 y 2.1 de H'.

- Del análisis por grupo taxonómico se concluye para los peces, que:

  - Los peces, estuvieron representados en su mayoría por los peces óseos, aunque también se registraron morenas (*Gymnothorax moringa*), rayas y se registró un tiburón gata (*Ginglymostoma cirra*tum).
  - Las especies más representativas dada su dominancia fueron Halichoeres bivittatus, *Abudefduf saxatilis*, *Caranx ruber* y *Stegastes adustu*.
  - Los ambientes con mayor número de individuos fueron el Roquedal con 1.9 inv*m^2 debido a la presencia de un cardumen enorme de la Sardinita de ley (*Harengula humeralis*), seguido del Arrecife y el Parche arrecifal donde también se registraron cardúmenes o gran cantidad de organismos dispersos de las especies de los géneros *Haemulon sp., Halichoeres sp.* y *Stegastes sp.*, entre otros.
  - La diversidad de los peces en general fue normal en 10 ambientes con valores de H' de entre 2 y 2.75, en cinco ambientes la diversidad fue baja, y en el Matorral costero y Playa modificada solo se registró una sola especie, por lo que la diversidad fue cero.
  - La estructura de tallas de peces en general está representada en un 87% por individuos de la talla II y III, los peces de talla V (> 30cm) fueron contados y corresponden a especies de gran tamaño como las rayas y tiburones, o alargadas como las morenas.

- Del análisis por grupo taxonómico se concluye para la vegetación, que:

  - De las especies de vegetación, 50 corresponde a la vegetación terrestre y 59 a la vegetación marina, misma que estuvo dividida en algas verdes con el 22%, algas rojas con el 18%, algas cafés con el 9%, los pastos marinos y las cianobacterias.
  - La vegetación marina estuvo dominada principalmente por las especies de *Halimeda tuna, Thalassia testudinum, Ulva intestinalis, Dictyota cervicornis, Halodule wrightii, Dictyota dichotoma, Padina boergesenii* y *Lyngbya sp.*
  - Los ambientes con mayor riqueza fueron el Roquedal, la Laguna arrecifal, el Parche arrecifal, el Arrecife posterior y el Matorral, mientras que las Rocas fue el ambiente con menos especies. Así mismo, el mayor número de individuos o agrupaciones fueron el Pastizal con 77.9 inv*m^2, seguido del Matorral costero, el Parche arrecifal, la Laguna arrecifal y Talud, siendo el Canal el ambiente que menos individuos presentó.
  - La diversidad de la vegetación marina presentó valores normales en la mayoría de los ambientes con valores de H' de entre 2 y 2.9, y siendo el ambiente de Roquedal con la mayor diversidad de todos; el ambiente de Rocas fue el que menor

diversidad presentó con una H' de 1, esto debido a una abundancia mayor de la especie de alga verde *Ulva intestinalis*.

- De la vegetación terrestre, el ambiente con mayor número de especies fue la Playa arenosa y el Matorral los cuales presentan vegetación natural y en el caso de la Playa arenosa algunas especies introducidas, así mismos, el ambiente el Camino en su mayoría son especies introducidas y forman parte de la jardinería de un conjunto de casas privadas llamado, y la Playa modificada carecer de duna costera, solo se registraron dos especies.

- Los animales terrestres, el ambiente que más especies e individuos registró fue el Matorral costero y la Playa arenosa, mientras que el Camino solo presentó a la iguana verde (Iguana iguana) con un individuo, el Pastizal también solo a la especie de tortuga verde (*Chelonia mydas*) con siete individuos, y en la Playa modificada no se registró fauna.

- De las especies bajo alguna categoría de protección tenemos que:

  - De las especies registradas 21 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 13 están amenazadas (A), ocho protegidas (Pr) y una en peligro de extinción (P)que corresponde a la tortuga verde *(Chelonia mydas*).
  - Así mismo, se registró al caracol rosado (*Lobatus gigas*) como especie con una veda total para su aprovechamiento.
  - Es de resaltar que no se registraron tortugas fuera de los circuitos del Subpolígono de Bahía Akumal para el Área de Refugio para la Protección de Especies Marinas.
  - La mayor densidad de pastos marinos está en el ambiente de Pastizal y su presencia en los demás ambientes es rara; así mismo en la zona de alimentación de tortugas dentro de los circuitos la longitud de hojas es menor a la observada fuera de estos.
  - Las especies de corales escleractinios protegidos tiene una amplia distribución en la Bahía pero una baja presencia, mientras que la presencia de *Plexaura homomalla* además de su amplia distribución hay ambientes donde su presencia es abundante.
  - De las especies de mangle solamente el Mangle botoncillo se distribuye a lo largo del Matorral costero, el resto de los tipos de mangle solo se registraron al sur del área de estudio.
  - La iguana verde y las aves son organismos que mueven libremente y que hasta cierto grado están acostumbrados a la presencia del ser humano.

- Un factor por considerar en la contaminación de la Bahía de Akumal, donde la basura sobre todo en la zona sur en uno de los problemas que más la afectan, así como la pesca desde en el único andador de la Bahía perjudica a diversas especies de corales algunos protegidos como la Plexaura homomalla, esto sin considerar que es una

actividad prohibida en la zona y por último, el abandono de estructuras como los andadores que llegan a ser un peligro para los usuarios.

Derivado de lo anterior, se concluye que el área de estudio que corresponde a toda la Bahía de Akumal presenta una calidad ambiental regular y que teniendo en cuanta las restricciones de acceso por parte de la CONANP, la zona al norte de la Bahía en las colindancias con el arrecife tiene una mejor calidad ambiental que la zona al sur, no así en la zona pegada a la playa con un sustrato arenoso, y donde se congregan casi toda la actividad turística y de servicios, mientras que al sur al ser una playa rocosa el número de turistas en la zona es reducido.

CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.

Factores Socioeconómicos

Demografía.

Tulum se localiza al este de la Península de Yucatán, en la zona centro, limita al Norte con el Municipio Solidaridad y al Sur con el Municipio Felipe Carrillo Puerto y la Bahía de Ascensión, al extremo Oeste limita con el Estado de Yucatán, en particular con el Municipio Valladolid y al Este limita con el Mar Caribe. Su extensión territorial es de aproximadamente 2,040.94 km², que representa el 7.67% de la superficie total del Estado de Quintana Roo.

La población del Municipio Tulum era de 22,305 habitantes de acuerdo con el INEGI, 2005. Para el año 2009, el Consejo Estatal de Población (COESPO), de Quintana Roo, estimó una población de 31,108 habitantes131 para el dicho Municipio, con base a este dato, se tiene una densidad poblacional aproximada de 0.06 hab/Km². Este valor indica una baja densidad y por ende, se infiere la existencia de grandes superficies de terreno deshabitada, lo cual resulta de una distribución irregular de la población, ya que la mayor parte de la población está asentada en la cabecera municipal y a lo largo de la zona costera, donde se realizan actividades turísticas, mientras que al interior del Municipio, las localidades presentan una alta dispersión, aunque estén vinculadas a una vía de comunicación terrestre.

Origen del centro de población.

El poblado de Akumal se encuentra localizado entre Ciudad Aventuras y Chemuyil, frente a la Playa Akumal, ubicación que le permite participar en el equilibrio de la oferta de servicios y diversificación turística dentro del acelerado crecimiento de la Rivera Maya.

Nace en 1975 como un fraccionamiento frente a las costas del Mar Caribe y se complementa en 1995 como un desarrollo de 200 lotes del lado Poniente de la carretera

en respuesta a las necesidades de aquel entonces, evolucionando lentamente hasta la fecha, con limitaciones en infraestructura y equipamiento, desaprovechando su función dentro de la dinámica de desarrollo de la Riviera Maya.

En los últimos años, ante el riesgo de afectar de forma negativa e irreversible el positivo interés turístico en el Caribe Mexicano, se han generado cambios significativos en las políticas, normas y criterios de aprovechamiento del suelo en el Estado de Quintana Roo, surgiendo documentos relativos a ello en los tres niveles de gobierno; como son; El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum; Programa Subregional de Desarrollo Urbano del Corredor Cancún-Riviera Maya, Quintana Roo (Región Caribe Norte), Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Akumal 2007-2032. Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, creación del municipio de Tulum, proporcionando certeza jurídico ambiental y urbano a la región, ofreciendo estrategias de desarrollos para resolver el rezago en materia de vivienda y la demanda futura, promoviendo y sensibilizando el cuidado del medio ambiente, enalteciendo los atractivos naturales y preservando la riqueza de su entorno natural constituida por cenotes, cavernas, diversidad biológica y ríos subterráneos.

La distribución geográfica de la población dentro de la entidad lleva implícitas diferencias sociales, económicas y culturales, de tal forma que un indicador de desarrollo económico y sinónimo de una mayor concentración de habitantes, que migran en busca de mejores posibilidades de desarrollo económico y social, esto se puede apreciar en la zona Norte del Estado de Quintana Roo donde el crecimiento demográfico está asociado el desarrollo de la industria turística, siendo la Ciudad de Cancún la primera concentradora de población migrante nacional e internacional, posteriormente entre 1990 y 2004 la Ciudad de Playa del Carmen está catalogada dentro de los municipios que han tenido un incremento poblacional considerable, situación que dio pie a la redistribución de población dando origen al centro de población de Akumal.

Así, ante el continuo crecimiento de las habitaciones hoteleras y la demanda turística los valores demográficos se prevén seguirán aumentando en el corto plazo, tendiendo a estabilizarse en el horizonte del mediano y largo plazo en paralelo.

El número de habitantes del poblado de Akumal registrado por el INEGI en el Censo General de Población Vivienda 2005 (preliminar), es del orden de 1,198 habitantes en total con una TMCA del 12.1% y el papel de este centro de población es abatir el rezago de vivienda, por lo que se necesita de forma urgente en el corto plazo de áreas para su crecimiento urbano y de forma sostenida en el mediano y largo plazo, acorde a las estrategias de redistribución de la población aminorando la presión sobre Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Ciudad Aventuras y Tulum.

Población municipal.

En 2005 el Censo de Población y Vivienda del INEGI, refleja una población de 22,885 habitantes en todo el Municipio Tulum, de los cuales 14,790 habitantes eran reportados para la cabecera municipal. A mediados de 2009 el municipio ya contaba con una población aproximada de 31,108 habitantes. Este acelerado incremento poblacional fue otra de las razones que propicio la creación del noveno municipio. En la actualidad es considerado

junto con los Municipios Benito Juárez y Solidaridad, uno de los municipios con mayor crecimiento demográfico en el país con una tasa anual del 17%.

El principal motivo de este crecimiento demográfico es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica, esto se ejemplifica en la ciudad de Tulum que pasó de 6,733 habitantes en 2000 a 14,790 en 2005; a esta velocidad de crecimiento en 4.5 años duplicará su población actual.

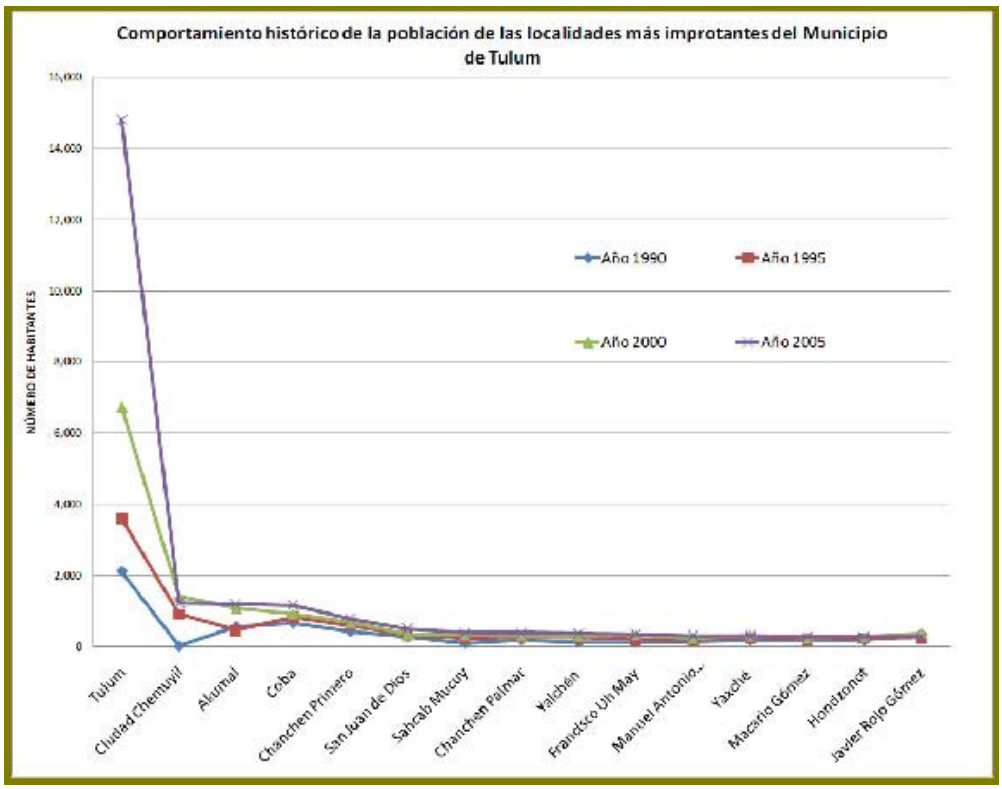
En el territorio del Municipio hay 43 localidades, con una población total de 22,885 según el INEGI, 2005, y se estimó que para 2009 contaba ya con 31,108 habitantes133, siendo las principales Tulum con 14,790 habitantes, Chemuyil con 1,239, Akumal con 1,198, Coba con 1,167, Chanchen primero con 793, San Juan de Dios con 505, Sahcab Mucuy con 403, Chanchen Palmar con 398 y Francisco Uh May con 352, Manuel Antonio Ay con 319, Yaxché con 301, Macario Gómez con 285, Hondzonot con 278 y Javier Rojo Gómez con 277 habitantes. La Tabla IV.41., muestra la composición de la población de las 15 localidades más importantes del Municipio, ordenadas de manera descendente, a lo largo del lapso 1990-2005.

Población histórica de las localidades más importantes, en cuanto a número de pobladores.

MUNICIPIO TULUM LOCALIDAD/ESTADO	POBLACIÓN			
	1990	1995	2000	2005
Tulum	2,111	3,603	6,733	14,790
Ciudad Chemuyil	20	920	1,417	1,239
Akumal	578	470	1,088	1,198
Coba	669	836	918	1,167
Chanchen Primero	437	596	693	793
San Juan de Dios	295	333	352	505
Sahcab Mucuy	107	240	327	403
Chanchen Palmar	199	274	319	398
Yalchén	130	257	313	372
Francisco Uh May	124	211	338	352
Manuel Antonio Ay	135	185	230	319
Yaxché	193	254	313	301
Macario Gómez	183	215	254	285
Hondzonot	183	230	276	278
Javier Rojo Gómez	362	257	389	277
TOTAL	5,726	8,881	13,960	26,677

Los datos proporcionados consideran las localidades más importantes del municipio de Tulum de acuerdo con el conteo de población del INEGI 1995 y 2005 y al Censos Generales de Población y Vivienda, 1990 y 2000.

Los datos de la tabla previa se ilustran en la Gráfica de la Figura IV. 59., donde se puede observar el comportamiento histórico de la población en las localidades más importantes del Municipio Tulum. Durante el lapso de 1990 a 2000, todas las localidades presentaban un crecimiento poblacional incipiente, donde Tulum destaca por mantenerse como la localidad más poblada. Sin embargo, el número de habitantes de Tulum se dispara en el último lustro (2000-2005), donde pasa de 6,733 a 14,790 habitantes. Es decir, incremento a más del doble su población en cinco años.



Crecimiento histórico de las 15 localidades más pobladas del Municipio de Tulum.

La gráfica muestra las localidades con mayor número de habitantes y su crecimiento poblacional a lo largo del lapso 1990 a 2005, donde destaca Tulum, actual cabecera municipal.

Relación hombre-mujer y estructura de edades.

La población total reportada para el municipio a mediados del 2009, de acuerdo a estimaciones del COESPO en el Estado de Quintana Roo, fue de 31,108 habitantes De esta cifra la población masculina correspondió a 15,963 habitantes y la población femenina

15,145 habitantes, además se observa que la gran parte de la población son jóvenes menores a los 30 años, siendo el mayor grupo de acuerdo a la división quincenal y con una población de 4,131 (2,091 hombres y 2,045 mujeres) el grupo de 0 a 4 años, el grupo de 5 a 9 años en segundo lugar con 3,915 habitantes (2,017 hombres y 1,898 mujeres) en tercer lugar está el grupo de 20 a 24 años con 3,641 habitantes (1,861 hombres y 1,776 mujeres).

Escolaridad

De acuerdo con la Perspectiva Estadística para el Estado de Quintana Roo publicada por el INEGI, 2010; reporta que en el 2000 y 2005 el porcentaje de población analfabeta de 15 y más años era 7.5% y 6.6% respectivamente, respecto a los porcentajes nacionales que fueron de 9.5% para el 2000 y de 8.4% para 2005. Por otra parte, la porción de la población de 6 a 14 años que asiste a la escuela era en el 2000 de 92.8% y para el 2005 de 95.6% lo que nos refleja el incremento de 2.8 % que asiste a la escuela.

El Municipio actualmente cuenta con la infraestructura de 61 centros de educación, 21centros para la educación preescolar, 24 centros para la educación primaria, 11 para la educación secundaria y tan sólo 4 y 1 para los niveles medio superior y superior respectivamente.

Tendencia de crecimiento

La tasa media de crecimiento anual de la población de los Estados Unidos Mexicanos, según datos proporcionados por el INEGI arrojó porcentajes promedio de crecimiento anual de 3.4% para las décadas de 1960-1970, que es la tasa más alta registrada, la cual disminuyo paulatinamente hasta llegar finalmente a 1.0% entre 2000-2005.

Respecto a la tasa de crecimiento media anual por entidad federativa en las últimas décadas Quintana Roo presentó porcentajes de 5.8 entre 1990-2000 y 4.7 entre 2000-2005 y con respecto a las tasas nacionales y estatales de crecimiento poblacional se observa un alta primacía en la entidad respecto a las tasas nacionales reflejando que el período de 1970 a 1980 la tasa más alta de 9.5 que ha ido disminuyendo al 2005 con una tasa de 4.7, y sin embargo continua siendo más alta que la nacional en los períodos desde 1950 a la fecha.

De acuerdo con los resultados del II Conteo General de Población y Vivienda de 2005 realizado por el INEGI, el Estado de Quintana Roo por su elevado ritmo de crecimiento destaca en el nivel nacional, al presentar en su último lustro la tasa más alta del país 4.70%, la cual es inferior a la registrada entre 1995 y 2000.

El Municipio ha sido receptor tanto de jóvenes, que migran de otros municipios, así como de otros estados del país y esto es reflejado en las principales localidades tanto del Municipio Tulum como el de Solidaridad ya que han sido polos de atracción, y en ambos casos, han crecido más del doble en 10 años.

Actividades económicas del Estado.

La principal actividad económica en el Estado de Quintana Roo es el turismo, ya que aporta casi el 50% al Producto Interno Bruto (PIB) estatal. Sin embargo, su economía no solo se compone del sector turístico-comercial (hoteles, restaurantes y comercio), sino que también cuenta con la industria de transformación básica, aunque si bien es sabido que no es muy amplia y está poco desarrollada, también está entendido que es indispensable para brindar las condiciones y oportunidades de operación a este sector de gran actividad; la industria manufacturera representa poco menos del 3% del PIB estatal.

En los últimos años, la participación de la industria manufacturera en el PIB estatal de Quintana Roo ha sido decreciente al presentar 2.4%, en contraste con la evolución nacional, la cual como se observa en la Tabla IV. 42., ha sido creciente.

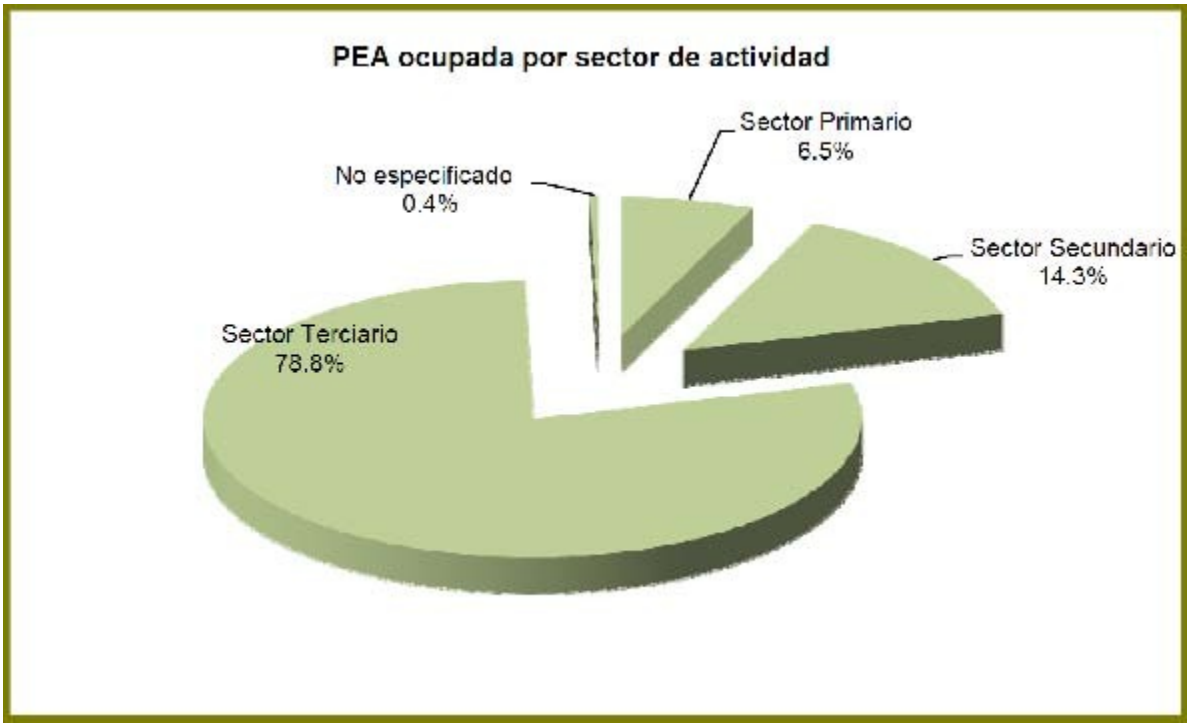
La actividad de la industria manufacturera de Quintana Roo se concentra principalmente en tres divisiones: 60% en productos alimenticios, bebidas y tabaco, 14% en la industria de la madera y sus productos, y 13% en productos de minerales no metálicos (excepto derivados del petróleo y carbón).

Porcentaje de aportación al PIB estatal por sectores de actividades económicas en el Estado de Quintana Roo.

SECTOR DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS	PORCENTAJE DE APORTACIÓN AL PIB ESTATAL (2006)
Comercio, restaurantes y hoteles	46.8
Servicios comunales, sociales y personales	21.4
Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler	14.6
Transporte, almacenaje y comunicaciones	9.4
Construcción	4.2
Industria manufacturera (alimentos, bebidas y tabaco)	2.4
Agropecuaria, silvicultura y pesca	1.0

Electricidad, gas y agua	0.4
Minería	0.2
Servicios Bancarios Imputados	-0.5
T o t a l	**99.90**

Referente a los sectores productivos en el Estado de Quintana Roo se observa claramente que el sector terciario posee la mayor cantidad de la población económicamente activa ocupando un 78.8%, mientras que el sector primario alcanza poco menos del 7% de dicha población.



Población ocupada por sector de actividad en el estado de Quintana Roo

FUENTE: INEGI, 2010 Perspectiva Estadística Quintana Roo.

Población económicamente activa del Municipio Tulum.

De acuerdo con los datos reportados en el último Conteo General de Población y Vivienda a continuación se presenta en la Tabla IV. 43., la Población Económicamente Activa (PEA) registrada para las localidades más importantes del municipio de Tulum.

Población Económicamente Activa de las principales localidades del Municipio Tulum

LOCALIDAD	PEA	SECTOR PRIMARIO	SECTOR SECUNDARIO	SECTOR TERCIARIO
TULUM	2550	113	460	1873
CIUDAD CHEMUYL	717	7	30	660
AKUMAL	532	25	64	439
COBA	232	82	39	106
CHANCHEN PALMAR	130	92	8	21
SAN SILVERIO	222	170	30	27
SAN JUAN DE DIOS	71	36	26	9
SAHCAB MUCUY	25	17	3	15
CHANCHEN PRIMERO	209	152	20	37
YALCHEN	144	105	24	11
FRANCISCO UH MAY	92	36	33	18
MANUEL ANTONIO AY	57	17	21	16
YAXCHE	104	72	19	13
MACARIO GOMEZ	73	36	18	14
HONDZONOT	55	36	6	14
JAVIER ROJO GOMEZ (PUNTA ALLEN)	151	46	12	86

Actividades productivas

Las actividades productivas se clasifican en tres grandes sectores: se denomina sector primario al que integra las actividades de extracción directa y sin transformaciones de bienes de la naturaleza, el sector secundario está compuesto por aquellas actividades artesanales e industriales manufactureras y el sector terciario al que corresponden los servicios a la sociedad y a las empresas. A continuación, se detallan las actividades productivas presentes en el Estado de Quintana Roo y en particular en el Municipio Tulum.

Actividades primarias.

Aquí se engloban las actividades productivas primarias que se practican principalmente en las localidades de la Zona Maya en la porción continental del Municipio, donde destacan Macario Gómez, Francisco Uh May, San Juan de Dios, Coba, Sahcab Mucuy, Chanchen, Hondzonot, Yaxche y Chanchen Palmar.

Agricultura

A pesar de que el Estado presenta poca superficie laborable, la agricultura se ha ido incrementando en los últimos años, colocando como producto principal el maíz, aunque también cultivan el frijol, sorgo, soya, jitomate y frutales como chicozapote, naranja, papaya, limón agrio, mango, piña y aguacate que son productos básicamente de autoconsumo. Sin embargo, también existen algunos cultivos comerciales como arroz, caña de azúcar y chile jalapeño. En la Tabla IV.44., se describen las superficies del Estado de Quintana Roo por municipios que se ocupan para la agricultura.

Superficies sembradas y cosechadas por municipio, Ciclos y Perenes 2009 modalidad: Riego + Temporal.

MUNICIPIO	SUPERFICIE SEMBRADA (HA)	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	VALOR PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
BENITO JUÁREZ	150.00	50.00	48.00
COZUMEL	17.00	7.00	7.00
FELIPE C. P.	24,291.69	77,856.69	140,992.94
ISLA MUJERES	10.00	10.00	11.20
JOSÉ MARÍA M.	17,791.00	16,825.85	82,423.24
LÁZARO C.	5,167.85	4,009.01	11,399.81
OTHON P. BLANCO	72,991.00	72,589.00	667,326.91
SOLIDARIDAD	98.00	98.00	326.00
TULUM	3,298.00	3,284.00	3,123.26
TOTAL	**123,815.39**	**119,756.55**	**905,658.35**

FUENTE: SAGARPA, 2010.

La agricultura en el Municipio Tulum está orientada principalmente a cultivos básicos como limón, maíz grano, naranja y vainilla (Tabla IV. 45), con cultivos intercalados de calabaza,

tomate y chile, en terrenos no mecanizados y de temporal con bajos rendimientos, que son destinados al autoconsumo.

La actividad agrícola en el Municipio está sujeta por las condiciones del suelo, ya que la superficie presenta condiciones adversas para esta actividad, con suelos pedregosos de poca profundidad y drenaje rápido en los que la mecanización se dificulta.

Superficies sembradas y cosechadas por cultivo en el municipio de Tulum, Ciclos y Perenes 2009 modalidad: Riego + Temporal.

CULTIVO	SUPERFICIE SEMBRADA (HA)	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	PRODUCCIÓN (TON)	RENDIMIENTO (TON/HA)	PMR ($/TON)	VALOR PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
Limón	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maíz Grano	3,278.00	3,278.00	753.94	0.23	4,000.00	3,015.00
Naranja	6.00	6.00	40.00	6.67	2,687.00	107.00
Vainilla	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	**3,298.00**	**3,284.00**	---	---	---	**3,123.26**

FUENTE: SAGARPA, 2010.

La agricultura que se practica en el Municipio está enfocada básicamente a satisfacer la demanda de las familias de estas localidades, ya que difícilmente los productos se comercializan fuera de la zona, aunado a esto, la actividad agrícola, se ve afectada tanto por la falta de una debida infraestructura de riego, la ausencia de organización productiva, el escaso apoyo financiero como a la migración de las familias de las zonas cultivables que abandonan sus predios rurales para participar en las zonas urbanas, lo que no permite el desarrollo de la actividad, y aunque la demanda de productos agrícolas se ha acrecentado, el trabajo agrícola actual es incapaz de satisfacer la creciente demanda en el Estado.

Ganadería.

La mayor producción ganadera en el municipio la encabezan los porcinos, ya que para su cuidado no es necesaria la existencia de pastizales, y si bien la vocación de un importante porcentaje municipal es susceptible a esta producción, la limitación a la que se enfrentan los ganaderos es la falta de tecnologías modernas o asesoría financiera y técnica que les permita mantener y fortalecer esta actividad.

La segunda producción más importante es la de ganado bovino; los registros de producción más recientes por SAGARPA reflejan que para el 2009 la producción fue de 189.501 toneladas entre ganado en pie y carne en canal y el valor de la producción fue de poco más de $5´579,200.00 pesos, ocupando el 2° lugar a nivel estatal.

En el caso de la producción de ovinos, el municipio de Tulum también ocupa el tercer lugar en el estado con una producción de 29.07 toneladas totales con un valor de producción de $1´053,800.00 pesos.

Existen otras actividades agropecuarias que generan productos y subproductos que aportan económicamente al sector primario como son el huevo para plato con una producción de 31.016 toneladas anuales, vendidos a un precio promedio de $13.02 pesos por kilogramo, y deja un valor de producción de $404 mil pesos aproximadamente, otro es la cera en greña que reporto una producción de 4,508 toneladas con un precio de $28.33 pesos por kilogramo y un valor de la producción anual de $127,700 pesos.

Apicultura.

Otra actividad agropecuaria del municipio es la Apicultura resaltando que la calidad productiva de la miel en el Estado es única en la Península y que su pureza atrae importantes mercados internacionales que no pueden ser atendidos con la producción que se genera en la actualidad, ya que no se ha dado la suficiente importancia a esta actividad ni a la comercialización del producto. La SAGARPA reporta que en el Municipio Tulum en el 2009 se generó una producción de 151.103 toneladas anuales, que fueron vendidas a $23.42 pesos el kilogramo, dejando un valor de producción de $3´538,600 pesos colocando al municipio en 2°lugar a nivel estatal lo que refleja que la apicultura es una fuente de ingresos importante ya que exportan casi en su totalidad la miel. Y aunque es una actividad complementaria que ha sido afectada por factores climatológicos y la presencia de la abeja africana, sin embargo, cabe mencionar que existe un buen potencial para su explotación.

Forestal.

Se cuenta con recursos forestales de maderas duras tropicales sujetas al aprovechamiento forestal selectivo lo que derivó en la eliminación de especies maderables preciosas, principalmente el cedro (*Cedrela odorata)* y ha orillado a que en la actualidad se realice un aprovechamiento más equitativo sobre otras especies tropicales, de las llamadas maderas duras, entre las que se incluyen el chicozapote (*Manilkara zapota)*, chechem (*Metopium brownei)*, katalox (*Swartzia cubensis)*, chacté (*Caesalpinia platyloba)*, yaxnic (*Vitex gaumeri)* y Tzalam (*Lysiloma latisiliquum)*, entre otras. También se explota, aunque en menor escala, la resina del chicozapote para la producción del chicle.

En 2008 se otorgan dos autorizaciones para el aprovechamiento forestal maderable y fue asignando un volumen total de 4,050m3 de rollo, la explotación forestal en el municipio es muy escasa en comparación con otros municipios, ya que en 1998 se reportó solamente una aportación del 2.1 % de la producción estatal, cuando las localidades del municipio de Tulum pertenecían al Municipio Solidaridad. Sin embargo, hay que considerar que los incendios ocurridos en la última década han afectado grandes extensiones de selva, lo que imposibilita un repunte para esta actividad.

Pesca.

En el Estado de Quintana Roo, las capturas de langosta *Panulirus argus* de los últimos veinte años, mostraron una fase de crecimiento hasta el año 1981, motivado fundamentalmente por la apertura de nuevas zonas de pesca y por la introducción de equipos de buceo autónomo; las captura se estabilizaron alrededor de las 900 toneladas

de peso entero entre 1981 a 1988 alcanzando su nivel máximo de explotación, sin embargo ocurrió un cambio drástico en este año, los embarques disminuyeron de manera sostenida de 760 toneladas a 443 hasta el año 1989 y además en 1993 se registró el nivel histórico más bajo con tan solo 373 toneladas y para 1999 incremento tan solo a 781 toneladas (Borges, 2007). Actualmente la pesca se concentra en la zona de Rojo Gómez y desafortunadamente cuenta con una producción de 120 toneladas anuales comercializadas básicamente para proveer de langosta al Estado.

Actividades secundarias.

La industria manufacturera representa poco menos del 3% del PIB estatal. En contraste con la evolución a nivel nacional de más del 20%, la participación de la industria manufacturera al PIB estatal ha sido decreciente en los últimos años. Tomando como referencia a la Región Peninsular, Quintana Roo es el Estado con mayor producción, aunque al considerar únicamente la producción manufacturera, es Yucatán el que aporta más de las tres cuartas partes del PIB manufacturero de la Región.

En 2003, las remuneraciones por persona ocupada en la industria manufacturera de Quintana Roo, fueron mayores a las correspondientes a Yucatán y Campeche, aunque menores a las nacionales. Esto puede indicar que en Quintana Roo la productividad de la mano de obra es mayor que en el resto de los estados peninsulares. Las remuneraciones por persona ocupada de las manufacturas en el país fueron 1.8 veces mayores a las del Estado de Quintana Roo.

El análisis de los componentes del crecimiento en la industria manufacturera mostró que el sector en Quintana Roo basó su dinámica en factores externos tales como la evolución económica nacional en general, y de las manufacturas en particular. Los factores internos contribuyen marginalmente al crecimiento.

La manufactura en el Estado de Quintana Roo es relativamente más intensiva en mano de obra. Como reflejo de la especialización en procesos intensivos, la manufactura estatal registró el rendimiento de capital variable más elevado de la región, y mayor también que la referencia nacional durante los ochenta. La tendencia de este indicador ha sido decreciente, hasta situarse por debajo de la referencia nacional. En relación con lo anterior, el rendimiento de capital constante, o razón de activos fijos a valor agregado, es menor en Quintana Roo que en la región peninsular y que la referencia nacional.

La evolución experimentada por la productividad total de los factores de la industria en Quintana Roo ha sido notable. En el periodo 1999-2004, alcanzó una tasa de crecimiento de casi 70%, ubicándose muy por encima del resto de los estados peninsulares y del ámbito nacional.

Consistente con la concentración y evolución de la actividad económica en Quintana Roo, los indicadores sobre la evolución y estructura del empleo, con las diferentes fuentes que generan información regional del empleo (la Encuesta Nacional de Empleo Urbano, la Encuesta Nacional de Empleo, el Censo General de Población y Vivienda y el número de asegurados al IMSS), muestran que el porcentaje de personas ocupadas en el sector servicios se encuentra por encima del porcentaje nacional y el de la región peninsular.

Asimismo, el porcentaje de personas ocupadas en la industria de la transformación es inferior al del sector servicios, y además en Quintana Roo se encuentra por debajo del porcentaje nacional y el de la región peninsular. Otro aspecto que es claro con las cifras de empleo es que en la región peninsular, el Estado de Yucatán es el que cuenta con más empleos en la industria manufacturera.

La industria manufacturera está constituida por nueve divisiones industriales:

- Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco.
- Textiles, Prendas de Vestir e Industria del Cuero.
- Industria de la Madera y Productos de Madera.
- Papel, Productos de Papel, Imprentas y Editoriales.
- Sustancias Químicas, Derivados del Petróleo, Productos de Caucho y Plástico.
- Productos de Minerales no Metálicos, Exceptuando Derivados del Petróleo y Carbón.
- Industrias Metálicas Básicas.
- Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo.
- Otras Industrias Manufactureras.

La actividad manufacturera en Quintana Roo concentra casi el 88% de la producción en tres divisiones industriales:

- Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco (63%).
- Industria de la Madera y Productos de Madera (14%).
- Productos de Minerales no Metálicos, exceptuando Derivados del Petróleo y Carbón (10%).

En el municipio de Tulum el sector secundario, está enfocado a las actividades como son la comunicación y transporte, la construcción y la industria de la transformación, desafortunadamente se encuentra ineficiente debido a que dentro de la localidad no se realizan actividades industriales ni manufacturas a gran escala, solo existen pequeños lugares donde se vende artesanía la cual no se fabrica en el lugar, solamente se comercializa. Al Norte de la localidad y al borde de carretera se localizan algunas dedicadas a la industria de la construcción, las cuales no interfieren actualmente de manera negativa con la vida del centro de población.

Por lo anterior es evidente que la actividad turística representa la principal actividad económica en el municipio, mientras que la construcción participa como el segundo generador de derrama económica en la región.

Actividades terciarias.

El Estado de Quintana Roo ha sido tradicionalmente un destino turístico reconocido internacionalmente. En la "Riviera Maya" se está desarrollando el complejo turístico más importante del país; gracias a que cuenta con hermosas playas y yacimientos arqueológicos de la civilización maya, convirtiéndose en uno de los principales polos de atracción del turismo nacional e internacional y es uno de los más importantes a nivel estatal. Su oferta hotelera es de 5,199 habitaciones de hotel, condos y villas, recibiendo a más de 1.4 millones de turistas al año.

El centro turístico Riviera Maya cuenta con establecimientos de hospedaje registrados por centro turístico según categoría turística del establecimiento registrado; de acuerdo a la Secretaria de Turismo (SECTUR), en el 2008 el registro fue de 350 establecimientos, de los cuales 22% son cinco estrellas de categoría especial, gran turismo y clases similares, 12% son de cuatro estrellas, 19% pertenecen a tres estrellas, 6% a dos estrellas, 5% a una estrella y 36% a establecimientos de clase económica, apartamentos, bungalows, cabañas, campamentos, casas de huéspedes, condominios, cuartos amueblados, haciendas, hoteles, moteles, posadas, suites, tráiler park y villas.El Turismo es fundamental para el desarrollo económico de Tulum, ya que es la principal fuente de ingresos de los Tulumnenses y un gran generador de fuentes de empleo.

Actualmente Tulum cuenta con 128 hoteles de diferentes categorías que van desde la comodidad y el lujo que ofrecen los resorts, hasta el contacto con la naturaleza que brinda una cabaña ecoturística. Asimismo, tiene aproximadamente 115 restaurantes que ofrecen desde la comida típica de la región, hasta la comida gourmet elaborada por chefs de talla internacional. En esta región, el eje de interés ha sido la cultura maya y su riqueza natural, los vestigios arqueológicos de Tulum y Coba han sido el motor del desarrollo del municipio. Evidentemente el turismo es la actividad rectora del desarrollo económico de la entidad y la mayoría de empresas están ligadas directa o indirectamente a este.

Los servicios turísticos se concentran principalmente en dos grandes áreas, contando con reconocimientos internacionales y diferenciados totalmente para atender a distintos segmentos del mercado turístico; la primera comprende la ciudad de Tulum y la segunda esta sobre la zona costera del municipio.

Los servicios turísticos se concentran principalmente en dos grandes áreas, contando con reconocimientos internacionales y diferenciados totalmente para atender a distintos segmentos del mercado turístico; la primera comprende la ciudad de Tulum y la segunda esta sobre la zona costera del municipio.

El área de la Zona Costera está dividida a su vez en tres corredores, el primero que comprende desde la Zona arqueológica de Tulum hacia el Norte, en donde se ubican los grandes desarrollos de consorcios internacionales, como Akumal y Bahía Príncipe.

El segundo que está en la franja que corresponde al Parque Nacional de Tulum, en él tienen su actividad las cooperativas pesqueras y turísticas a cargo de los pobladores, también se encuentran algunos hoteles medianos y hermosas playas de acceso libre; y el tercer corredor esta al Sur del Parque Nacional, con una franja de unos 7 Km. con pequeños hoteles de gran calidad ambiental, compuestos por cabañas ecológicas, y restaurantes de diversas cocinas internacionales.

Tulum la cabecera cuenta con infraestructura hotelera de diferentes categorías, que van desde los resorts hasta las cabañas ecoturísticas, también existen servicios restauranteros y demás. El eje de interés de la zona se basa principalmente en los vestigios arqueológicos de la cultura maya y su riqueza natural, junto con la población de Coba han sido el motor del desarrollo del municipio. El turismo es la actividad rectora del desarrollo económico de la entidad y la mayoría de empresas están ligadas directa o indirectamente a este. En la actualidad Tulum es uno de los principales puntos turísticos a nivel nacional como internacional y es uno de los más representativos del estado de Quintana Roo. Su oferta

hotelera es de 5,199 habitaciones de hotel, condominios y villas, recibiendo a más de 1.4 millones de turistas al año.

Urbanización

El SA para el Desarrollo PMI Akumal presenta infraestructura urbana en su entorno, servicios públicos, medios de comunicación y sistemas de manejo de desechos sólidos y líquidos.

Vías de comunicación.

La principal vía de comunicación terrestre del municipio es la Carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez, que corre paralela a la costa en sentido Norte-Sur, a lo largo de su recorrido se encuentran las principales poblaciones entre las que destaca la cabecera municipal Tulum, Akumal y Ciudad Chemuyil; de igual manera comunican a los grandes hoteles y complejos turísticos de la zona costera denominada Riviera Maya. Esta carretera es libre dividida que fue modernizada en el 2008 y actualmente cuenta con cuatro carriles de circulación y pasos a desnivel a la altura de los poblados Akumal y Chemuyil.

El SA está segmentado por esta vía de comunicación terrestre dando origen a dos polos de desarrollo; la costera con predominancia del turismo y la planicie selvática con predominancia de asentamientos humanos y dará acceso al polígono del proyecto a la altura del Km. 257+358 donde se proyecta la construcción del acceso principal.

Aérea: El 90% de los visitantes de la región de la Riviera Maya llega por vía aérea a través del aeropuerto Internacional de Cancún localizado a 95 Km del predio. Cabe destacar que este aeropuerto cuenta con un arribo de 9 millones de pasajeros y cuenta con conexiones a 132 países, lo que garantiza el fácil acceso de los turistas, desde su lugar de origen hasta este destino y posteriormente por vía terrestre llega al proyecto en un lapso de tiempo corto.

Marítima: Akumal presenta actividad turística de playa, así como de pesca deportiva, buceo y snorquel, no obstante, no cuenta con instalaciones adecuadas para el anclaje de lanchas, por lo que esta vía de comunicación no es viable para posibles turistas o residentes con yates.

Transporte y vialidad: La condicionante para las nuevas áreas de crecimiento, así como para la pequeña mancha urbana de Akumal será necesaria la clasificación de las vías en función del crecimiento vehicular, adecuación y apertura de nuevas vialidades, privilegiando al peatón y la convivencia, urgiendo banquetas, arbolados, mobiliario, señalizaciones y balizamientos correspondientes, además de la incorporación de ciclo pistas.

Por otro lado, existe la proyección de una terminal de autobuses, estación de ferrocarril y/o tren suburbano, sistema urbano de transporte considerando un área de trasbordo entre el transporte foráneo, para lo cual el proyecto dejo una zona en el predio San Miguel Arcángel fracción II.

Uno de los problemas más acentuados en las zonas urbanas del municipio son los estacionamientos, por lo que el proyecto contempla la construcción de estos, sobre todo, en las zonas de mayor concentración de viviendas.

Servicios públicos.

Infraestructura hidráulica: De acuerdo con CAPA el municipio cuenta con una cobertura del servicio de agua potable del 90 %, con 6,176 tomas domiciliarias. Mientras que el porcentaje de cobertura del drenaje sanitario va del 40 al 50 %, principalmente en la cabecera municipal, en las colonias Maya Pax, Villas Tulum y Tumben'Ka, con 1,070 viviendas que cuenta con este servicio.

Actualmente en el municipio cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), dos en la cabecera municipal y una en el poblado de Akumal, existe un cárcamo de aguas residuales y una laguna de oxidación en el poblado de Chemuyil. En total el volumen de aguas tratadas es de 5,199 m³.

Electricidad: La red de energía eléctrica se encuentra dentro de la servidumbre de la carretera federal 307, de donde se bajará la energía a través de una subestación eléctrica reductora. Se prevé que la demanda de energía del proyecto no afectará la capacidad instalada en la zona.

Telefonía: En la servidumbre de la carretera federal 306 existe una red de telefonía, de donde se dotará de este servicio al proyecto por parte de Teléfonos de México, S.A. de C.V. El proyecto demandará un total de 6,352 líneas, las cuales no afectan la capacidad de la empresa en la zona.

Sistema de manejo de residuos líquidos: En cuanto a el equipamiento para el manejo de los desechos líquidos (aguas negras de tipo domestico) hay una planta de tratamiento de aguas negras con capacidad de 10 lt./seg.

Basurero municipal: Actualmente, Akumal cuenta con un tiradero municipal que ha sido clausurado, por lo tanto, en este sentido en H. Ayuntamiento de Solidaridad, establecerá las acciones a seguir para la disposición final de los desechos sólidos.

Energéticos (combustible): A la altura del Km. 265 se encuentra un expendio de combustible autorizado por PEMEX, por medio de esta gasolinera se cubrirá la demanda de combustible para la operación de la maquinaria durante la etapa de construcción del proyecto, así como durante la etapa de operación.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, A.J., Shienbaum, J., Candela, J., Ochoa, J., Badan, A., 2003. Analysis of flow variability in the Yucatan Channel. J. Geophys. Res. 108-C12, 3381, doi:10.1029/2003JC001922.
- Agrra. 2000. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA). The AGRRA Rapid Assessment Protocol.

- Aguilar-Rosas, M. 1990. Algas marinas bentónicas de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an Quintana Roo, México. En: Diversidad Biológica en la reserva de la biosfera de Sian Ka´an Quintana Roo, México. Navarro, D.L. y J. G. Robinson (eds.). Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México. 471 p.
- Almada-Villela, P.C.; Sale, P.F.; Gold-Bouchot, G. y Kjerfve, B. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinoptico del SAM. Métodos Seleccionados para el Monitoreo de Parámetros Físicos y Biológicos para Utilizarse en la Región Mesoamericana. Documento Técnico Número 4 del SAM. Belice. http://www.mbrs.org.bz
- Badan, A., Candela, J., Sheinbaum, J., Ochoa, J., 2005. Upper-layer circulation in the approaches to Yucatan Channel, in: Sturges, W., Lugo-Fernandez, A. (Eds.), Circulation in the Gulf of Mexico.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2005. Invertebrados. 2da. edición. McGraw-Hill Interamericana México, D. F. 1005 p.
- Carpenter, K.E. y N. De Angelis (Eds). The living marine resources of the Eastern Central Atlantic, Edition: Vol. 1: Introduction, crustaceans, chitons and cephalopods. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes, Publisher: FAO, pp.249-358
- Castañares, L. y Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9:295-344.
- Curiel Mondragón, Concepción, Caballero Vázquez, José Adán, Schmitter Soto, Juan Jacobo, Vásquez Yeomans, Lourdes, Aguilar Perera, Alfonso, Lista de peces marinos del Caribe mexicanoAnales del Instituto de Biología. Serie Zoología [en linea] 2000, 71 (julio-diciembre): [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2017] Disponible en:**<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45871204>** ISSN 0368-8720
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Carballo, José Luis, Gómez, Patricia, Cruz-Barraza, José Antonio, Biodiversidad de Porifera en MéxicoRevista Mexicana de Biodiversidad [en linea] 2014, 85 ( ) : [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2017] Disponible en:**<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42529679016>** ISSN 1870-3453
- Calle - Triviño, J. y F. J. Martos – Fernández. 2014. Manual de Métodos de Monitoreo en sitios permanentes en arrecifes coralinos del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Veracruz, México. 40 pp.

- Chaplin, Ch. C. G. 1972. Fishwatchers guide to west-Atlantic coral reefs. Harrowood Books, Pennsylvania. 65 pp.
- Chávez E.A. 1994. Los recursos marinos de la Península de Yucatán. Pp. 1-12. In: A. Yáñez-Arancibia (Ed.). Recursos Faunísticos del Litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 2. 136 p.
- Chávez Ortiz, E. A. 2006. Distribución e inventario de algunas especies bentónicas (hexacorales, octocorales, esponjas, y especies misceláneas) en arrecifes del Caribe mexicano. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. AS018. México, D.F.
- Colin, P. I. 1988. Marine invertebrates and plants of the living reef. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- Díaz, S. 2010. Variabilidad de los ciclones tropicales que afectan a México. Interciencia, 35(4), 306-310.
- Díaz-Ruiz, S, E. Cano-Quiroga, C. Alva-Basurto, F. Rosas-García, E. Perez-Ponce, A. Aguirre-León y M. Castillo-Rivera, 2005. Caracterización ambiental y estructura ecológica de las comunidades de peces en arrecifes coralinos de Quintana Roo. In: Proyecto Final. Proyecto de Investigación. “Ecología y Evaluación de las Comunidades y Poblaciones de Peces en Sistemas Arrecifales Coralinos del Caribe Mexicano”. LIEC/CBS-UAMI, México, 148 p.
- Díaz-Ruiz, S., E. Cano-Quiroga, A. Aguirre-León, M. A. Pérez-Hernández, R. Ortega-Bernal y E. Miranda-Blackmore. 2000. Evaluación Ecológica y Biológica de los Recursos Ictiofaunísticos Dominantes en Arrecifes Coralinos de Quintana Roo. Informe Final-Segunda Etapa, LIEC-CBS-UAM-I, México, 100 p.
- Del Valle Morales, J. (2012). Estimación de los patrones de transporte de sedimentos en la Península de Yucatán, México. REVISTA DIGITAL TLALOC AMH, 251-257.
- Enríquez Díaz, Martha, Aldana Aranda, Dalila, Chávez Villegas, José Francisco, Abundancia y diversidad larval de gasterópodos en el Caribe Mexicano en relación con la temperatura, la salinidad y el oxígeno disueltoRevista de Biología Tropical [en linea] 2014, 62 (Septiembre-Sin mes) : [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2017] Disponible en:**<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44932432021>** ISSN 0034-7744
- Ekdale, A. 1974. Marine molluscs from shallow waters environments (0 to 60 meters) off the northeast Yucatan coast, Mexico. Bulletin of marine Science (24): 638-668.
- Froese, R. y D. Pauly, 2016. FishBase. World Wide Web Electronic Publication.

- García, E., 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 5: 182
- Gómez, P. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de las esponjas (Porifera) de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyecto V005. México.
- Greenberg, J. y Greenberg I. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean. Seahawk Press. Miami. Florida, 64 pp.Gutiérrez, et al., 1993b, 1995
- Humann, P. 1993a. Reef coral identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla 239pp.
- Humann, P., 1997. Reef Fish Identification. New World Publications, Inc. USA, 396 p.
- Itriago, H. e I. Itriago, 2005. Una guía de peces. 6ta Edición.
- Jordán-Dahlgren, E., Martín-Chávez, E., Sánchez-Segura, M., y González-de la Parra, A. 1994. The Sian Ka'an Biosphere Reserve Coral Reef System, Yucatan Peninsula, Mexico. Atoll Research Bulletin. 423:1-19.
- Laguarda-Figueras, Alfredo & Solis-Marin, Francisco & Durán-González, Alicia & Ahearn, Cynthia & Estela, Blanca & Buitron, Blanca & Torres-Vega, Juan. (2005). Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano.
- Rev. Biol. Trop. 53(Suppl. 3): 109-122. Epub 2006 Jan 30.
- Lang J. C., W. M. Kenneth, P. R. Kramer, P. A. Kramer y R. N. Ginsburg, 2012. PROTOCOLOS AGRRA VERSIÓN 5.5.
- Lanza-Espino, G. 2006. Informe final* del Proyecto CQ017 Evaluación de la calidad ambiental y dinámica de la zona costera (playas) para la certificación Bandera Azul del Mpio Solidaridad, Q. Roo, México Influencia de la calidad del agua en el estado de conservación de los arrecifes coralinos de la Riviera Maya. UNAM. 309pp.
- Lara, M., Padilla, C., Espejel, J. J. y García, C. 1994. Coral Reefs of Veracruz, Mexico. I. Zonation and community structure. Proceedings of the VII International Coral Reef Symposium. Mangilao, GUAM. 1:535-544.
- Littler, D., Littler M., Bucher K. y Norris J. 1989. Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.Loya, 1972
- Littler, Mark & Littler, Diane & Brooks, Barrett. (2010). Marine Macroalgal Diversity Assessment of Saba Bank, Netherlands Antilles. PloS one. 5. e10677. 10.1371/journal.pone.0010677.

- Martínez-López, B. y Pares-Sierra, A. 1998. Circulación del Golfo de México inducida por mareas, vientos y la corriente de Yucatán. Ciencias Marinas. 24 (001):65-93.
- Maas Vargas, Martín Guadalupe, Inventario de las Esponjas Marinas (Porifera: Demospongiae)de la Colección de Referencia de Bentos Costeros de EcosurUniversidad y Ciencia [en linea] 2004, 39 ( ) : [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2017] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15403904> ISSN 0186-2979
- M. McField, M. Soto, N. Craig, A. Giro, I. Drysdale, C. Guerrero, M. Rueda, P. Kramer, S. Canty, I. Muñiz (2022). 2022 Mesoamerican Reef Report Card. Healthy Reefs Initiative. www.healthyreefs.org
- Medina, M., E. Baqueiro& D. Aldana. 2006. Guía ilustrada de conchas y caracoles de la Península de Yucatán. Ed. CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el deárea de estudiorollo. Yucatán, México. ISBN 84-96023-48-6
- Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p
- Nieto-Silva, Gabriela del Rocío et al.Taxonomía y distribución del género Spartina (Poaceae) en México. Bot. sci [online]. 2015, vol.93, n.4, pp.829-843. ISSN 2007-4476. http://dx.doi.org/10.17129/botsci.85.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 2010. 78 p.
- Ochoa, J., Badan, A., Sheinbaum, J., Candela, J., 2003. CANEK: measuring transport in the Yucatan Channel, in: Velasco, O.U., Sheinbaum, J., Ochoa, J. (Eds.), Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 275-286.
- Ortega, M., J. Godínez-Ortega y G. Garduño. 2001. Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Cuadernos del IBUNAM No. 34. UNAM, CONABIO. 594 pp.
- Padilla, C., Gutiérrez, D., Lara, M. y C. García. 1994. Coral Reefs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. Proc. 7th. Int. Coral Reef. Symp. Guam, 2:986-992.
- Padilla, C., Díaz, J., García, G., Molina, A., Yánez, B. 2005. Descripción y monitoreo ambiental de los arrecifes coralinos del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. México. Informe técnico. Bacabes, S. C. 86 pp.

- Paulo Salles, E., Mendoza, T., López, J., & Torres-Freyermuth, A. (2012). Appendini, C. Longshore Sediment Transport on the Northern Coast of the Yucatan Peninsula. Journal de Coastal Research, 1404-1417.
- Pillsbury, J.E., 1890. The Gulf Stream-A description of the methods employed in the investigation, and the results of the research. USCC-Geodetic Survey, Silver Spring, Md, 461-620.
- Porter, J.W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. Ecology. 53:745-748.
- Salazar-Vallejo, S., L. Carrera-Parra. 1997. Eunícidos (Polychaeta) del Caribe mexicano con claves para las especies del Gran Caribe: Fauchaldius, Lysidice, Marphysa, Nematonereis y Palola. Revista de Biología Tropical 45 (4): 1481-1498.
- Sentíes, Abel & Fujii, Mutue. (2002). El complejo Laurencia (Rhodomelaceae, Rhodophyta) en el Caribe mexicano.
- Stokes, F.J. 1984. Divers and snorkelers guide to the fishes and sea life of the Caribbean, Florida, Bahamas and Bermida. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia Publisher. 160 p.
- Sheinbaum, J., Candela, J., Badan, A., Ochoa, J., 2002. Flow structure and transport in YucatanChannel. Geophys. Res. Lett. 29-33, doi:10.1029/2001GL013990.
- Smith, F.G. 1972. Atlantic reef corals. A handbook of common reef and shallow-water corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil. University of Miami Press. 14pp.
- Van Tussenbroek, B.; Barba Santos, M.G.; Wong, J.G.R.; van Dijk, J.K.; aycott, M. (2010). Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico oeste = A guide to the tropical seagrasses of the Western Atlantic. Universidad Nacional Autónoma de México: Coyoacan. ISBN 978-607-02-1222-2. 75 pp.
- Ward W.C. y J.L. Wilson. 1974. General aspects of the north Eastern coast of the Yucatán Península. In field Trip 2; Annual meeting of the Geol. Soc. of America. 96-105pp.

V.1.1.1. *Referencias electrónicas*

- http://coralpedia.bio.warwick.ac.uk/
- http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/algas/algas_catalogo.html
- Herbario CICY. (2010 en adelante). Flora de la Península de Yucatán. http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/

- http://www.marinespecies.org/foraminifera/index.php
- https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm
- http://www.dof.gob.mx
- http://www.conabio.gob.mx/
- http://po.qroo.gob.mx/portal/index.php
- http://www.conanp.gob.mx
- http://www.agrra.org
- http://www.algaebase.org/
- http://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/thefishes/species/24
- http://www.fishbase.org/
- https://oref.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=9556c100e1d9424fa9b3c1748454e297

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

ÍNDICE GENERAL

V.1 INTRODUCCIÓN 5

V.2 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IA Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO. 6

INDICADORES DE IMPACTO 9

V.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 13

LISTA DE VERIFICACIÓN O CHECK LIST 13

MATRICES DE IMPORTANCIA 22

V.4 VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 26

V.5 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 28

V.6 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES 36

IMPACTOS ACUMULATIVOS 36

IMPACTOS RESIDUALES 42

V.7 CONCLUSIONES 43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN V.1. FUNCIONES ANALÍTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 7

ILUSTRACIÓN V.2. MATRIZ DE EVALUACIÓN "REHABILITACIÓN DE LA PLAYA COLINDANTE AL HOTEL SECRETS AKUMAL" 27

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA V.1. VALORES DE LOS ATRIBUTOS..... 8

TABLA V.2. INDICADORES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 10

TABLA V.3. ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL..... 13

TABLA V.4. LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS AMBIENTALES POR LAS ACTIVIDADES EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 14

TABLA V.5. LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS AMBIENTALES POR LAS ACTIVIDADES EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO 16

TABLA V.6. LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES PREVISTOS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN 18

TABLA V.7. LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES PREVISTOS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN..... 20

TABLA V.8. LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES PREVISTOS PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 22

TABLA V.9. IMPORTANCIA DEL IMPACTO (*CONESA, 1996*) 24

TABLA V.10. INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA. (*CONESA, 1996*)..... 25

TABLA V.11. ESCALA DE PONDERACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA . 26

TABLA V.12. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE GENERARÁ EL PROYECTO. 28

TABLA V.13. PROYECTOS EN EL SAR DEL PROYECTO "REHABILITACIÓN DE LA PLAYA COLINDANTE AL HOTEL SECRETS AKUMAL" 37

TABLA V.14. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDADES ANTERIORES 39

TABLA V.15. CRITERIOS PARA EL ATRIBUTO DE ACUMULACIÓN 41

TABLA V.16. IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS DEL PROYECTO..... 41

TABLA V.17. IMPACTOS AMBIENTALES RESIDUALES DEL PROYECTO 43

V.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la información referente a las obras y actividades contempladas en el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” (capítulo II) y la caracterización del SAR (capítulo IV) de esta MIA-R, en este capítulo se identifican, describen y evalúan los efectos que pueden ser generados en el ambiente por la interacción de las acciones contempladas en el desarrollo del proyecto y los componentes ambientales.

La integración de este capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la fracción V del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de evaluación del impacto ambiental, la cual establece que:

*“**La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:…***

***V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;…** ”*

Es importante considerar que en una manifestación de impacto ambiental Modalidad Regional la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales deberá estar orientada a centrarse en aquellos que puedan resultar significativos, acumulativos y residuales, entendiéndose por impacto ambiental significativo, acumulativo y residual lo dispuesto en el artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA, mismo que se cita a continuación;

“***Artículo 3o.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:***

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: *Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*

VII. Impacto ambiental acumulativo: *El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente**;…***

X. Impacto ambiental residual: *El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;*

VIII. Impacto ambiental sinérgico: *Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;”*

Asimismo, se debe considerar las fuentes de cambio del proyecto, sus perturbaciones y sus efectos, derivado de cada una de las etapas que lo componen, para que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales evalué el impacto ambiental que generará el proyecto, tal y como lo establece el artículo 4 del Reglamento de la LGEEPA:

Artículo 4o.- Compete a la Secretaría:

I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento;"

La evaluación de impactos ambientales se lleva a cabo para conocer la magnitud e importancia de dichos impactos sobre el medio físico, biótico y social con el fin de buscar alternativas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos.

La Evaluación de Impacto Ambiental se considera un proceso de análisis que anticipa tanto los Impactos negativos como positivos de las actividades del proyecto, así como para conocer la magnitud e importancia de dichos impactos sobre el medio físico, biótico y social permitiendo seleccionar alternativas e idear mecanismos de control para prevenir, mitigar y/o compensar sus efectos adversos o no deseados y potenciar aquellos que serán beneficiosos.

V.2 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO.

La construcción y operación de un proyecto propicia una serie de impactos ambientales que modifican el entorno natural, así como la vocación del suelo, ocasionando diversas alteraciones en el medio ambiente. Por ello, la metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales es la técnica que permite analizar de forma sistemática, efectiva y oportuna la interacción de las actividades a desarrollarse durante la preparación del sitio y construcción de una obra con el objetivo de identificar y categorizar los impactos ambientales y sus efectos hacia los factores ambientales del medio donde tendrá incidencia, en este caso el proyecto denominado "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal".

Actualmente existe una gran variedad de metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales; sin embargo, en la evaluación del impacto ambiental que generará alguna obra debe considerarse lo siguiente:

a) Describir la acción generadora del impacto.

b) Predecir la naturaleza y magnitud de los efectos causados por las obras y actividades del proyecto.

c) Interpretar los resultados para prevenir los posibles efectos negativos en el SAR.

Para el caso específico del proyecto denominado "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" se basó en la lista de verificación o check list, la aplicación de la lista de verificación es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en 3 fases o etapas: Construcción, Operación y Mantenimiento; de acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador se elaboró una primer lista simple de chequeo para el proyecto; también se desarrolló la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. El grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica "Ad

hoc", y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto denominado "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal".

Posteriormente se desarrolló una metodología específica para estimar los efectos adversos que podrían afectar a los componentes y factores ambientales del SAR, dicha metodología garantizara la estimación de los efectos provocados por la construcción, operación y mantenimiento del proyecto denominado "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", y que permitiera reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el mismo. Derivado de ello, el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El método de evaluación de impactos ambientales debe permitir la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta, definiendo en primer lugar si el efecto es positivo o negativo, así como su efecto temporal y espacial, tomando en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto.

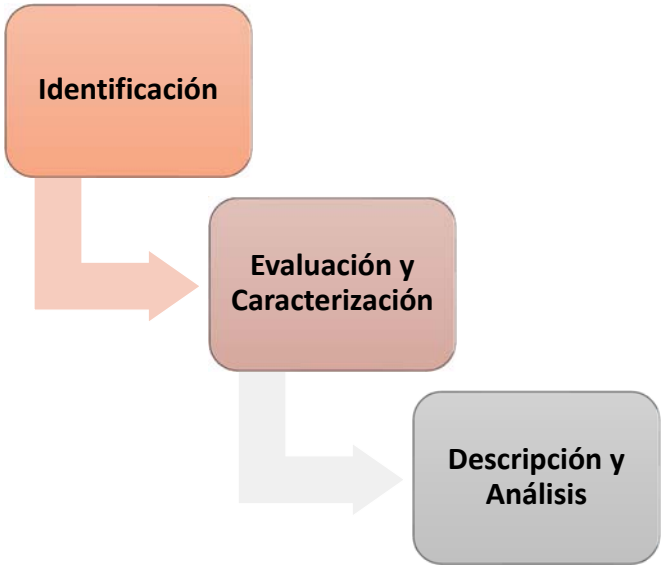


Ilustración V.1. Funciones analíticas para la evaluación de impacto ambiental

La justificación de la metodología utilizada a continuación radica en que el uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta de este, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Con base a la información descrita en los Capítulos anteriores, se procedió a realizar paso a paso la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que

generará el proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas como:

a) **Identificación:** Con la ayuda de *matrices de interacción*, se identificaron las relaciones causa-efecto, que son las posibles afectaciones ambientales producidas por las obras y actividades del proyecto. Después se elaboró un cribado para poder determinar su denominación; es decir, se establecen los impactos ambientales como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana.

b) **Evaluación y Caracterización:** Se determina la *importancia* de los impactos ambientales, la cual se define por una serie de atributos, de tipo cualitativo, que caracterizan y evalúan dicha afectación a través de una serie de 10 criterios.

c) **Descripción y Análisis:** A partir del índice de importancia de cada impacto ambiental, se hace el *análisis de la significancia* de los impactos ambientales, para poder realizar la descripción de éstos.

En este caso el valor será medido a través de la asignación del “valor de importancia” del impacto método descrito por Vitora Fdz. (1995), basado en el Método del Instituto Batelle-Colombus, llamado matriz de importancia, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos.

Para definir las acciones impactantes y los factores impactados se utilizará en este caso una lista de chequeo, una vez identificada las posibles alteraciones, se hace una previsión y valoración de estas.

La valorización cualitativa se efectuará a través de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o tipo de elemento, nos dará la idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la fórmula:

La importancia de los impactos (I= Importancia), se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde la I = importancia es resultado de los valores asignados a cada atributo de acuerdo con la siguiente **Tabla V.1**:

Tabla V.1. Valores de los atributos

Naturaleza	+ - 	Extensión (EX) (área de influencia)	1 a (>4)
Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación)	1 a 3	Efecto (EF) (Relación causa – efecto)	1 - 4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	1 a 3	Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	1 a 3
Recuperabilidad (MC) (por medios humanos)	1 a 8	Intensidad (I) (Grado de destrucción)	1 a 12
Momento (MO)	1 a (>4)	Reversibilidad (RV)	1 a 4

(Plazo de manifestación)			
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	1 a 4		

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100; Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

En este caso, con la metodología de valor de importancia un impacto significativo equivaldría a más de un impacto con valor de importancia crítico o varios impactos residuales y/o acumulativos con un valor de importancia severo.

Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de esta.

Es muy importante resaltar que en esta metodología basada en la matriz de doble entrada se relacionan las acciones o actividades contra los factores o elementos ambientales, en relación con otras metodologías comunes que relacionan los impactos considerados por el evaluador contra los elementos ambientales.

Se considera que la ventaja de esta metodología de relacionar las acciones y no los impactos, es que los posibles impactos son resultado de la identificación y evaluación, lo que evita la redundancia y la sub-valoración o sobre-evaluación de las acciones.

INDICADORES DE IMPACTO

Para identificar los posibles impactos ambientales con la inclusión del proyecto denominado “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” consistente en la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y que se localizarán a 25 m de la línea de costa (a una profundidad en torno a 1 m), cuyas estructuras se construirán con cubos de concreto, con una sección trapezoidal que permitirán la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR; es necesario establecer indicadores que señalen su efecto y tendencia. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial, o bien están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y adimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto, lo que en este caso se logró con el método de la Matriz de Importancia, ya que el índice de importancia uniformiza los criterios. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como *“la expresión medible de un impacto ambiental*” con y sin proyecto, por lo que son variables

simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, indicadores cualitativos, tienen un valor cuantitativo, y los que se utilizaron cumplen con los siguientes requisitos:

- **Representatividad**.- Se refiere a que es un indicador que evidencia los cambios al elemento afectado.
- **Relevancia**.- La información que aporta es indicativa en términos de tiempo y espacio.
- **Excluyente**.- Que no es repetitiva con otros indicadores, lo que podría llevar a una sobreevaluación de algunos efectos.
- **Cuantificable**.- Que es medible en términos cuantitativos de requerirse.
- **Fácil identificación**.- que es claro y conciso.

LISTA DE INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Con el fin de elegir los indicadores ambientales que sean representativos y de relevancia en el área de estudio se eligieron los elementos que en base a la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico son cuantificables y de fácil identificación.

A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, se eligieron los indicadores para este sitio en particular. A continuación se describe el término en que se evaluó cada uno de los indicadores en la **Tabla V.2**:

Tabla V.2. Indicadores ambientales para la evaluación de impacto ambiental

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante
Abiótico	**Atmósfera**	**Calidad perceptible del aire**	Calidad del aire expresada en términos de percepción ausencia o presencia de contaminantes, los cuales se infieren por el tipo de actividades e insumos a utilizar, así como la concentración de polvo y partículas es suspensión, según la superficie y la población afectada en cada zona.
		Nivel de ruido	Es el grado de bienestar o confort en función del nivel del ruido durante el día y la noche. Es el nivel sonoro en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental y se determina, por los datos conocidos de la medida ponderada del nivel equivalente (Leq.dB(A) de los equipos y maquinaria a utilizar.
		Microclima	Se refiere a los elementos que conforman el clima en micro escala, como el efecto albedo, humedad, insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort social.
		Composición gaseosa	Índice de calidad del aire, promedio diario del nivel de inmisión de CO, NO_2, SO_2 y concentración de hidrocarburos.

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante
		Acústica	Nivel sonoro equivalente diurno o nocturno en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental.
	Geología	**Material (tipo de roca)**	Unidades homogéneas de roca.
		Afloramientos rocosos	Variación de riesgos existentes y desplazamiento de materiales.
	Suelo	**Erodabilidad**	Media ponderada de materiales desplazados.
		Calidad del suelo	Son los niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y el subsuelo que modifican su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos, naturales.
		Cantidad y tipos de suelo	Este rubro se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo así como al tipo de suelo existente y los que serían afectados por las obras.
		Relieve y carácter topográfico	Se refiere a la superficie que será alterada, directa e indirectamente, por las obras o modificación de la topografía.
	Agua	**Calidad del agua subterránea**	Este elemento resulta particularmente sensible en el sistema debido a dos condiciones exclusivas de la Península de Yucatán que corresponden a la existencia de un sustrato calcáreo de alta permeabilidad donde el principal reservorio de agua dulce corresponde al manto freático, del que depende el abastecimiento de agua para la población y que desemboca finalmente al mar.
	Paisaje Fondo escénico y estético	**Naturalidad.**	Son los espacios sin modificación del paisaje en donde no se han producido actuaciones humanas y estas pueden ser: espaciales, puntuales lineales y superficiales.
		Calidad Paisajística y Visual	Está conformada por tres elementos de percepción: por las características intrínsecas del sitio, por la calidad visual y la calidad de fondo escénico.
		Fragilidad	Unidad de paisaje definida y su calidad: grado de excelencia o méritos de conservación de cada unidad y del conjunto.
Biótico	**Vegetación**	**Abundancia de la vegetación**	En este elemento se evalúa su composición en número de especies, de ejemplares por especie y distribución. Así como la superficie que ocupa cada ecosistema con obra y sin obra.

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante
		Diversidad de la vegetación	Cambios en superficie (área) de la cobertura vegetal / ecosistema. Superficie vegetación azonal activa (en el estado de conservación de los ecosistemas. Distribución ecosistemas. Abundancia de especies vegetales. Abundancia especies vulnerables. Diversidad y composición de especies -Riqueza de especies.
		Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
	Fauna	**Diversidad de la fauna**	Abundancia especies migratorias. Abundancia especies dominantes. Diversidad y composición de especies. Riqueza de especies.
		Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies faunísticas que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
		Sucesión ecológica	Afectación a los microecosistemas por el efecto barrera.
Socioeconómico	**Territorio, Servicios e infraestructura.**	**Compatibilidad del uso de suelo y cuerpos de agua**	Son las actividades que se desarrollan en el predio y sus colindancias, así como la política de uso, y la capacidad de recepción del proyecto, evaluando la congruencia con el desarrollo económico y social en la zona.
		Infraestructura Redes de abastecimiento básico	Es el impacto que tendrá el proyecto en la red de abastecimiento en el área, como es el abastecimiento y tratamiento del agua, electricidad y comunicaciones en cuanto a la demanda que tendrá de ellos el proyecto, y se mide en función del incremento de esta necesidad a nivel local.
	Salud y Seguridad social	**Número de accidentes laborales por actividad**	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
		Calidad de vida	Factores económicos: el ingreso del país y el de los habitantes; la empleabilidad y la vivienda. Factores sociales: como condiciones de paz o guerra, servicios, políticas públicas y seguridad. Factores culturales: que incluyen educación, espacios de recreación y tiempo libre. Factores ambientales: recursos naturales y calidad del aire. Factores de salud: atención médica, estado físico y emocional, y esperanza de vida de las personas.

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante
	Economía	**Nivel de empleo**	Este corresponde a uno de los rubros socioeconómicos más importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción, en los cuales se requiere de trabajadores en todas sus etapas. Si bien esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, suele también producir afectaciones de tipo social como: migración, marginación, demanda de servicios, entre otros.
		Cambio de valor de suelo	El valor del suelo dependiendo de la aptitud territorial y el tipo de actividad a realizar puede aumentar o verse degradado.
		Derrama económica	En este rubro se contempla la afectación a la economía local y regional, que puede ser directa o indirecta, como son los ingresos a la administración o economía local, el nivel de consumo.
		Actividades Urbanas	Patrón de distribución de los asentamientos humanos en el espacio.

V.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

LISTA DE VERIFICACIÓN O CHECK LIST

A continuación se presentan los listados de las actividades por cada etapa del proyecto, posteriormente el Check List compuesto que consiste únicamente en listar las acciones y factores ambientales sin discutirlos. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del sistema ambiental, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados.

Por lo que en la siguiente Tabla se muestran las actividades o acciones que se llevarán a cabo durante las diferentes etapas del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”:

Tabla V.3. Actividades generadoras de impacto ambiental

Acciones identificadas como resultado del desarrollo del proyecto que podrían causar impactos		
ETAPA	**No**	**Acción**
Preparación	1	Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo.
	2	Preparación de equipo y maquinaria (para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación)
	3	Trazo y marcaje del eje de los arrecifes artificiales (estructuras E1 y E2)
	4	Colocación de malla geotextil de protección

Acciones identificadas como resultado del desarrollo del proyecto que podrían causar impactos		
ETAPA	**No**	**Acción**
	5	Ahuyentamiento de fauna acuática
Construcción	6	Operación de maquinaria y vehículos
	7	Construcción de arrecifes (colocación de elementos prefabricados)
	8	Manejo de residuos sólidos
Operación y Mantenimiento	9	Operación del programa de Vigilancia Ambiental
	10	Limpieza y mantenimiento de instalaciones

Una vez identificadas las actividades o acciones que llevara a cabo el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, se identifican los factores ambientales que se impactarán en las diferentes etapas por el desarrollo del proyecto, ya sea positiva o negativamente.

A continuación se enlistan los factores ambientales que se verán afectados:

Tabla V.4. Lista de chequeo para identificar los elementos ambientales por las actividades en la etapa de preparación y construcción del proyecto

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de preparación y construcción del sitio?
Atmósfera	**Calidad perceptible del aire**	Si, las actividades de trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo, así como la preparación de equipo y maquinaria para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación generan polvos y sólidos suspendidos que generalmente se acumulan en los alrededores del sitio.
	Nivel de ruido	Si, el nivel sonoro se modifica en las áreas de trabajo, por las labores de construcción y presencia de trabajadores, el paso de vehículos, en el horario de trabajo al retirarse el nivel sonoro regresa a la normalidad.
	Composición gaseosa	Si, de manera temporal por transportes de materiales y por la circulación de vehículos, maquinaria o equipo para la construcción del proyecto.
Suelo	**Calidad del suelo**	Si, en las áreas de resguardo de las estructuras prefabricadas de los arrecifes por la delimitación de áreas de almacenamiento, ya que existe la posibilidad de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos derivado de tales acciones de preparación.
Fisiografía	**Estabilidad de la línea de costa.**	No, no se modificará la movilidad de la línea de costa y conformación de la playa en el área de incidencia de las estructuras de protección, considerando las variables velocidad y dimensión de cambio.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de preparación y construcción del sitio?
Agua	**Modificación de la corriente marina (velocidad y dirección de corrientes y altura de olas).**	No, no se alterarán las variables que describen el movimiento del agua (velocidad y dirección), y de las olas (asomeramiento, refracción, difracción y reflexión), por efecto de la construcción de las estructuras de protección.
	Calidad del agua marina y dinámica de la playa.	Sí, en la etapa de preparación y construcción si no se llevan a cabo las medidas adecuadas podría existir cambio en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua superficial por la dispersión de residuos, suspensión de sedimentos del fondo marino, fuga o derrame de hidrocarburos y otras sustancias propias de la construcción.
	Dispersión de sedimentos en el fondo marino.	Sí, probable modificación del proceso de movimiento de partículas sólidas en el fondo marino, considerando las variables velocidad y distancia de deposición, así como del volumen y tipo de partículas sedimentadas.
Paisaje, fondo escénico y estético	**Naturalidad. Calidad Paisajística y Visual Fragilidad**	Sí, el paisaje se ve temporalmente afectado por las labores de preparación del sitio con diversos materiales y presencia de maquinaria y equipo; sin embargo, se pretende que el proyecto se integre al medio natural de la zona, cuya obra se encuentra planeada dentro de una perspectiva de arquitectura de paisaje en donde se respetara y elevara la calidad ecológica del mismo.
Vegetación acuática	**Abundancia y diversidad de la vegetación**	No, no se afectará la composición en número de especies, de ejemplares por especie ni distribución, no habrá cambios en superficie de cobertura vegetal ni en la diversidad y composición de especies - Riqueza de especies dado que las obras del proyecto se realizarán en zonas desprovistas de vegetación acuática, mismo que es un ambiente de arenal.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No, si bien existen especies de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área del proyecto estas no serán afectadas por el desarrollo de las actividades de este.
Fauna acuática	**Abundancia y Diversidad de la fauna acuática.**	No, considerando que no habrá disminución del número de individuos ya que estos se desplazan en los sitios aledaños en las áreas en construcción, rehabilitación de playa y transporte de materiales.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No, dado que previamente se rescatará, ahuyentara o reubicará la posible fauna encontrada dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Socioeconomía	**Nivel de empleo**	Sí, se generarán empleos temporales directos e indirectos para la preparación del sitio, trazo, delimitación de áreas de almacenamiento de las estructuras de protección, lo que permite el aumento de la calidad de vida de personal de la región.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de preparación y construcción del sitio?
	Derrama económica	Si, el mejoramiento, rehabilitación y conservación de la playa viene a representar un incremento de la infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas a nivel regional, considerándose una opción más, con características específicas, ambientalmente amigable, para el fortalecimiento del turismo nacional e internacional.

Tabla V.5. Lista de chequeo para identificar los elementos ambientales por las actividades en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de operación y mantenimiento del sitio?
Atmósfera	**Calidad perceptible del aire**	No, en esta etapa las emisiones son por la combustión de equipos y vehículos, no se generan emisiones perceptibles.
	Nivel de ruido	Si, se generará ruido por las actividades que se realicen en área del proyecto. En general se mantiene en buenas condiciones para tener un ambiente de confort sonoro.
Suelo	**Calidad del suelo**	No, en esta etapa no se modificará la calidad del suelo.
Fisiografía	**Estabilidad de la línea de costa.**	No, no se modificará la movilidad de la línea de costa y conformación de la playa en el área de incidencia de las estructuras de protección, considerando las variables velocidad y dimensión de cambio.
Agua	**Calidad del agua subterránea**	No, no se modifica la calidad del agua subterránea, se contempla el adecuado manejo de residuos sólidos y el uso de sanitarios ya construidos dentro del proyecto durante la etapa de operación del proyecto.
	Calidad del agua marina y dinámica de la playa.	No, en la etapa de operación y mantenimiento solo se dará mantenimiento a las obras que ya se encuentran en la zona de playa.
	Dispersión de sedimentos en el fondo marino.	No, la probable modificación del proceso de movimiento de partículas sólidas en el fondo marino fue consideradas en la etapa de preparación del sitio del proyecto.
Paisaje Fondo escénico y estético	**Naturalidad. Calidad Paisajística y Visual Fragilidad**	No, en esta etapa el proyecto se habrá integrado al medio natural de la zona, en donde se respetará y elevará la calidad ecológica del mismo.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de operación y mantenimiento del sitio?
Vegetación acuática	**Abundancia y diversidad de la vegetación**	No, no se afectará la composición en número de especies, de ejemplares por especie ni distribución, no habrá cambios en superficie de cobertura vegetal ni en la diversidad y composición de especies - Riqueza de especies dado que las obras del proyecto se realizarán en zonas desprovistas de vegetación acuática, mismo que es un ambiente de arenal.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No, esta etapa considera actividades de mantenimiento y restauración para las áreas aledañas al sitio del proyecto bajo los programas ambientales que se implementarán.
Fauna acuática	**Abundancia y Diversidad de la fauna acuática.**	No, la fauna que permanezca en el predio se adaptará a la presencia de la gente y a las actividades de operación.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Si, en esta etapa se genera una nueva dinámica de las especies que permanezcan en el sitio y la llegada de especies oportunistas; sin embargo, se contempla dar seguimiento con el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto.
Socioeconomía	**Nivel de empleo**	Sí, se generarán empleos permanentes.
	Derrama económica	Si, la rehabilitación y conservación de la playa favorece el desarrollo de diversas actividades turísticas que implican la generación directa e indirecta de actividades económicas entre pobladores y empresas locales y regionales y turistas.

Una vez que se identificaron los factores que pueden ser impactados, así como las actividades que generan modificaciones, se describen a continuación los impactos ambientales potenciales positivos y negativos previstos en cada una de las etapas del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”:

A cada impacto se le clasificó como negativo, en el caso de que sus efectos provocaran un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la calidad ambiental del SAR o implicaban una mejoría en los procesos socioeconómicos que lo caracterizan.

En la Tabla V.6 se presenta la lista de chequeo correspondiente a la etapa de Preparación del sitio, en la Tabla V.7 la lista de chequeo para la construcción y en la Tabla V.8 se muestra la lista de chequeo de las etapas de operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla V.6. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
1	Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo.	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Atmósfera	Aeropartículas minerales y Composición gaseosa	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Porcentaje o índices de la utilización de servicios y de consumo	Demanda de insumos y servicios
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Fauna	Abundancia de especies dominantes y diversidad y composición de especies de fauna	Reducción de hábitats acuáticos
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de la fauna acuática
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre
		Flora	Densidad y riqueza	No hay perdida de individuos de vegetación dado que el proyecto implementara nuevas obras en cuyas zonas se encuentran desprovistas de vegetación acuática, mismo que se desplantará en zona de arenales.
		Paisaje	Calidad Paisajística y Visual.	Alteración por el movimiento de tierras y la composición paisajística del sitio.
		Paisaje	Calidad Paisajística y Visual.	Modificación constante del paisaje
2	Preparación de equipo y	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
	maquinaria (para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación)			peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de la posible fauna terrestre del predio del proyecto
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
		Flora	Densidad y riqueza	No hay perdida de individuos de vegetación dado que el proyecto implementara nuevas obras en cuyas zonas se encuentran desprovistas de vegetación.
3	Trazo y marcaje del eje de los arrecifes artificiales (estructuras E1 y E2)	Fisiografía	Relieve	Alteración de la geomorfología prevaleciente en la superficie específica donde se tendrán que realizar obras y actividades del proyecto
		Fisiografía	Estabilidad de la línea de costa	Modificación en la movilidad de la línea de costa y conformación de la playa en el área de incidencia de las estructuras híbridas de protección
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Agua	Calidad	cambio en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua superficial por la dispersión de residuos, suspensión de sedimentos del fondo marino, fuga o derrame de hidrocarburos y otras sustancias propias de la construcción
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de la posible fauna acuática del predio del proyecto
		Flora	Densidad y riqueza	No hay perdida de individuos de vegetación dado que el proyecto implementara nuevas obras
4	Colocación de malla geotextil de protección	Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Atmósfera	Calidad	Sin riesgo de contaminación atmosférica por ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
5	Ahuyentamiento de fauna acuática	Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Densidad y riqueza	Reubicación de individuos rescatados
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de la posible fauna terrestre del predio del proyecto
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres

Tabla V.7. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
6	Operación de maquinaria y vehículos	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
7	Construcción de arrecifes (colocación de elementos prefabricados)	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
8	Manejo de residuos sólidos	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo en las zonas donde se almacenará y distribuirán las estructuras de protección prefabricadas.
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo en las zonas donde se almacenará y distribuirán las estructuras de protección prefabricadas.
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos en las zonas donde se almacenará y distribuirán las estructuras de protección prefabricadas.
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de la posible fauna terrestre del predio del proyecto
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios

Tabla V.8. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
9	Operación del programa de Vigilancia Ambiental	Agua	Modificación de la corriente marina	Alteración las variables que describen el movimiento del agua (velocidad y dirección), y de las olas (asomeramiento, refracción, difracción y reflexión), por efecto de la construcción de las estructuras de protección
		Agua	Calidad	Mantenimiento en la calidad del agua
		Agua	Modificación de la corriente marina	Reducción de la alteración de las variables que describen el movimiento del agua (velocidad y dirección), y de las olas (asomeramiento, refracción, difracción y reflexión), por efecto de la construcción de las estructuras de protección
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo
		Flora	Densidad y riqueza	Sin afectación de la densidad vegetal aledaña a sitio del proyecto y creación de hábitat para colonización de vegetación acuática
		Fauna	Densidad y riqueza	Creación de hábitat para la fauna
10	Limpieza y mantenimiento de instalaciones (Estructuras 1 y 2)	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios

MATRICES DE IMPORTANCIA

Las matrices permiten identificar los impactos ambientales que se generan por la realización de las obras y actividades que conforman el proyecto y que se complementa con la información obtenida en las listas de chequeo, permitiendo con ello identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales positivos y negativos que serán generados con la implementación del proyecto.

Para la identificación y caracterización de los efectos ambientales generados por la implementación del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” se aplicó la metodología denominada Matriz de Importancia. Esta técnica emplea los siguientes criterios para la evaluación de los impactos ambientales y de las actividades del proyecto:

Para la evaluación en la *Matriz de Importancia* de la metodología elegida se utilizaron los siguientes criterios:

Signo: (+) benéfico (-) perjudicial

Se refiere al efecto benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los componentes o factores ambientales considerados.

El impacto se considera positivo cuando el resultado de la acción sobre un factor ambiental produce una mejora de la calidad ambiental de este último. Por el contrario, el impacto se considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado.

I= ***Intensidad****:* Grado de incidencia sobre el factor, 1 a 12, éste último representa la total destrucción, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias Intensidad Muy alta (8); Intensidad Alta (4); Intensidad Media (2).

Ex= ***Extensión****:* Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno en que se manifiesta), donde los valores asignados son 1: puntual; 2: parcial; 4: extenso; 8: total.

Mo= ***Momento****:* El tiempo transcurre entre la acción y la aparición del efecto; Inmediato y corto plazo (4), 1-5 años de plazo (2), largo plazo más de 5 años (1).

Pe= ***Persistencia****.* Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales naturalmente o mediante introducción de medidas correctoras. Fugaz: menos de 1 año (1); temporal menos de 10 años (2); permanente más de 10 años (4).

Rv= ***Reversibilidad****:* La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, a corto plazo (1); a mediano plazo (2); si el efecto es irreversible se le asigna el máximo de 4.

Mc= ***Recuperabilidad****:* La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de medidas correctoras. Se asignan valores de 1 a 8 éste último se asigna si el impacto es irrecuperable.

Si= ***Sinergia****:* Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, que es superior a la suma, el criterio toma valores de 1 a 4.

Ac=***Acumulación****:* Este criterio da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado, los valores van de 1 si no es acumulativo, y 4 si es acumulativo.

Ef= ***Efecto****:* Se refiere a la relación causa – efecto, es decir la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, el efecto es directo o primario (4), o secundario, indirecto (1).

Pr= ***Periodicidad****:* Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto; sea cíclica o recurrente (efecto periódico), o impredecible en el tiempo (irregular), 0 constante en el tiempo (continuo). Los valores van de 1 en los discontinuos, 4 en continuos y 2 en periódicos.

Importancia de impacto (I): Es la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, es la estimación del impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto. La importancia se calcula empleando la siguiente fórmula:

I = ± [(3(IN) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)]

Todos los criterios van a dar el valor de Importancia del impacto; es decir, la importancia de la acción sobre el factor ambiental, independientemente de la importancia del factor ambiental.

Para la valoración de las acciones y actividades del proyecto que generarán los impactos ambientales se emplearon los criterios que se muestran en la siguiente tabla de manera resumida:

Tabla V.9. Importancia del impacto (*Conesa, 1996*)

Criterio	Descripción	Símbolo	Manifestación	Valor
Naturaleza		Signo	Impacto benéfico	+
			Impacto perjudicial	-
Extensión	Área de influencia	EX	Puntual	1
			Parcial	2
			Extenso	4
			Total	8
			Critico	+4
1Persistencia	Permanencia del efecto	PE	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
Sinergia	Regularidad de la manifestación	SI	Sin sinergia (simple)	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
Efecto	Relación causa-efecto	EF	Indirecto	1
			Directo	4
Recuperabilidad	Reconstrucción por medios humanos	MC	Recuperable de manera inmediata	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable	4
			Irrecuperable	8
Intensidad	Grado de destrucción	I	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy alta	8
			Total	12
Momento	Plazo de la manifestación	MO	Largo plazo	1
			Medio plazo	2
			Inmediato	4
			Critico	+4
Reversibilidad		RV	Corto plazo	1
			Medio plazo	2
			Irreversible	4
Acumulación	Incremento progresivo	AC	Simple	1
			Acumulativo	4

Criterio	Descripción	Símbolo	Manifestación	Valor
Periodicidad	Regularidad de la manifestación	PR	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4
Importancia		I	I=±[3I+2EX+MO+PE+RV+SI +AC+EF+PR+MC]	

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100, tal como se enlista y se muestra en la siguiente tabla:

- ✓ Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas.
- ✓ Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- ✓ Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75.
- ✓ Críticos cuando el valor sea superior a 75.

Tabla V.10. Interpretación de los valores de importancia. (*Conesa, 1996*)

Impacto	Valor numérico
Irrelevantes o compatibles	Menores de 25
Moderados	25-50
Severos	50-75
Críticos	+75

Una vez que se obtiene el valor de importancia de cada casilla de cruce se realiza una valoración cualitativa de cada una de las acciones impactantes y de cada factor ambiental que ha sido objeto de impacto.

La suma algebraica del valor de importancia de cada columna nos indicara la acción más agresiva, altos valores negativos, las poco agresivas bajos valores negativos y las beneficiosas con valores positivos, en la suma algebraica por filas, nos indicara los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto.

El impacto final cualitativo se obtiene de la suma de los impactos en la etapa de operación y los de las etapas de preparación y construcción que sean permanentes.

Los resultados de las sumas, pierden la cualidad cuantitativa, ya que no son resultado de la valoración de los criterios, son cualitativas, ya que el algoritmo creado para su cálculo, es función del grado de manifestación cualitativa de los criterios que en el intervienen, por lo que tampoco aplican los valores de los rangos antes descritos.

Es muy importante señalar que al igual que sucede con los valores de los distintos criterios, los valores de las cuadriculas de una matriz no son comparables, pero sí lo son cuadriculas y símbolos que ocupen lugares. No equivalentes en matrices que reflejen resultados de alternativas de un mismo proyecto, o previsiones de estado de situación ambiental consecuencia de la introducción de medidas correctivas.

Tabla V.11. Escala de ponderación de impactos para el área de influencia

Valor	Impacto
0-350	Irrelevante o compatible
350-700	Moderado
700-1000	Severo
1000-1500	Critico
>1500	Total

V.4 VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

El listado de actividades utilizado para la matriz de identificación y ponderación de impactos se agrupa en cada etapa del proyecto de la siguiente manera:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

Los factores ambientales para considerar son atmósfera, suelo, agua, flora, fauna, y paisaje, y factores socioeconómicos. Una vez obtenidas estas listas se analizan con la matriz de interacciones, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se construyen las matrices, que son:

✓Matriz de identificación. En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales.

Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. La matriz de identificación de impactos ambientales se presenta en la siguiente sección.

Una vez que se cuenta con las dos entradas de la matriz, se procedió a realizar la valorización de los impactos, lo que resulto en la siguiente matriz, y se observa que el mayor número de impactos negativos se generan en la etapa de preparación y construcción del sitio, y la mayoría son irrelevantes:

Para una mejor lectura y comprensión de la Matriz se presenta el ANEXO 3 el cual contiene esta matriz con formato doble carta y el resumen de esta en el ANEXO 3.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"

MATRIZ DE EVALUACIÓN

EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE				Etapa de Preparación del sitio						Etapa constructiv				Etapa de Operación y mantenimiento			
				1	2	3	4	5		6	7	8		9	10		
Sistema	Subsistema	Factor	Indicador	Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo.	Preparación de equipo y maquinaria (para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación)	Trazo y marcaje del eje de los arrecifes artificiales (estructuras E1 y E2)	Colocación de malla geotextil de protección	Ahuyentamiento de fauna acuática	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	Operación de maquinaria y vehículos	Construcción de arrecifes artificiales (colocación de elementos prefabricados)	Manejo de residuos sólidos	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Operación del programa de Vigilancia Ambiental	Limpieza y mantenimiento de instalaciones	ETAPA DE OPERACIÓN	TOTAL
Medio físico	Medio abiótico/biotico	Atmosfera	Generación de polvo	-25	-22	0	0	0		-22	-22	0		24	24		
			Nivel de ruido	-20	0	-19	0	0		-22	-22	24		24	0		
			Calidad del aire	-25	-19	-19	0	0		-22	-22	24		24	0		
		Total Atmosfera		**-70**	**-41**	**-38**	**0**	**0**	**-149**	**-66**	**-66**	**48**	**-84**	**72**	**24**	**96**	**-137**
		Suelo	Calidad del suelo	-25	-25	0	0	0		-25	0	0		24	0		
		Total Suelo		**-25**	**-25**	**0**	**0**	**0**	**-50**	**-25**	**0**	**0**	**-25**	**24**	**0**	**24**	**-51**
		Agua	Calidad del agua	-21	-21	-21	24	24		-19	-19	24		**24**	**24**		
			Modificacion de la corriente marina (velocidad y dirección de corrientes y altura de olas).	-19	-19	-19	0	0		-19	-19	0		**-19**	**-19**		
			Dispersión de sedimentos en el fondo marino.	-19	-19	-19	24	24		-19	-19	24		**24**	**0**		
		Total Agua		**-59**	**-59**	**-59**	**48**	**48**	**-81**	**-19**	**-19**	**24**	**-14**	**29**	**5**	**34**	**-61**
		Fisiografía	Estabilidad de la línea de costa (Modificación del transporte litoral)	0	0	-19	0	0		**0**	**-19**	**0**		**24**	**0**		
			Alteración del perfil de playa	0	0	-19	0	0		-19	-19	0		24	24		
		Total de flora		**0**	**0**	**-38**	**0**	**0**	**-38**	**-19**	**-19**	**0**	**-38**	**48**	**24**	**72**	**-4**
		Biota marina	Diversidad-abundancia	**0**	**0**	**0**	**24**	**21**		0	-19	0		24	0		
			Reducción del habitat	0	0	0	0	21		0	-19	0		24	0		
		Total de fauna		**0**	**0**	**0**	**24**	**42**	**66**	**0**	**-19**	**0**	**-19**	**48**	**0**	**48**	**95**
		Paisaje	Estructura / calidad	-19	-19	-19	0	0		-19	-19	0		24	19		
		Total de paisaje		**-19**	**-19**	**-19**	**0**	**0**	**-38**	**-19**	**-19**	**0**	**-38**	**24**	**19**	**43**	**-33**
	Total impacto medio abiótico/biotico								**-290**				**-218**			**317**	
Total medio físico																	**-191**
Medio socio-económico	Socio-Económico	Economía y población	Empleo temporal	20	24	19	19	24		16	22	22		24	19		
			Cálidad de vida	0	0	0	0	0		0	0	0		24	0		
		Total economía y población		**20**	**24**	**19**	**19**	**24**	**106**	**16**	**22**	**22**	**60**	**48**	**19**	**67**	**233**
	Total impacto medio-económico								106				60			**67**	
Total medio socio-económico																**233**	
Impacto Ambiental total (E.I.A.)																**42**	

Ilustración V.2. Matriz de Evaluación "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"

V.5 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores y atributos ambientales afectados; asimismo, considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o aumentar los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello predecir las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos en caso de que el proyecto genere, para este fin será incorporada la información presentada referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado en el Capítulo IV del presente.

Una vez identificadas las interacciones se realizó un cribado para determinar y denominar los principales impactos ambientales que generará el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, así como los factores del medio natural identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del proyecto como lo son atmósfera, suelo, agua, flora, fauna, y paisaje, y factores socioeconómicos. A continuación, se describen los impactos identificados para cada factor:

Tabla V.12. Descripción de los impactos ambientales que generará el proyecto.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
Abiótico	Atmósfera	Calidad atmosférica	**Contaminación atmosférica**. Incremento de la concentración de partículas y sustancias contaminantes criterio en la atmósfera por las emisiones de los automotores derivado de la operación de vehículos y maquinaria pesada y movimientos de tierra. Toda vez que, para el desarrollo de las obras y actividades del proyecto será necesario contar con la maquinaria, equipos automotores, vehículos para el transporte de personal, los que, como parte de su operación, emiten gases y partículas contaminantes al medio ambiente. Por un lado, tenemos que la operación de equipos automotores en sitios con suelos con baja humedad genera suspensión de pequeñas partículas sólidas del suelo, problema que se incrementa cuando existe viento que ayuda a su dispersión hacia áreas aledañas. Por otro lado, se tiene que los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión interna producen, la mayoría de ellos,

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes. Las emisiones evaporativas son principalmente de hidrocarburos y se tienen con los vehículos automotores en reposo con el motor caliente, de combustible en circulación y durante la recarga de combustible. Y, por otro lado, las emisiones del tubo de escape se producen por la quema del combustible, conteniendo los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO2), óxidos de nitrógeno (NOX), hidrocarburos no quemados (HC), partículas sólidas, entre otros de menor concentración. Estas emisiones dependen del tipo de vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones, donde vehículos y maquinaria pesada de modelos recientes cuentan con tecnología más avanzada para la reducción de emisiones contaminantes. El mantenimiento que se dé a los vehículos automotores y factores operativos, como la velocidad de operación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características de los combustibles determinan la concentración de los contaminantes en las emisiones de los tubos de escape El ruido fue calificado como un impacto **No Significativo** ya que será de corta duración y gran recuperabilidad, los equipos se mantendrán en buenas condiciones de funcionamiento. La contaminación por gases y polvos se calificó como impacto **No Significativo** debido a que debido a que el área donde se desarrolla el proyecto recibe las corrientes de aire provenientes del mar y no existen obstáculos para la dispersión de los contaminantes.
		Confort sonoro	**Alteración al confort sonoro.** Este impacto se dará por el uso de maquinaria y equipo, las cuales generan emisiones de gases de combustión y ruido, provenientes de la operación de vehículos para el transporte de persona y materiales de construcción, y equipos automotores, como grúas, bomba dosificadora de mortero, excavadora, tractor y embarcaciones. Sin embargo, estas fuentes que generarán los impactos se encontrarán en espacios abiertos y sólo estarán activas en horarios laborales, lo que permite la dispersión de polvos y

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			ruido, además que solo se darán temporalmente. Por lo que se considera un impacto **No Significativo**, ya que será de corta duración.

	Suelo	Calidad	**Pérdida de suelo y alteración a su calidad**. Entre las áreas que deberán ser acondicionadas para que puedan funcionar para el desarrollo de las actividades que se tienen contempladas como parte del proceso constructivo están patio de maniobras, áreas de embarque y áreas de bombeo. La mayoría de los caminos de acceso ya están habilitados y operando. Las áreas de maniobras y bombeo también debe ser niveladas y compactadas temporalmente para que sean operativamente seguras, funcionales y se mitiguen posibles impactos ambientales. Para ello, además de delimitarse, deben ser niveladas, compactadas y acondicionada para controlar posibles fugas y derrames de hidrocarburos y concreto, así como la dispersión de otros tipos de residuos. El área de embarque, además de ser delimitada para propia seguridad de maniobra de los trabajadores, se deberá nivelar y compactar para evitar que la maquinaria quede varada con el peso que representa la carga y descarga de los elementos a manipular. Con el proceso de compactación del suelo se provoca un cambio de la porosidad total del suelo, en este caso por tratarse de una playa, suelo arenoso, que se caracteriza por tener una textura gruesa. En este caso, la compactación genera un cambio en el tamaño de poros, disminuyendo su tamaño y, por lo tanto, la velocidad de lixiviación, movimiento de agua y se incrementa la capacidad de retención de agua u otros líquidos. Los impactos identificados que incidirán sobre el suelo corresponden a su contaminación por cualquier tipo de residuos, su compactación y su pérdida. Las actividades que podrían contaminar el suelo son todas aquellas que implican la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos. Sin embargo, se consideró como Impacto **No Significativo**, ya que el proyecto incluye dentro de su diseño la implementación de diversas medidas de prevención que garantizan que los residuos se manejarán adecuadamente de tal forma que el riesgo de contaminación disminuye considerablemente. Ninguno de estos impactos fue calificado como Significativo. La compactación y pérdida de suelo además no son acumulativos ni sinérgicos.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
	Agua	Calidad	**Probable alteración en la calidad del agua marina.** Con la instalación de las nuevas estructuras destinadas a la recuperación de la playa, se ocasionará la resuspensión de sedimento por la turbulencia ocasionada incrementando la turbidez del agua, principalmente en la colocación de los primeros elementos estructurales que son los que impactarán directamente en el fondo ocasionando que el sedimento flote. Es por ello que este factor del agua podría verse afectado por la realización de las obras y actividades dentro del cuerpo de agua, principalmente por la suspensión de sedimentos, no tanto por la descarga de contaminantes. El principal indicador para evaluar el impacto en este componente ambiental será: Nivel de contaminación y contaminantes presentes en el cuerpo de agua. **Cambio en la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua** Este impacto está asociado a las actividades que se realizarían dentro de la zona marina y que implique el movimiento del fondo marino, las cuales iniciarían con la instalación de las cortinas antidispersantes frente a la zona de playa para evitar que la pluma de dispersión con sedimentos finos la dispersión de sedimentos que se pudieran generar por la operación de la maquinaria y bombeo, alrededor de las áreas donde se ubicarían las estructuras de protección. Una vez instalados las cortinas antidispersantes y tendidos los tapetes antisocavación, la acción directa sobre los sedimentos, y la turbiedad del agua, sería menor. La generación y suspensión de sedimentos en las áreas mencionadas está asociado a la estructura del fondo marino. **Alteración del movimiento de la corriente y olas en el cuerpo de agua** El diseño, ubicación y disposición de los arrecifes es el resultado de un análisis de modelación, el cual se enfocó en evaluar las diferentes alternativas que mitigaran más eficientemente la erosión de la playa y que, además, causara los menores cambios y afectaciones ambientales en la zona marina. De

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			acuerdo con los resultados de la modelación, no habrá cambios significativos en la corriente ya que la disposición de las estructuras de protección, los cuales van paralelo a la costa, están alineados con el flujo de la corriente predominante en la región. El movimiento de agua de un lado de los arrecifes y del otro será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos. La modelación indica que el diseño de las estructuras reduce significativamente las alturas de ola detrás de las mismas bajo diferentes condiciones de oleaje, incrementando de manera muy localizada la protección natural que ofrecen las estructuras arrecifales sin afectar los predios vecinos, por el contrario, para todas las direcciones de incidencia (que son las condiciones reinantes) se observaron efectos significativos en la reducción de la altura de ola entre la línea de costa y las estructuras. Solo se tendrían efectos locales y muy puntuales.
	Paisaje	Calidad visual	**Modificación de las cualidades estético – paisajísticas** El paisaje en el área donde pretende desarrollar las nuevas obras del proyecto, se verá temporalmente afectado por las labores de preparación del sitio con diversos materiales y presencia de maquinaria y equipo; sin embargo, se pretende que el proyecto se integre al medio natural de la zona, dentro de una perspectiva de arquitectura de paisaje en donde se respetará y elevará la calidad ecológica del mismo. Los impactos que el proyecto provocará sobre este componente del medio natural serán mínimos ya que no habrá fragmentación, ni alteración de geoformas. Los impactos se calificaron como impactos No Significativos, ya que durante esta etapa del proyecto habría actividades en el área realizadas con ayuda de componentes artificiales ajenos al paisaje natural predominante en el área, además de que como parte del proceso constructivo se alteraría el medio natural como parte de la conformación del área, afectando el aspecto visual del entorno de los visitantes al área. Al final de la etapa de construcción de los arrecifes, las señalizaciones que se pondrían para indicar a los visitantes la ubicación y dimensión de las estructuras serían las más visibles, pero estás estarían cumpliendo su función de prevenir accidentes con los arrecifes.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
Biótico	Flora	Diversidad-Abundancia / Cobertura	**Abundancia, riqueza y movilidad de especies.** Derivado del incremento del moviendo de gente, vehicular y de maquinaria en el área del proyecto, la fauna silvestre, tanto terrestre como acuática, se puede ver desplazada hacia sitios con menor alteración y mejores condiciones de hábitat. Y, por otro lado, bajo la consideración de que la playa del proyecto funciona como sitio de anidación de tortugas marinas caguama (*Caretta caretta*) y blanca (*Chelonia mydas*), ambas clasificadas como especies en peligro de extinción (P), se deben tomar en consideración indicadores especiales para estas especies. **Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna** El acondicionamiento de áreas, su delimitación, señalización y el movimiento de maquinaria y personal encargado reducirían y afectarían el desplazamiento de la fauna silvestre, principalmente de los reptiles, como a las tortugas marinas, y mamíferos. La afectación estaría asociada a la pérdida de funcionalidad del área donde se realizarían las actividades como corredor por las emisiones de ondas acústicas fuertes proveniente de los vehículos y maquinaria y el movimiento en general del personal que realizaría las actividades, no tanto a su operatividad como sitio de refugio y alimentación, ya que actualmente no cuenta con esa funcionalidad. **Disminución del número de individuos de las especies.** Para determinar el impacto que tendría el desarrollo del proyecto en la zona marina sobre la diversidad, abundancia, distribución y desplazamiento de los peces es importante tomar en cuenta que se trata de organismos con patrones de movimiento amplio y su presencia puede variar de un día al otro en zonas específicas con el mismo ambiente. La abundancia de individuos de las especies identificadas se vería afectada por el ahuyentamiento de los individuos por la alteración que implica la realización de las actividades en el entorno tanto marino como terrestre. Una vez que concluyan las obras y actividades las condiciones volverían a su condición previa al inicio del proyecto para la fauna silvestre.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre En la parte terrestre, como parte de las actividades constructivas de las estructuras de protección, se estarían realizando diversas actividades que implican el movimiento de personal, vehículos y maquinaria, en sitios bien específicos del predio, lo implicaría un obstáculo para el libre desplazamiento de individuos de fauna que pudieran estar presentes. Estas actividades tienen un mayor impacto sobre las especies de reptiles observadas, ya que se trata de especies terrestres, con patrones de desplazamiento delimitados y son de lento desplazamiento. Las aves, la clase con mayor diversidad y abundancia en el SAR y predio del proyecto, dado su facilidad de desplazamiento, son las que se verían menormente afectadas. Además, en este apartado se incluye la presencia de las dos especies de tortugas marinas que anidan en la playa del proyecto entre mayo y noviembre, las cuales tiene su mayor actividad entre las 20:00 y 5:00 horas La baja diversidad y densidad de organismos observadas en las áreas donde se plantea instalar los arrecifes artificiales, así como las actividades de apoyo como la colocación del colchacreto, las cortinas antidispersantes, anclas de apoyo para las embarcaciones, entre otras, tienen puntos de acción muy específicos en el medio marino lo que no implicaría un gran cambio en el área de desplazamiento de los organismos que pudieran estar presentes en la zona. Asimismo, el mantenimiento de la conformación de la playa traería efectos benéficos a la flora silvestre y cobertura vegetal, tanto en el área terrestre como en la zona marina.
	Fauna	Diversidad-Abundancia /Hábitat	
Socioeconómico	Empleos	Cantidad	**Generación de nuevos empleos** directos e indirectos durante todas sus etapas de desarrollo, lo cual es un Impacto Positivo Significativo, de largo plazo, permanente y periódico. De manera general, las etapas de preparación y construcción se generará el mayor número empleos
		Calidad de vida	

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			temporales directos, entre demanda de mano de obra calificada y no calificada, directa e indirecta, para la construcción y realización de las obras y actividades derivadas por la ejecución del proyecto. **Incremento del intercambio comercial a nivel local y regional.** La rehabilitación y conservación de la playa favorece el desarrollo de diversas actividades turísticas que implican la generación directa e indirecta de actividades económicas entre pobladores y empresas locales y regionales y turistas. El mejoramiento, rehabilitación y conservación de la playa viene a representar un incremento de la infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas a nivel regional, considerándose una opción más, con características específicas, ambientalmente amigable, para el fortalecimiento del turismo nacional e internacional.

V.6 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

IMPACTOS ACUMULATIVOS

El Artículo 3°, fracción VII del REIA, describe a un impacto ambiental acumulativo como: ***el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente***.

Lo anterior lleva a que el análisis de los impactos ambientales, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando, o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar. En el Capítulo IV se realizó el diagnóstico ambiental del SAR.

En este análisis, el criterio principal para conocer si un impacto es acumulativo o no, es que el mismo tipo de impacto ambiental se haya o sé este dando actualmente como consecuencia de las actividades y/o proyectos que se encuentran o se están desarrollando en áreas contiguas al proyecto (predios colindantes al del proyecto) y dentro del SAR.

IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES QUE SE PRESENTAN EN EL SAR CON EL DESARROLLO DE OTROS PROYECTOS

Tabla V.13. Proyectos en el SAR del Proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”

Algunos proyectos que se ubican en el Sistema Ambiental Regional	Impactos Ambientales que han generado
▪ Construcción y operación del conjunto Punta Norte ▪ Rehabilitación y Mejoramiento de las Zonas de Playa y Marina de Punta Jade ▪ Punta Sur ▪ Mejoramiento y Estabilización de las Zonas de Playa y Marina de Chemuyil y Chemuyilito.	Alteración de la calidad del aire por emisión de ruido, polvo y gases de combustión, por la realización del proyecto. Contaminación del suelo y afectación a las características físico–químicas, por el mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos, derivado de derrames de los equipos y maquinaria. Alteración de los patrones de corrientes Pérdida de biota marina. Modificación de las rutas de desplazamiento de fauna. Modificación del perfil de playa. Disminución en la calidad del agua por el aporte de contaminantes (presencia de residuos sólidos y líquidos, derrames accidentales de aceites o combustibles).

La existencia de otros proyectos en la región en donde se pretende ubicar el proyecto, ha generado impactos de tipo acumulativos y residuales, y que con el desarrollo del proyecto serán de tipo acumulativos, residuales o sinérgicos de ahí que la modalidad correcta del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” es la Modalidad Regional.

IDENTIFICACIÓN DE EFECTOS ACUMULATIVOS POR OTRAS OBRAS Y ACTIVIDADES DENTRO DEL SAR

El proyecto se desarrollará en la Riviera Maya, zona que se caracteriza por ser uno de los destinos más visitado a nivel nacional e internacional, y donde se pueden encontrar diversos proyectos. No obstante, toda la zona ha presentado un acelerado crecimiento tanto en la infraestructura turística como de la población de las localidades cercanas a esta, por ello la vulnerabilidad del territorio y de sus ecosistemas ha tenido una crisis ambiental en los últimos años. Estas afectaciones al ambiente pueden resumirse en:

- ✓ Contaminación al agua subterránea y suelo por:
  - o El indebido manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos del sector turístico.
  - o El indebido manejo y disposición final de residuos sólidos, líquidos del sector agropecuario.
- ✓ Perdida de la cobertura vegetal por:
  - o Crecimiento desordenado de asentamientos humanos (localidades).
  - o Crecimiento exponencial del sector turístico.
  - o Construcción de caminos y carreteras.
  - o Actividades agrícolas.
  - o Incendios forestales.
- ✓ Fragmentación de manglar y vegetación de dunas por:
  - o Actividades turísticas.
- ✓ Modificaciones hidrológicas y del relieve
  - o Por excavaciones.
- ✓ Afectación a la flora y fauna por
  - o Invasión e introducción de especies exóticas.
  - o Extracción de recursos de forma clandestina.

Conforme a lo anterior, se realizó la siguiente matriz, en la cual se identifican los impactos ambientales ya producidos por obras y actividades existentes y los que podría causar el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”. Incluyendo si el impacto se dio contiguo al polígono del proyecto o no (Tabla V.14).

Tabla V.14. Matriz de identificación de impactos ambientales por actividades anteriores

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos anteriores y presentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
Suelo	Pérdida de suelo	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por instalación de obras de resguardo temporal de las estructuras de protección prefabricadas	SI	SI	SI	NO
	Alteración en la calidad del suelo	Por el indebido manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos	SI	SI	SI	SI
Agua	Alteración en la calidad del agua	Por el indebido manejo y disposición de residuos líquidos	SI	SI	SI	NO
	Modificaciones hidrológicas	Por excavaciones	SI	SI	SI	NO
	Modificación de la corriente marina (velocidad y dirección de corrientes y altura de olas).	Por obras marinas	SI	SI	NO	SI
	Dispersión de sedimentos en el fondo marino.	Por colocación de las estructuras de protección prefabricas.	SI	SI	NO	SI
Relieve	Modificación del relieve	Por excavaciones	SI	SI	SI	NO

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos anteriores y presentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
Fisiografía	**Estabilidad de la línea de costa.**	Por colocación de las estructuras de protección	SI	SI	NO	SI
Aire	Contaminación atmosférica	Por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria equipo, vehículos	SI	SI	SI	SI
	Alteración al confort sonoro	Por el aumento de decibeles debido al uso de maquinaria equipo, vehículos	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Modificación del paisaje natural	Por construcción de obras	SI	SI	SI	SI
Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por actividades agrícolas	SI	NO	NO	NO
		Por incendios	SI	NO	NO	NO
Fauna	Modificación del hábitat	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por construcción de obras	SI	SI	SI	SI
	Desplazamiento de individuos de fauna	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por construcción de obras y	SI	SI	SI	SI

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos anteriores y presentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
		actividades turísticas				

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS DEL PROYECTO

Derivado de la Matriz de identificación de impactos ambientales por obras y actividades anteriores (Ilustración V.2.), se identifica que los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” son aquellos que puedan sumarse con uno o más impactos generados por otras actividades y/o proyectos ajenos al presente proyecto y que estén dentro del SAR y contiguos al polígono del proyecto, por lo que el Atributo de Acumulación se evalúa con el valor más alto (4), como se presenta a continuación:

Tabla V.15. Criterios para el atributo de Acumulación

Atributo	Criterio	Valor
Acumulativo	Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR y contiguo al polígono del proyecto	4
No acumulativo	Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR.	1

Tabla V.16. Impactos ambientales acumulativos del proyecto

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Criterio	Acumulativo
		AC		
Alteración en la calidad del suelo	Preparación del sitio	4	Acumulable	**SI**
	Construcción	4	Acumulable	**SI**
Alteración a la estabilidad de la línea de costa.	Preparación del sitio	4	Acumulable	**SI**
	Construcción	4	Acumulable	**SI**
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	**SI**

Alteración en la calidad del agua	Construcción	4	Acumulable	**SI**
Contaminación atmosférica	Preparación del sitio	4	Acumulable	**SI**
	Construcción	4	Acumulable	**SI**
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	**SI**
Alteración al confort sonoro	Preparación del sitio	4	Acumulable	**SI**
	Construcción	4	Acumulable	**SI**
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	**SI**
Alteración a la calidad del agua marina y dinámica de la playa.	Preparación del sitio	4	Acumulable	**SI**
	Construcción	4	Acumulable	**SI**
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	**SI**
Modificación del paisaje natural	Preparación del sitio	4	Acumulable	**SI**
	Construcción	4	Acumulable	**SI**
Modificación del hábitat	Construcción	4	Acumulable	**SI**
Desplazamiento de individuos de fauna	Construcción	4	Acumulable	**SI**

IMPACTOS RESIDUALES

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso eco sistémico dentro del SAR, reduzca su significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos ambientales cuyos efectos persistirán aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales, conceptualizados en el REIA, en su Artículo 3°, fracción X, como: impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” sobre el ambiente.

Para el caso del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), y que hayan sido calificados con el valor máximo (8); es decir, que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas (ver siguiente Tabla V.17).

Tabla V.17. Impactos ambientales residuales del proyecto

Impacto ambiental	Etapa	Atributo MC	Criterio	Residual
Alteración en la calidad del suelo	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración a la estabilidad de la línea de costa	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración en la calidad del agua	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Contaminación atmosférica	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración al confort sonoro	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración a la calidad del agua marina y dinámica de la playa.	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Modificación del paisaje natural	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Modificación del hábitat	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Desplazamiento de individuos de fauna	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No

V.7 CONCLUSIONES

Basándose en las características del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” (Capítulo II),las condiciones del Sistema Ambiental Regional (Capítulo IV), la opinión de expertos y el análisis de evaluación de impacto ambiental utilizadas en este capítulo,

el proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa. No obstante, con base en todo el análisis desarrollado en este capítulo, es posible manifestar que este proyecto cumplirá con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, ya que la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR con base en lo siguiente:

1. Considerando el proceso erosivo que sufre la playa (frente donde se ubicarán los arrecifes artificiales) originado por fenómenos meteorológicos y la dinámica propia del sitio, que no permiten que este sistema pueda recuperarse de manera natural. Por esta razón, el proyecto se concibe como una medida para contrarrestar los efectos causados por los agentes antes descritos con el fin de ayudar a la recuperación de la playa y frenar el retroceso de la línea de costa, lo que traerá consigo mejoras ambientales tanto para la biota como para los visitantes.

2. La zona donde se pretende llevar a cabo el proyecto presenta características que evidencian impacto humano previo por actividades turísticas.

3. Con base en la información obtenida del estudio de caracterización marina (capítulo IV) el ambiente marino está compuesto principalmente de ambiente arenoso sin la presencia de una cresta arrecifal, y por lo tanto ocasiona una baja heterogeneidad ambiental.

4. Se implementarán las medidas necesarias para evitar cualquier afectación a los individuos de las especies principalmente las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

5. En adición, los arrecifes artificiales no serán instalados de manera continua ya que contarán con un espaciamiento entre ellas proporcionando así espacios para el paso de las especies. Es relevante hacer mención que, en el hotel asociado al proyecto, se llevan a cabo acciones para el cuidado y protección de las especies de tortugas marinas que llegan a anidar a esta zona, lo cual será complementado con acciones para el monitoreo de los quelonios.

8. La instalación de los arrecifes artificiales ayudará a la recuperación de la playa ubicada frente al hotel asociado al proyecto, playa que se ha visto afectada por eventos naturales y antropogénicos que le han impedido recuperarse de manera natural haciendo necesario el establecimiento de este tipo de proyectos para frenar el retroceso de la línea de costa.

9. De acuerdo con el análisis presentado, se considera que no se modificarán los procesos naturales de las especies de flora y fauna marinas ya que se llevarán a cabo las acciones necesarias para evitar cualquier posible afectación a las mismas.

10. Las estructuras de protección (arrecifes artificiales) representarán un agente de afectación directa de la dinámica costera del sitio. No obstante, el cambio en la dinámica sólo se presentará en el área de ubicación de los arrecifes artificiales como fue mostrado en el estudio técnico realizado en la zona sin tener efecto alguno en el resto del área del SAR.

13. La construcción de proyectos, puede significar un agente contaminante. Sin embargo, los componentes ambientales no se verán afectados por el tipo y la cantidad de residuos generados pues se implementarán las acciones necesarias para evitarlo.

14. Finalmente, el proyecto involucra obras y actividades que, si bien ocasionarán impactos ambientales, éstos fueron evaluados como compatibles y moderados, por lo que los efectos no perjudicarán la integridad funcional del SAR. Asimismo, se implementarán las medidas

necesarias para prevenir, mitigar y compensar estos efectos ambientales en pro de la protección y conservación del ambiente.

Por lo antes expuesto, el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” se considera viable en términos ambientales en tanto se tomen las medidas necesarias en el desarrollo de este y se cumpla con una adecuada protección del entorno.

Asimismo, del análisis de la matriz, se detectaron 82 interacciones de impactos derivados del proyecto **“Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal”**, del que se puede concluir que la preparación en el medio físico es la etapa más impactante de naturaleza adversa del proyecto, clasificado dentro de la escala de ponderación de la metodología con –290 puntos que la hacen un impacto irrelevante o compatible.

En segundo nivel la etapa de construcción del sitio en el medio físico que se clasificó con -218 puntos que lo hacen un impacto irrelevante o compatible y como tercer lugar en la etapa de operación que se clasificó con +317 puntos que lo hacen un impacto irrelevante o compatible positivo debido al beneficio que traerá para la rehabilitación de la playa, finalmente para los impactos positivos, éste se dio en todas las etapas del proyecto colocándose así que el impacto benéfico coincide con la implementación del Programa de Supervisión Ambiental, las acciones de ahuyentamiento de Biota Marina, Programa de Manejo Integral de Residuos, la no afectación de la calidad del agua marina, generación de empleo y la derrama económica.

Por otra parte de las 82 interacciones de los impactos generados tanto de naturaleza adversa como benéfica la mayoría fueron catalogados como irrelevantes o compatibles con el proyecto, exceptuando los impactos de calidad de aire y calidad del suelo por las actividades de conformación del terreno para el proyecto en el que presento un impacto moderado.

Por lo tanto, se observa que los impactos ambientales son irrelevantes a moderados, los impactos moderados son los permanentes, al tratarse de una obra que fomentará la recuperación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas presentes tanto dentro del predio Secrets Akumal como en su zona de playa adyacente, y en el aumento de su resiliencia a nivel del SAR y no se generan impactos relevantes o severos. Además, de que la obra no representa un desequilibrio ecológico que pudiera poner en riesgo alguna población de flora o fauna, o que ponga en riesgo la salud humana.

Finalmente de la evaluación de impacto ambiental global del proyecto, se obtuvo un resultado de -138 puntos que lo clasifica como un impacto Irrelevante Compatible.

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL;

ÍNDICE GENERAL

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 3

MEDIDAS (ACCIONES Y PROGRAMAS) DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN. 5
PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....20
SEGUIMIENTO Y CONTROL. 28
SEGUIMIENTO Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES.....30

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA VI.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN. 6

TABLA VI.2. INDICADORES DE LAS ACCIONES O PROGRAMAS IMPLEMENTADOS EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL PROYECTO "REHABILITACIÓN DE LA PLAYA COLINDANTE AL HOTEL SECRETS AKUMAL" 20

TABLA VI.3. INDICADORES DE LAS ACCIONES O PROGRAMAS IMPLEMENTADOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "REHABILITACIÓN DE LA PLAYA COLINDANTE AL HOTEL SECRETS AKUMAL" 23

TABLA VI.4. INDICADORES DE LAS ACCIONES O PROGRAMAS IMPLEMENTADOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO "REHABILITACIÓN DE LA PLAYA COLINDANTE AL HOTEL SECRETS AKUMAL" 26

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

El presente capítulo tiene por objeto el establecer las acciones que permitan prevenir, mitigar o compensar a los potenciales impactos ambientales tanto acumulativos y residuales, previstos por el desarrollo de las obras y actividades que integran al proyecto, a efecto de dar cumplimiento con lo dispuesto por el artículo 13, fracción VI, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el cual dispone que la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, deberá incluir:" *Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional*".

El objetivo principal de este capítulo es proponer las medidas ambientales cuya implementación permitirá reducir al mínimo la afectación sobre los componentes del ambiente, o a los procesos ecológicos de los ecosistemas. El conjunto de medidas y su planteamiento tienen la finalidad de darle a la autoridad ambiental los elementos técnicos ambientales para que pueda dictaminar la procedencia del proyecto, validando las medidas ambientales propuestas, o bien, estableciendo las medidas preventivas y de mitigación que considere pertinentes. Esto último, con base en lo que establece el artículo 44, fracción III, del REIA, mismo que dispone que:"*III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente*".

Cabe señalar que el planteamiento del proyecto es el resultado del trabajo efectuado por un equipo de especialistas en diversos temas, entre ellos los relacionados con ingeniería civil, oceanografía, biología marina, legislación ambiental, manejo de flora y fauna silvestre, evaluación de impacto ambiental, entre otros. Cada uno contribuyó, en el ámbito de su conocimiento, en el diseño y planteamiento de alternativas para el desarrollo del proyecto, siempre pensando en las opciones más viables desde la perspectiva social, económica y ambiental y derivado de la evaluación de impactos ambientales, a continuación, se presentan las medidas de Mitigación propuestas, en donde se describen las medidas de prevención y mitigación señalando la etapa de aplicación y el elemento al que va dirigido, a fin de evitar o reducir los impactos identificados, o que ya desde la planeación forman parte del proyecto.

Como resultado del análisis efectuado por el grupo de trabajo se tiene la propuesta que se somete al procedimiento de evaluación, el cual tiene como objetivo principal mitigar el proceso erosivo de la línea de costa en el área de playa delimitada. Para ello, se pretenden construir un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa a una profundidad en torno a 1 m y que de acuerdo con el mapa de ambientes, las estructuras quedarían instaladas sobre el ambiente submarino Arenal, sin producir afectación ni remoción de ecosistemas. Se considera que los efectos de construcción de la estructura son puntuales en el lugar de instalación, creando una zona de resguardo que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable.

El conjunto de medidas ambientales propuestas atiende a los resultados del ejercicio de identificación y evaluación de impactos ambientales ampliamente descrito en el capítulo V, y cuyos principales hallazgos se retoman a continuación y tal como se describe en el capítulo anterior, las obras y actividades del proyecto implican generación de impactos ambientales positivos o negativos, directos o indirectos, acumulativos, sinérgicos, residuales, temporales o permanentes, reversibles o irreversibles, continuos o periódicos sobre el medio físico presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Dichas alteraciones, se suman al deterioro que ha sufrido el ecosistema derivado de las actividades antropogénicas desarrolladas en la región.

Por ello es necesario aplicar medidas de prevención, mitigación, control y compensación para mantener las condiciones actuales identificadas en el diagnóstico ambiental e incluso mejorarlas a partir de la aplicación de las siguientes estrategias:

1. Identificar las actividades del proyecto que resultan en fuentes de cambio del sistema ambiental regional.

2. Reconocer todas las medidas ambientales que se pueden realizar para prevenir, evitar, atenuar, mitigar, anular o compensar los impactos negativos significativos producidos por las obras y actividades del proyecto.

3. Establecer indicadores de seguimiento.

4. Cumplimiento y desempeño ambiental.

Respecto al Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual en su CAPITULO I, Artículo 3ro, fracción XIII y XIV, cita textualmente las siguientes definiciones:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos de deterioro del ambiente.

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto y en cualquiera de sus etapas.

En referencia a la Guía para la Elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental Regional, elaborada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la cual se integra un apartado de glosario de términos en donde se definen los siguientes conceptos ambientales:

***Medidas correctivas**: El conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.*

***Medidas de compensación**: Conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.*

***Medidas de restauración**: Conjunto de acciones que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios.*

Dicho lo anterior y de acuerdo con la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales derivados de su análisis sistemático y su relación con las etapas que contempla el proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” se plantean las medidas

ambientales específicas de carácter de mitigación, correctivas y/o de compensación para aquellas actividades precursoras de impactos críticos propios del proyecto.

Es por esta razón que las medidas planteadas deberán contar con características (objetivas, aplicables, medibles y costeables) que aseguren su ejecución y medición en virtud de ofrecer una garantía de viabilidad durante las etapas preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de la obra.

Descrito lo anterior, en el presente capítulo se describirán las medidas y acciones de prevención y mitigación que se propone implementar para evitar o reducir los impactos ambientales adversos que podría provocar el desarrollo del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” .

MEDIDAS (ACCIONES Y PROGRAMAS) DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

El conjunto de medidas ambientales propuestas atiende a los resultados del ejercicio de identificación y evaluación de impactos ambientales ampliamente descrito en el capítulo V, y cuyos principales hallazgos se retoman a continuación.

En la siguiente tabla se presentan las medidas ambientales según la etapa de desarrollo del proyecto, considerando de manera prioritaria las medidas ambientales para los impactos adversos, incluyendo a los clasificados como acumulativos y residuales. Es importante señalar que las medidas atienden a los potenciales impactos ambientales previstos para cada etapa del proyecto, pudiendo ser originados por una o más de las actividades de proyecto contempladas

Tabla VI.1. Medidas de prevención y mitigación.

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
Preparación del sitio y construcción					
1	Alteración de la conformación topográfica	• Medida de prevención: El acondicionamiento de las áreas de apoyo: caminos de acceso, área de maniobras, área de embarque y áreas de bombeo, requerirán de mínima nivelación, ya que se trata de un área geomorfológica plana, siendo la compactación la actividad de preparación del sitio más significativa para darle al suelo la condición necesaria para garantizar la operatividad de los vehículos y maquinaria pesada. • Medida de mitigación: Como parte de su acondicionamiento se podrá utilizar material pétreo para darle mayor resistencia al área de maniobra y seguridad operativa a los equipos automotores. Al final de la etapa constructiva, las áreas habilitadas por esta promovente serán rehabilitadas, retirando el material pétreo utilizado, disponiéndolo donde la autoridad estatal, como responsablede fijar las políticas de manejo para los residuos de manejo especial, lo asigne; por ninguna razón se dejará en el área de la playa. Además, dichas áreas serán descompactadas y acondicionadas de acuerdo con las características previas a las de la preparación del sitio, que son áreas típicas de un suelo arenosol.	Conservación del relieve y patrones de escorrentía	Minimizar el cambio de relievey el flujo de los movimientos de agua superficiales en el área del proyecto por efecto del desarrollo de las obras y actividades.	Superficie acondicionadapara las actividades de apoyo requeridas, con respecto a la superficie total del área; y cambio de la pendiente en las áreas acondicionadas con respecto a la pendientepromedio del área (la pendiente se mide directamente con un clinómetro).
2	Afectación de las propiedades físicas delsuelo		Preservación de las propiedades físicas del suelo	Mantener con la menor variación posible las propiedades físicas de los suelos en las áreas de intervención para las actividades de apoyo: textura, estructura, porosidad y color.	El procedimiento de determinación y valores de referencia de las variables físicas está determinado en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo(1981); IUSS Working GroupWRB (2015); FAO (2020).
3	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire.	• Medida de mitigación: Se implementará un **programa de servicio y mantenimiento vehicular** que incluya a toda la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto, para, de esta manera, prevenir que no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041- SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado deberán ser cubiertos con una lona.	Contaminación ambiental de la calidad del aire.	Reducir las emisiones de agentes contaminantes por gases y partículas producto de la combustión de combustibles y operación de automotores.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; y NOM-045-SEMARNAT- 2017; NOM-022-SSA1-2010; NOM-023-SSA1-1993; NOM-025-SSA1-2014.
4	Generación de ondas acústicas fuertes	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la actividadde la fauna silvestre, así como a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, las actividades constructivas serán acotadas a un horario de entre las 7 am y las 6 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [55 vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores), intensidad tomada como referencia de la modificación de la normaoficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores parareducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor	Contaminación ambiental por emisiones de ondas acústicas fuertes ymolestas al oído.	Reducir las emisiones de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT- 1994; (WHO, 1999).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
		a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los10,000 kg. Para el control de esta medida ambiental, se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto. • Medida de mitigación: Los vehículos y maquinaria de obra adecuarán su velocidad de forma que las emisiones sonoras producidas sean reducidas en aquellas situaciones en que la actuación simultánea de varios elementos pueda producir emisiones excesivas para el personal empleado. • Medida de mitigación: Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de excavación y relleno de zanjas lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud, en cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001.			
5	Disminución de la abundancia de individuosde especies de flora silvestre	• Medida de mitigación: En el área terrestre se acondicionarían áreas de apoyo para el desarrollo de las actividades constructivas de las estructuras de protección. El patio de maniobras, áreas de bombeo, área de embarque y el camino entre el área de maniobras y embarque se habilitarían en áreas libres de vegetación. • Medida de prevención: No se llevarán a cabo deshierbes ni limpieza de áreas fuera de los sitios previamente delimitados, mismos que están indicados en el capítulo II de esta MIA-R, y que serán precisamente las áreas de apoyo para el desarrollo del proyecto. • Medida de prevención: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la flora silvestre, entre ellas la prohibición de dañar, colectar, o comercializar cualquier ejemplar de flora silvestre, independientemente de que se encuentren o no, enlistadas en alguna categoría de riesgo.	Afectación de la presencia de ejemplaresde flora silvestre	Prevenir la afectación a ejemplares de flora silvestre por las actividades de acondicionamiento a realizar como parte de la ejecución del proyecto.	Densidad (individuos ha-1) y diversidad (número de especies), por asociaciónvegetal de acuerdo contrabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz (2015).
6	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	• Medida de prevención: Previo al inicio de actividades en los frentes de trabajo se iniciaría con el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación de las obras de apoyo del proyecto. El ahuyentamiento y rescate se enfocará en vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento, o de aquellos que requieran apoyo por alguna circunstancia particular, se emplearán métodos de captura. En el caso de las aves solo se aplicarán actividades de ahuyentamiento cuando sea necesario, ya que se trata de especies de fácil y rápida movilidad. • Medida preventiva: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la fauna silvestre, la formade proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre el aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo.	Afectación de la presencia de ejemplaresde fauna silvestre	Prevenir la afectación a ejemplares de fauna silvestre por las actividades a realizar como parte de la ejecución del proyecto.	El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
7	Afectación a ejemplaresde fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	• Medida de prevención: Previo al inicio de actividades, se implementará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del proyecto. Como parte de estas actividades se dará prioridad, más no exclusividad, a individuos pertenecientes a especies en categoría de riesgo, de acuerdo con la lista de la norma oficial mexicana NOM- 059-SEMARNAT-2010, como la iguana espinosa mexicana (*Ctenosaura similis*), boa (*Boaconstrictor*), algún ejemplar de aves u otra especie de fauna silvestre bajo alguna categoría de riesgo identificada o no durante los muestreos, en caso de que se llegaran a encontrar en las áreas de afectación. El ahuyentamiento y rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento, o que requieran de apoyo por alguna circunstancia particular, se emplearán métodos de captura. Para la protección de los ejemplares de tortugas marinas de las especies *C. caretta* y *Ch. mydas*, las cuales se encuentran enlistadas como especies en peligro de extinción, se continuará con la implementación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que ha sido validado por la DGIRA y registrado en la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo como parte del cumplimiento de las obligaciones ambientales contraídas en la autorización del Hotel Secrets Akumal , y cuya ejecución es responsabilidad de la promovente de este proyecto, elcual contempla actividades para garantizar la arribazón de individuos, la anidación, conservación de los nidos (*in situ* o en corrales) y para la protección y liberación de las crías.	Afectación a ejemplares de especies de fauna silvestre enlistadas enalguna categoría de riesgo	Prevenir la afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies catalogas en alguna categoría de riesgo, como resultado de las actividades previstas para eldesarrollo del proyecto.	El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo han sido descritos enFMCN et al. (2018) y en el propio Programa de Conservación y Protección alas Tortugas Marinas que se implementa como parte delPlan Maestro Las Américas, mismo que se encuentra actualmente validado y
Construcción					
8	Cambio en la estabilidadde la línea de costa	• Medida de mitigación: La construcción de los dos arrecifes artificiales ayuda a darle estabilidad a la línea de costa reduciendo la erosión de la playa por los procesos naturales que han estado actuando y que generan el retroceso se la línea. La construcción de las estructuras de protección ayudará a proteger la arena frente al desarrollo Hotel Secrets Akumal. En ningún escenario resultante del trabajo de modelación con las condicionesreinantes promedio durante un año, se infiere la formación de tómbolos, sinoun crecimiento de las salientes, por lo que el sedimento continuará viajando de forma longitudinal a la costa sin interrupción. Los resultados de la modelación predicen que mitigará el proceso erosivo de la línea de costa en el área de playa delimitada, sin producir afectación ni remoción de ecosistemas y los efectos de construcción de la estructura son puntuales en el lugar de instalación, creando una zona de resguardo que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable.	Modificación de la líneade costa.	Reducir la velocidad del retroceso de la línea de costa por procesos de erosión de la playa en el área del proyecto.	La tasa de punto final (end- point rate) considera la línea de costa más antigua y la más reciente, y se obtiene aldividir la distancia que hayentre ellas por el número de años transcurridos. Se obtiene mediante la realización de levantamientos topográficos y batimétricos apoyados con fotogrametría y GIS (Ojeda, 2002). Cálculo de tasas de erosión con el uso de la plataforma Shoreline análisis system (DSAS) (Wen et al, 2019).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
9	Cambio de las propiedades químicas del suelo	Los cambios de las propiedades químicas en el suelo están directamente asociados a la contaminación que se puede originar en las áreas de apoyo: caminos de acceso, área de maniobras, área de embarque y áreas de bombeo, tanto por contaminación con residuos sólidos urbanos mal manejados que suelen dispersarse en al momento de realizar las actividades y por el riesgo de fugas y derrames de combustibles de los equipos automotores usados. En esta etapa es donde se tiene la mayor generación de residuos de manejo especial, principalmente por los residuos de concreto por la construcción de los dos arrecifes artificiales, así como de residuos peligrosos por contaminación de suelo por derrames o fugas accidentales de hidrocarburos. • Medida de prevención: Previo al inicio de las actividades constructivas, todos los equipos serán sometidos a un mantenimiento general para prevenir posibles fallas mecánicas en las áreas de trabajo, como posibles fugas de líquidos. Y, durante el tiempo de la construcción del proyecto, se implementará un programa de mantenimiento de equipos automotores en talleres autorizados existentes en la zona urbana de Cancún o Puerto Morelos. • Medida de prevención: Para evitar posibles derrames de hidrocarburos durante el reabastecimiento directo en las áreas de apoyo, se establecerá un procedimiento seguro para el relleno de depósitos, el cual implicaría desde el manejo de hidrocarburos, el relleno de los equipos y las medidas preventivas para evitar derrames. • Medida de prevención: Toda la maquinaria y equipos que no estén en operación deberán concentrarse en el área de maniobras o en su área operativa, la cual contará con medidas de protección contra fugas y derrames de hidrocarburos, tales como charolas de plástico para la captación de líquidos o superficies protegidas con geomembranas que impidan la lixiviación de líquidos. • Medida de mitigación: Para evitar la dispersión de residuos sólidos urbanos yse conviertan en un problema de contaminación ambiental, se instalarán contenedores en diversas áreas estratégicas próximas a los frentes de obra, para su colecta. Los residuos dispuestos en estos contenedores serán concentrados en colectores de mayor capacidad que estarán ubicados en el área de maniobras, ya que se trata de una área de fácil acceso para el personal del servicio de limpieza municipal, o de alguna empresa privada que realice esta actividad, quienes se encargarán de su transporte y disposición. • Medida de prevención: Se instalarán sanitarios portátiles en los frentes detrabajo con una relación 1:20 trabajadores o un sanitario cada 200 m de distancia, los cuales deberán recibir mantenimiento diario para evitar que los trabajadores se rehúsen a utilizarlos y practiquen el fecalismo al aire libre, contaminando así el ambiente y poniendo en riesgo la salud de los empleados.	Contaminación del suelo en las áreas de acción directa por el desarrollo del proyecto.	Reducir las áreas de suelo contaminado por la dispersiónde residuos sólidos urbanos, de manejo especial ypeligrosos.	El procedimiento de determinación y valores dereferencia en la NOM-021- RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina comoindustriales como de los orgánicos, es su producción (m3), así como su reciclaje(proporción del volumen que es generado que esreciclado, %); FAO (2020).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
10	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se implementará un programa de servicio y mantenimiento vehicular que incluya a toda la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto, para, de esta manera, prevenir que no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041- SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado deberán ser cubiertos con una lona	Contaminación ambientalde la calidad del aire.	Reducir las emisiones de agentes contaminantes por gases y partículas producto de la combustión de combustibles y operación deautomotores.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015 yNOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2010;NOM-023-SSA1-1993; NOM-025-SSA1-2014.
11	Generación de ondas acústicas fuertes	• Medida de mitigación: Para evitar alterar en el menor grado posible la afectación a los pobladores y visitantes de áreas aledañas al predio, lasactividades constructivas quedarán restringidas a un horario de entre las 7 am y las 6 pm, periodo del día en que se permite una mayor emisión de ruido [55vs 50 dB (A), en zonas habitacionales (exteriores); estos límites fueron tomados como referencia de la modificación de la norma oficial mexicanaNOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen durante esta etapa del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores parareducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los10,000 kg. Para el control de esta medida ambiental, se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto. • Medida de mitigación: Los vehículos y maquinaria de obra adecuarán su velocidad de forma que las emisiones sonoras producidas sean reducidas en aquellas situaciones en que la actuación simultánea de varios elementos pueda producir emisiones excesivas para el personal empleado. • Medida de mitigación: Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de excavación y relleno de zanjas lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial comomedida preventiva de afectaciones a su salud, en cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-011-STPS-2001.	Contaminación ambientalpor emisiones de ondas Acústicas fuertes	Reducir las emisiones deondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
12	Cambio en la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua	• Medida de prevención: Colocación de mallas antidispersión. Para evitar la dispersión de sedimentos en suspensión, estas cortinas serán instaladas previo al inicio de cualquier actividad dentro de la zona marina, alrededor delos frentes de trabajo y de acuerdo con la dirección de la corriente que se presente. Las obras y actividades en donde serán instaladas las cortinas para prevenir la dispersión de sedimentos son: manguera flexible de alta resistencia para el llenado del colcha y bolsacreto. Su forma de instalación y características están descritas en el capítulo II, de esta MIA-R. Ya que se tienen las mallas antidispersión armadas y en su lugar para evitar que los sedimentos se dispersen con las corrientes marinas, no será necesarianinguna otra acción; los sedimentos serían contenidos y caerían al fondo por gravedad. Antes de iniciar las actividades, se verificaría que las mallas geotextiles estén completas y en óptimas condiciones, con lastres a cada 20 m para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil a cada 20 m coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. • Medida de prevención: Se deberá contar con flotadores con musgo absorbentede hidrocarburos. Si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir sería: 1) interrumpir las operaciones; 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado flotadores absorbentes de hidrocarburos que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser empleados y, 3) navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de los equipos. Los flotadores absorbentes de hidrocarburos son cordones de 8 pulgadas x 10 piesque pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable y tiene una capacidad de absorción de 48 galones. Estos flotadores absorbentes permanecen en la superficie formando un cerco alrededor de la zona de derrame para evitar que la mancha crezca. Una vez que la fuente de la fuga hacesado y que el cordón se ha cerrado, éste se puede empezar a acotar para disminuir su área, provocando que el flotador absorbente absorba elhidrocarburo. Cuando se sature el flotador habrá que remplazarlo por uno nuevo hasta que todo el material quede en los flotadores y la superficie del agua limpia. Los flotadores contaminados se dispondrán como residuos peligrosos. • Medida de prevención: Limpieza de los elementos prefabricados para la construcción de la coraza de los dos arrecifes artificiales. Previo al transporte de los elementos prefabricados para su colocación sobre el núcleo de los dos arrecifes artificiales se deberán limpiar para retirar todo componente ajeno a la estructura que pudiera generar cambios en la calidad del agua, incluyendo como residuos de mezcla, tierra, arena o algún otro agente extraño.	Cambio en la calidad física, química y bacteriológica del agua superficial.	Prevenir la dispersión de sedimentos suspendidos y la contaminación del agua por larealización de actividades en la zona marina.	Valores de referencia yprocedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT- 1997; NOM-004- SEMARNAT-2002; NMX-AA-038-SCFI-2001 (Análisis de agua —determinación de turbidez en aguas naturales, residuales y residuales tratadas).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
13	Alteración del movimiento de la corriente y olas en elcuerpo de agua superficial	• Medida de mitigación: La construcción de estructuras en la zona marina representan una barrera, que modifican el sentido de las corrientes, las características de las olas, y los procesos de sedimentación, entre otras variables de los movimientos del agua de las zonas marinas de incidencia.Para evitar o minimizar este impacto adverso, se realizó un ejercicio de modelación considerando diferentes tipos de estructuras, conformación y ubicación. En este caso se buscó que el diseño fuera lo menos invasivo con el medio ambiente, económicamente viable y que ofreciera protección suficiente durante un ciclo de condiciones atmosféricas (nortes, estes y suradas), de calma (normales) y tormentas típicas. Es sabido que al cambiar las características del oleaje se modifican las corrientes litorales y, por consiguiente, el transporte de sedimentos, siendo un efecto no deseable en el caso que nos ocupa, la formación de tómbolos detrás de los dos arrecifes artificiales, ya que se impediría la continuidad del transporte litoral. Para evitar lo anterior se plantea la construcción de estructuras sumergidas (nivel de la corona por debajo del nivel medio del mar) que minimizan la probabilidad de formación de tómbolos, al permitir cierto rebase de las estructuras por el oleaje. La modelación realizada mostró que la presencia de las estructuras mitigarán el proceso erosivo de la línea de costa en el área de playa delimitada, mediante la construcción de un arrecife artificial a través de la colocación de 2 estructuras las cuales tienen una longitud de 35 y 45 m, para E1 y E2, respectivamente, y se localizan a unos 25 m de la línea de costa a una profundidad en torno a 1 m y se considera que los efectos de construcción de la estructura son puntuales en el lugar de instalación, creando una zona de resguardo que viene reflejada por menores velocidades de corrientes de oleaje y, por tanto, menor capacidad de transporte de sedimentos, lo que contribuirá a mantener una playa más estable. Asimismo estos resultados de modelación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras propuestas en el proyecto, reflejado por una zona de sombra o resguardo del oleaje generado por la estructura, para los escenarios de oleaje más frecuentes en calma y de tormenta. Los resultados en la región que ocupa la celda litoral permiten comprobar que el efecto de las estructuras es prácticamente local, teniendo influencia local sobre el oleaje en el lugar de instalación, y no afectará a zonas colindantes.	Cambio de la velocidad y sentido de las corrientes marinas y del oleaje.	Minimizar el efecto sobre la dirección y velocidad de la corriente marina y del asomeramiento, refracción, difracción y reflexión de las olas en el área de influencia de los dos arrecifes artificiales.	Medición de corrientes y registro de variables hidrodinámicas mediante Perfilador de CorrienteAcústico Doppler o “*AcousticDoppler Current Profiler(ADCP)*”.

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
14	Modificación del patrónde deposición de sedimentos	El proceso de erosión de la zona de playa ha ocasionado el arrastre de partículas sólidas, principalmente arenas y mínimamente limos y arcillas hacia la zona marina, las cuales han sido transportadas y dispuestas en diferentes áreas por efectos de las corrientes marinas. Las partículas sedimentadas tienden a suspenderse, también, por acciones directas sobre el lecho, siendo mayor la suspensión cuando el tamaño de las partículas es menor y tienen menor densidad, como los limos y arcillas. Así es que, acciones directas a realizar para la construcción de los dos arrecifes artificiales pueden generar un cambio temporal en la disposición de sedimentos, para ello se propone la siguiente medida: • Medida de prevención: Colocación de cortinas antidispersión. Para evitar cualquier posible incidente de dispersión de sedimentos en suspensión, previo al inicio de cualquier actividad dentro de la zona marina se colocarían cortinas antidispersión. Estas cortinas se colocarán en cada una de las áreas de construcción de los dos arrecifes artificiales y operación y se instalarán según la dirección de la corriente del día de trabajo. Las obras y actividades que se protegerían contra posibles dispersiones de sedimentos, arena y derrames de partículas sólidas en el agua están: manguera flexible de alta resistencia para el llenado del colcha y bolsacreto. • Medida de mitigación: Los trabajos de colocación de las estructuras de protección se realizarán solo en condiciones climáticas ideales, es decir, con mar calmo (oleaje máximo de 1.5 ft o 45 cm) y viento máximo de 7 nudos (12.9 km h-1).	Modificación del patrón de sedimentación.	Prevenir la dispersión de sedimentos suspendidos por la realización de actividadesen la zona marina.	Seguimiento al grosor del fondo marino en las áreas potenciales de acumulación.
15	Disminución del númerode individuos de las especies de fauna silvestre	• Medida de prevención: En esta etapa de desarrollo del proyecto, se continuaría con el ahuyentamiento y rescate de ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente enejemplares de lento desplazamiento, y en aquellos individuos que			

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
16	Afectación a ejemplaresde fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	por condiciones específicas requieran de apoyo, se emplearán métodos de captura. En el caso de las aves solo se realizarían actividades de ahuyentamiento cuando sea necesario, ya que se trata de especies de fácil y rápida movilidad. Como en esta etapa se tendrían actividades en la zona marina para la construcción de los dos arrecifes artificiales, se realizarían actividades de mitigación contra la afectación a la fauna marina, incluyendo a los peces e invertebrados marinos. Previo al inicio de las actividades, se ahuyentarán a los individuos que se encuentren presentes en el área de influencia de las obras. De igual manera, las cortinas antidispersantes funcionarán como una barrera que, además de impedir la dispersión de sedimentos, bloquearían el acceso de los peces a las áreas de actividades, protegiéndolos de posibles afectaciones. • Medida de prevención: El programa de rescate y reubicación de fauna silvestre incluirá a los individuos de especies en categoría de riesgo, de acuerdo con la lista de la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tal como la iguana espinosa mexicana (*Ctenosaura similis*), la boa (*Boa constrictor*), o individuos de alguna otra especie protegida que no haya sido identificada durante los muestreos, pero que pudiera encontrarse en las superficies de afectación prevista. Para la protección de los ejemplares de tortugas marinas de las especies *C. caretta* y *Ch. mydas*, las cuales se encuentran en clasificadas como especiesen peligro de extinción, se continuará con la implementación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que ha sido validado por la DGIRA y registrado en la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estadode Quintana Roo —como parte del cumplimiento de las obligaciones ambientales contraídas en la autorización del Hotel Secrets Akumal, y cuya ejecución es responsabilidad de la promovente de este proyecto—, el cual contempla actividades para garantizar la arribazón de individuos, la anidación, conservación de los nidos (*in situ* o en corrales) y para la protección y liberación de las crías. • Medida de prevención: Para minimizar la afectación que el desarrollo delas obras y actividades del proyecto pudiera generar sobre los individuos, y sitios de anidación de las tortugas caguama (*C. caretta*) y blanca (*Ch. mydas*) que utilizan la playa del proyecto, habrá una restricción temporal para la ejecución de cualquier tipo de obra entre los meses de mayo y noviembre, con la finalidad de que ninguna de las actividades del proyecto coincida y puedan afectar a la arribazón, anidación, o al desarrollo de los huevos y de las crías de las tortugas marinas • Medida de prevención: Se continuará con la implementación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que ha sido validado por la DGIRA y registrado en la Delegación Federal de la SEMARNAT enel estado de Quintana Roo —como parte del cumplimiento de las obligaciones ambientales contraídas en la autorización del Hotel Secrets Akumal, y cuya ejecución es responsabilidad de la promovente de este proyecto—, el cual contempla las medidas establecidas en la norma oficial mexicana NOM-162-SEMARNAT-	Rescate de especies de fauna silvestre representativas y en alguna categoría deriesgo.	Mantener la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre presentes enla región, incluyendo aquellas catalogadas como especiesen categoría de riesgo de manera prioritaria, quehabitan en el SAR y en el área del proyecto.	Flores-Villela et al (1991); Cevallos y Oliva (200%); Ramírez-Pulido et al (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN et al. (2018). Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el caso de las tortugas marinas se considera lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012, Evaluando la implementación de lamedida con base en el número de nidosidentificados en el área de playa, el número de huevos contabilizados y el número de crías liberadas, identificados en el área deplaya, el número de huevos contabilizados y el número de crías liberadas.

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
17	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	2012 para las condiciones generales de la playa, requerimientos y condiciones del personal, y elmanejo general de los nidos (*in situ* o en corral), huevos y crías. Medida de compensación: Se propone la implementación de un programa de monitoreo del arrecife de coral localizado frente a la playa del proyecto Hotel Secrets Akumal, para evaluar su evolución a través del tiempo. Actualmente, los arrecifes coralinos de la región se encuentran bajo procesos de degradación que están afectando su calidad y sobrevivencia, debido al incremento de la temperatura, la acidificación de los océanos, la frecuencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos, y la contaminación del mar, entre otros. En Quintana Roo destacan, además delos antes referidos, el efecto del arribo, acumulación y descomposición de sargazo y, en el 2018 se identificó la presencia de la enfermedad conocida como “Síndrome Blanco”, la cual se ha esparcido por toda la costa de Quintana Roo. Asociado a los arrecifes se tiene tienen especies de peces arrecifales que se verían beneficiados por la conservación de estos ecosistemas marinos.			
18	Modificación de lascualidades estético - paisajísticas	La construcción de los dos arrecifes artificiales, provocará un ensanchamiento de la playa, lo que hará retornar la vista agradablea un área con procesos de degradación manifestado por una playa más angosta y menos arena, restándole propiedades atractivas al lugar para llevar a cabo actividades turísticas y recreativas. No obstante, como parte de las actividades constructivas se generarían condiciones adversas para ello. • Medida de mitigación: No se realizarán obras o actividades fuera de las áreas previamente delimitadas, mismas que han sido establecidas en el capítulo II de esta MIA-R y cuya afectación ha sido evaluada en el capítulo V. • Medida de mitigación: El emplazamiento de los dos arrecifes artificiales y la instalación de las señalizaciones para indicar su ubicación y dimensiones, implicarían uncambio de la percepción visual del mar desde diferentes sitios, incluso desde lazona terrestre. No obstante que estos deberán cumplir con las especificacionesy normatividad establecida por la autoridad para garantizar la seguridad de los operarios de embarcaciones, equipos acuáticos y de los visitantes en general, no se considera la utilización de señalizaciones que obstruyan la visibilidad.	Cambios en la percepciónvisual del paisaje por parte de los turísticas y pobladores aledaños al área del proyecto.	Generar el menor contraste paisajístico entre el área del proyecto con el paisaje natural del SAR, garantizandoel uso seguro de los visitantes.	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
19	Atracción para el desarrollo de actividades turísticas recreativas	• Medida de mitigación: Recuperación de playa erosionada mediante la construcción de los dos arrecifes artificiales, lo que haría retornar la vista agradable a un área con procesos de degradación manifestado por una playa más angosta. El ensanchamiento de la playa permitiría el desarrollo de actividades turísticas y recreativas como la instalación de camastros, llevar a cabo juegos de playa, entre otras actividadespara el beneficio de los visitantes nacionales y extranjeros.	Recuperación de área de playa perdida porprocesos naturales.	Recuperar y mantener estable la playa en beneficio del medio ambiente y poder desarrollar actividades turísticas y recreativas.	Superficie de playa recuperada y mantenida estable del total estimada.

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
20	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	• Medida de mitigación: Demanda de mano de obra. La realización de las obrasy actividades para la construcción de las estructuras de la playa demanda mano de obra directa e indirecta, tanto calificada como no calificada para trabajo de campo y administrativo. Es esta etapa en la que existe unmayor requerimiento de personal, tanto directo como indirecto, de manera temporal, algunos de largo plazo, sin que se prevea un incremento del flujo migratorio por el desarrollo del proyecto o que se vaya a incrementar la demanda de bienes y servicios en la región.	Creación de fuentes de empleo.	Generar fuentes de empleo para los pobladores y empresas regionales.	Reportes de generación deempleos del IMSS e INEGI.
21	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	• Medida de mitigación: Impulso de la economía regional. La construcción de los dos arrecifes artificiales demanda del uso de materiales, sustancias, equipos y mano de obra lo que implica una inversión estimada de $27 millones de pesos, en favor de los habitantes y empresas que operan a nivel regional, estatal y nacional.	Inversión económica.	Generar inversión económica en favor de los pobladores de la región.	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
22	Diversificación de actividades económicas	• Medida de mitigación: Recuperación de playa erosionada mediante la colocación de estructuras de protección, que provocaría un ensanchamiento de la playa, lo que permitiría el desarrollo de actividades turísticas y recreativas como la instalación de camastros, llevar a cabo juegos de playa, entre otras actividades para el beneficio de los visitantes nacionales y extranjeros.	Diversificación de actividades y ofertas de servicio.	Recuperar y mantener estable la playa en beneficio del medio ambiente y poder desarrollar actividades turísticas y recreativas.	Superficie de playa recuperada y mantenida estable del total estimada.
23	Incremento de oferta deservicios de turísticos y recreativos				
Operación y mantenimiento					
24	Cambio en la estabilidad de la línea de costa	• Medida de mitigación: reacomodo de elementos estructurales y limpieza de la arena en la zona de playa. • Para el caso de los dos arrecifes artificiales, se espera que físicamente resistan bien la incidencia del oleaje de tormenta, sin embargo, puede haber deterioro o desplazamiento de algunas piezas durante eventos más severos. Después de que pasen los fenómenos hidrometeorológicos fuertes, se revisarán los potenciales daños a los dos arrecifes artificiales y se evaluará si es necesario el reacomodo de piezas movidas o el reemplazo de piezas que pudieran haber sido destruidas. • El efecto de las tormentas tropicales también puede tener una severa incidencia en la conformación de la playa rehabilitada. De igual manera, pero en una escala de magnitud mucho menor, las actividades de los visitantes podrían modificar puntualmente la estabilidad de la playa, por lo que requerirá de un reacomodo y conformación frecuente de la arena de la playa. Estas actividades también servirían para poder detectar posibles afectaciones mayores a la estabilidad de la playa.	Modificación de la líneade costa.	Reducir la velocidad del retroceso de la línea de costa por procesos de degradación de la playa en el área del proyecto.	Tasa de punto final (end- pointrate) consiste en considerar únicamente la línea de costa más antigua y la más reciente, y dividir la distancia entre ellas por el número de años transcurridos mediante levantamientos topográficos y batimétricos apoyados con fotogrametría y GIS (Ojeda, 2002).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
25	Cambio de las propiedades químicasdel suelo	• Medida de mitigación: Colocación de contenedores para el acopio de residuos sólidos urbanos generados por los usuarios de la playa. Por la operación de los componentes del proyecto, no se espera que se generen residuos, pero sí por las actividades turísticas y recreativas que se puedan realizar una vez que la playa haya sido rehabilitada. Los residuos que se generen como parte de estas actividades serían sólidos urbanos. Para evitarsu dispersión y se conviertan en un problema de contaminación ambiental, se instalarán contenedores en diversas áreas estratégicas dentro del predio para su colecta. Los residuos dispuestos en estos colectores serán concentrados en unos colectores de mayor capacidad que estarán ubicados en un área de fácil acceso, dentro del área del Hotel Secrets Akumal, como proyecto asociado, para el personal del servicio de limpieza municipal o de algunaempresa privada contratada para ello, quienes se encargarán de su transportey disposición final.	Contaminación del suelo en las áreas de acción directa por el desarrollo del proyecto.	Reducir la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.	El procedimiento de determinación y valores dereferencia en la NOM-021- RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina comoindustriales como de los orgánicos, es su producción (m3), así como su reciclaje(proporción del volumen que es generado que esreciclado, %); FAO (2020).
26	Cambio en la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua	• Medida de mitigación: Recolección, disposición y retiro de los residuos sólidos dispersos generados en el área de playa. Los residuos que se generen como parte de la actividad turística son, en su gran mayoría, residuos sólidos urbanos. Para evitar su dispersión y se conviertan en un problema de contaminación ambiental, se instalarán contenedores en diversas áreas estratégicas dentro del predio para su colecta. Los residuos dispuestos en contenedores serán concentrados en colectores de mayor capacidad, mismos que estarán ubicados en un área de fácil acceso, dentro del área del Hotel Secrets Akumal, como proyecto asociado, parael personal del servicio de limpieza municipal o de alguna empresa privada contratada para ello, quienes se encargarán de su transporte y disposición final.	Cambio en la calidad física, química y bacteriológica del agua superficial.	Prevenir la dispersión de sedimentos suspendidos y la contaminación del agua por larealización de actividades en la zona marina.	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT-1997; NOM-004-SEMARNAT-2002; NMX- AA-038-SCFI-2001 (Análisis de agua – determinación de turbiedad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas).

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
27	Alteración del movimiento de la corriente y olas en elcuerpo de agua superficial	• Medida de mitigación: Reacomodo de elementos estructurales. Para el caso de los dos arrecifes artificiales, se espera que físicamente resistan bien la incidencia del oleaje de tormenta, sin embargo, puede haber deterioro o desplazamiento de algunas piezas durante eventos más severos. Para garantizar su funcionamiento, que es el darle estabilidad a la línea de costa minimizando el proceso de erosión, generación de sedimentos en el fondo marino, alterando mínimamente las corrientes marinas y el oleaje, después de que pasen los fenómenos hidrometeorológicos fuertes se revisaránlos daños a los dos arrecifes artificiales y se evaluará si es necesario reacomodar las piezas movidas o se reemplazarían las piezas que hayan sido destruidas.	Cambio de la velocidad y sentido de las corrientes marinas y del oleaje.	Minimizar el efecto sobre la dirección y velocidad de la corriente marina y del asomeramiento, refracción, difracción y reflexión de las olas en el área de influencia de los dos arrecifes artificiales.	Medición de corrientes y registro de variables hidrodinámicas mediante, complementadas con técnica de plumas de dispersión.
28	Protección a ejemplaresde fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	• Para la protección de los ejemplares de tortugas marinas de las especies *C. caretta* y *Ch. mydas*, las cuales se encuentran enlistadas como especies en peligro de extinción, se continuará con la implementación del Programa de Conservación y Protección a las Tortugas Marinas que ha sido validado por la DGIRA y registrado en la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estadode Quintana Roo —como parte del cumplimiento de las obligaciones ambientales contraídas en la autorización del Hotel Secrets Akumal, y cuya ejecución es responsabilidad de la promovente de este proyecto—, el cual contempla actividades para garantizar la arribazón de individuos, la anidación, conservación de los nidos (in situ o en corrales) y para la protección y liberación de las crías. Es importante señalar que, la estabilización de la playa para mitigar el efecto de los procesos erosivos, es también una medida que beneficiará a las tortugas marinas por el mejoramiento de las condiciones de sus sitios de anidación. Desde hace décadas se ha señalado que la erosión costera ocasiona la pérdida de hábitat para la anidación de las tortugas marinas, lo que representa una de las principales causas asociadas al decremento de sus poblaciones Bolongaro Crevenna et al. (2010).	Conservación deespecies de fauna silvestre representativas y en categoría de riesgo.	Mantener la diversidad y abundancia de especies de fauna silvestre presentes enla región, incluyendo aquellas catalogadas como especiesen categoría de riesgo de manera prioritaria, quehabitan en el SAR y área de incidencia del proyecto.	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el caso de las tortugas marinas se considera lo establecido en la NOM-162-SEMARNAT-2012, Evaluando la implementación de la medida con base en el número de nidos identificados en el área deplaya, el número de huevos contabilizados y el número de crías liberadas.
29	Modificación de lascualidades estético - paisajísticas	• Medida de mitigación: Retiro de residuos dispersos y mantenimiento de conformación de la playa. Como parte de las actividades cotidianas, se tiene considerado la recolección de los residuos sólidos urbanos dispersos en elárea de playa que será rehabilitada. Para tener un mejor control de los residuosgenerados, se instalarán contenedores para la disposición de residuos ubicados estratégicamente a lo largo de la playa. Los contenedores promoverán la separación de residuos, rotulándose el tipo de residuos pordisponer en cada uno de ellos, diferenciando entre residuos orgánicos, plásticos (PET) y otro tipo de residuos inorgánicos. Además, para mantener la uniformidad en el área de playa restituida, que algunas veces se pierde por la actividad de los usuarios, se realizarían nivelaciones para mantener la conformación uniforme de la playa. Estas actividades de mantenimiento promoverán que el sitio siga siendo atractivo para los pobladores y visitantes, favoreciendo del desarrollo de actividades turísticas y recreativas.	Cambios en la percepciónvisual del paisaje por parte de los turísticas y pobladores aledaños al área del proyecto.	Favorecer y mantener la calidad paisajística en el sitio, haciéndolo un lugar atractivoy seguro para los visitantes.	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
30	Atracción para el desarrollo de actividades turísticas recreativas				

Número	Impacto ambiental	Medida ambiental	Indicador		
			Nombre	Objetivo	Cálculo
31	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	• Medida de mitigación: Demanda de mano de obra. La realización de las obrasy actividades para la construcción de las estructuras de protección de la playa favorecerían la visita de pobladores y visitantes nacionales y extranjeros, lo quefavorecería la creación de fuentes de empleo para atender las necesidades de los visitantes.	Creación de fuentes deempleo.	Generar fuentes de empleo para los pobladores y empresas regionales.	Reportes de generación deempleos del IMSS e INEGI.
32	Diversificación de actividades económicas				
33	Incremento de oferta deservicios de turísticos y recreativos				

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tendrá como propósito la supervisión durante el desarrollo de las obras y actividades que se llevarán a cabo en el proyecto denominado "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", siguiendo el cumplimiento de las medidas de prevención, compensación y mitigación de los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, con el fin de reducir los efectos adversos al ecosistema y no contravenir con la biodiversidad y el medio en el que se desenvuelve.

El programa de vigilancia ambiental estará conformado de la siguiente manera:

- Programa de Manejo Integral de los Residuos
- Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido
- Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada
- Programa de Monitoreo de perfil costero
- Programa de rescate, protección y monitoreo de biota marina
- Programa de Conservación y Manejo de Tortugas
- Programa de monitoreo del cambio en el comportamiento marino y de calidad del agua

El proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" se compone de tres fases: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, por lo que en cada fase se establece una serie de indicadores que nos guiarán y nos darán una idea de la funcionalidad en cada medida o programa implementado.

Los indicadores se eligieron con base a cada programa, por lo que a continuación se presentan las siguientes tablas que serán utilizadas como indicativos del desempeño ambiental general del proyecto.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de visitas periódicas semanales las cuales serán efectuadas por personal con experiencia en el tema ambiental.

Etapa de preparación de las nuevas obras en el sitio del proyecto

Previo al inicio de la etapa de preparación se impartirán capacitaciones sobre las prohibiciones y restricciones dentro del área del proyecto al personal responsable de los trabajos y obras, esto es con la finalidad de evitar la contaminación del suelo, aire y el mal manejo de los residuos.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de supervisiones periódicas, las cuales serán efectuadas por el personal con experiencia en el tema ambiental.

Tabla VI.2. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de preparación del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"

Acción: pláticas de educación ambiental
OBJETIVO: Fomentar entre el personal involucrado en el proyecto sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado, a través de diversas estrategias.

Indicadores	• El 100% de los trabajadores ha sido informado sobre el tema • No existe cacería, extermino y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados. • Los trabajadores depositan sus desechos en los contenedores de orgánicos, inorgánicos y reciclables ubicados en áreas estratégicas del proyecto.
Verificación	• Previo al inicio de actividades de las nuevas obras se impartieron cursos. • Supervisiones ambientales.
Acción: instalación de señalización	
Objetivo: Realizar pláticas y elaborar material de apoyo para difundir información en el proyecto sobre las acciones de conservación del medio ambiente, que se implementaran en todas las etapas del sitio del proyecto.	
Indicadores	• En áreas estratégicas del proyecto se tienen colocados letreros restrictivos a favor de la flora y fauna. • Los contenedores cuentan con etiquetas para que los trabajadores se familiaricen con la separación de residuos. • En puntos estratégicos, se tienen colocados carteles con información sobre el cuidado del medio ambiente.
Verificación	• Supervisiones ambientales al proyecto.
Programa: Programa de Monitoreo de perfil costero	
Objetivo: Detectar los posibles cambios en la playa frente a la cual se ubicarán los arrecifes artificiales y en zonas aledañas dentro del SAR, por la instalación de las estructuras de protección (arrecifes artificiales), la rehabilitación de la playa, con el fin de observar si estas estructuras están cumpliendo con la función por la que fueron instaladas.	
Principales técnicas	• Levantamientos periódicos de topográficos y batimétricos para compararlas en el tiempo con el apoyo de fotogrametría y GIS. • Tasa de punto final (end-point rate) consiste en considerar únicamente la línea de costa más antigua y la más reciente, apoyada con los levantamientos topográficos y batimétricos, y dividir la distancia entre ellas por el número de años transcurridos mediante fotogrametría y GIS (Ojeda, 2002). • El procedimiento de determinación y valores de referencia de las variables físicas está determinado en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
Indicadores	• Modificación de la línea de costa. • Preservación de las propiedades físicas
Verificación	• Supervisiones ambientales al proyecto para evaluar el comportamiento estacional de la playa (Erosión-Acreción).
Programa: Programa de rescate, protección y monitoreo de biota marina	

Objetivo: Identificar las actividades por realizar para proteger a los individuos de las especies de flora y fauna acuática que pudieran estar presentes durante la etapa de preparación del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"	
Principales técnicas	• Recorridos previos en las áreas del proyecto de desplante de obras para la identificación de los ejemplares susceptibles a ser rescatados. • Establecimiento del procedimiento para el rescate y reubicación de ejemplares de flora marina para rescatar. • Definición de las técnicas de ahuyentamiento acorde con las especies a ser ahuyentadas. • Inmersiones en los frentes de trabajo para el rescate de organismos susceptibles de reubicación.
Indicadores	• Superficie de área objeto de las actividades de rescate con base en la superficie prevista de afectación. • El indicador de éxito del programa será la ausencia de individuos en el momento previo al inicio de actividades de preparación de las áreas de actuación.
Verificación	• Visitas y recorridos periódicos en el proyecto. • Monitoreo de fauna con el método de presencia y ausencia.
Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido/ Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada **Acción: mantenimiento de maquinaria**	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como las emisiones excesivas a la atmosfera.	
Indicadores	• El 100% de la maquinaria tiene emisiones por debajo de lo establecido en la normatividad • No existen evidencias de derrames o filtraciones de lubricantes y combustibles en el suelo • Toda la maquinaria cuenta con el equipo necesario para la contención de derrames de lubricantes (Cubos de 20 lt y franelas). • Las franelas y los residuos de lubricantes, aceites, combustibles, etc. son acopiados temporalmente en un área para los residuos peligrosos.
Verificación	• Supervisiones periódicas en el área de máquinas.
Programa de Manejo Integral de Residuos **Acción: Definir esquemas de manejo donde se promueva la responsabilidad de la generación de residuos, su disminución, clasificación y reciclado.**	
Objetivo: prevenir el cambio de las propiedades químicas del suelo y de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua así como efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	• Se cuenta con personal capacitado en caso de contingencia. • Se cuenta con el equipo de protección necesario para el manejo de los combustibles y químicos. • Indicador de eficiencia: Ausencia de zonas contaminadas y residuos en el agua y fondo marino • Indicador de eficacia: Ausencia de residuos en el agua. • Residuos colocados en los contenedores específicos.

	• Ambientes marinos sin residuos pertenecientes a las obras o provenientes del personal.
Verificación	• Se contará con un supervisor ambiental quien será el encargado de verificar y supervisar que las medidas sean cumplidas, lo cual será registrado en una bitácora.

Etapa de construcción de las obras que del sitio del proyecto

Para la etapa de construcción de las obras del proyecto, el número de trabajadores en el área del proyecto aumenta, así mismo la generación de residuos y el área se vuelve más susceptible a sufrir algún tipo de contaminación de suelo y aire; no obstante, es la etapa donde se tiene que aumentar el esfuerzo para difundir la información a todo el personal.

Cabe mencionar que debido a la rotación de personal que se pueden suscitar por la cantidad de trabajadores que laboran en esta etapa, las capacitaciones no podrán impartirse a todos, sin embargo a los jefes encargados de departamento se les impartirán pláticas informativas sobre las prohibiciones y restricciones a favor del cuidado del medio ambiente.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de supervisiones periódicas, las cuales serán efectuadas por el personal con experiencia en el tema ambiental.

Tabla VI.3. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de construcción del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"

Acción: pláticas de educación ambiental	
Objetivo: fomentar la importancia del cuidado del medio ambiente a todo el personal involucrado en la etapa de construcción del proyecto.	
Indicadores	• Durante la etapa de construcción de las obras todos los jefes o encargados de departamento tiene conocimiento de los temas ambientales, así mismo difunden la información a su personal a cargo. • No existe cacería, extermino y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados. • Los trabajadores depositan sus residuos en los contenedores correspondientes. • Previo al inicio de actividades en la etapa de construcción, se impartieron pláticas sobre las prohibiciones y restricciones a favor del medio ambiente.
Verificación	• Impartición de pláticas de manera grupal. • Visitas periódicas al proyecto
Acción: instalación de señalización	
Objetivo: Concientizar al personal involucrado en la etapa de construcción de las obras nuevas del proyecto y en todas las etapas sobre la importancia del medio ambiente, mediante pláticas y señalizaciones en áreas estratégicas.	
Indicadores	• Todo el personal tiene acceso a la información sobre las prohibiciones y restricciones a favor del medio ambiente en el área del proyecto. • No existe cacería, extermino y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados

	• Todo el personal realiza una correcta separación de residuos. • Se tienen colocados letreros restrictivos a favor del medio ambiente en áreas estratégicas del proyecto.
Verificación	• Visitas periódicas al proyecto
Programa: Programa de rescate, protección y monitoreo de biota marina	
Objetivo: Identificar las actividades por realizar para proteger a los individuos de las especies de flora y fauna acuática que pudieran estar presentes durante la etapa constructiva del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"	
Indicadores	• Indicador de eficacia y eficacia: Número de individuos rescatados y reubicados, así como ausencia de biota dañada.
Verificación	• Se contará con un supervisor ambiental quien será el encargado de verificar y supervisar que la medida sea llevada a cabo.
Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido/ Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada **Acción: mantenimiento de maquinaria**	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como las emisiones excesivas a la atmósfera.	
Indicadores	• La maquinaria utilizada en la etapa de construcción de las obras del proyecto tiene emisiones por debajo de lo establecido en la normatividad. • Los materiales de construcción se mantienen húmedos para evitar que se generen polvos. • No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo. • Toda la maquinaria cuenta con el equipo necesario para la contención de derrames de lubricantes (Cubos de 20 lt y franelas). • Los residuos de construcción son separados en reciclables y urbanos, para ser trasladados en su acopio temporal y posteriormente son retirados por una empresa autorizada por autoridad competente.
Verificación	• Supervisión de la maquinaria que se utiliza en esta etapa. • Visitas periódicas en el área del proyecto.
Programa de Manejo Integral de Residuos **Acción: almacenes de insumos (combustibles y químicos)**	
Objetivo: prevenir la contaminación del suelo y agua debido a los residuos generados por el proyecto, que provendrán del personal que sea contratado para la colocación de las estructuras y de las embarcaciones usada para el transporte.	
Indicadores	• Indicador de eficiencia: Ausencia de zonas contaminadas y residuos en el agua y fondo marino. • Indicador de eficacia: Ausencia de residuos en el agua. • Los residuos que se generen por el empleo de equipos para la colocación de las estructuras, serán responsabilidad de la empresa que prestará el servicio de fabricación y colocación de las estructuras.
Verificación	• Supervisiones periódicas.
Programa de Manejo Integral de Residuos **Acción: centros de acopio de residuos**	

Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	• Existe áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. • No existe mezcla de residuos en las áreas de acopio. • No existe evidencia de derrames o filtraciones en el suelo. • El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente. • Los residuos son retirados por las empresas autorizadas para su disposición final.
Verificación	• Supervisión ambiental en las áreas del proyecto. • Revisión de bitácora de obra.
Programa de Manejo Integral de Residuos **Programa o acción: instalación de contenedores de residuos**	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
indicadores	• En toda el área del proyecto se tienen colocado en sitios estratégicos contenedores para el copio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. • No existe la presencia de fauna nociva. • No se observan residuos dispersos en la zona de obra.
Verificación	• Visitas y recorridos periódicos en el proyecto
Programa de Monitoreo de perfil costero	
Objetivo: **Llevar a cabo las mejores técnicas y seguimiento para la correcta colocación de las estructuras de protección, así como dar seguimiento a la dinámica litoral inicial en el área del proyecto.**	
Principales técnicas	• Levantamientos periódicos de topográficos y batimétricos para compararlas en el tiempo con el apoyo de fotogrametría y GIS. • Tasa de punto final (end-point rate) consiste en considerar únicamente la línea de costa más antigua y la más reciente, apoyada con los levantamientos topográficos y batimétricos, y dividir la distancia entre ellas por el número de años transcurridos mediante fotogrametría y GIS (Ojeda, 2002). • El procedimiento de determinación y valores de referencia de las variables físicas está determinado en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
Indicadores	• Resultados de los perfiles de playa en el área frente a la cual se ubicará los arrecifes artificiales y en zonas aledañas dentro del SAR. • Comportamiento estacional de la playa (Erosión-Acreción)
Verificación	• Supervisiones periódicas en el área del proyecto.

Etapas de operación y mantenimiento de las obras del proyecto

En las etapas de operación y mantenimiento se generan impactos diferentes para los cuales también se llevarán a cabo acciones y programas que mitigarán, prevendrán y compensarán las posibles afectaciones.

En este caso las pláticas serán periódicas conforme al reclutamiento de personal, y dependerán de la frecuencia de contrataciones y rotación de personal.

Así mismo la señalización ya será de forma permanente y con información dirigida tanto a empleados como a los usuarios del desarrollo.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de supervisiones periódicas, las cuales serán efectuadas por el personal con experiencia en el tema ambiental.

Tabla VI.4. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal"

Acción: pláticas de inducción ambiental	
Objetivo: Concientizar a todo el personal involucrado en el proyecto sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado.	
Indicadores	• El 100% del personal ha sido informado sobre el tema. • Se impartirán pláticas sobre la política ambiental con la que cuenta en el proyecto, durante cada ciclo de contrataciones del personal.
Verificación	• Impartición de cursos • Entrevistas aleatorias al personal • Supervisión ambiental en las áreas del proyecto.
Acción: instalación de señalización	
Objetivo: Concientizar a todo el personal involucrado y huéspedes del proyecto sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado cubriendo los vacíos dejados por el alcance de las pláticas.	
Indicadores	• En la infraestructura del proyecto y en las áreas verdes se tienen colocados letreros alusivos a la protección de la flora y fauna. • En áreas donde se reúne el personal de la empresa se tienen colocadas mamparas y carteles con la información de la política ambiental que tiene el proyecto. • Existen señalizaciones referentes a temas ambientales en áreas estratégicas del proyecto.
Verificación	• Supervisión ambiental en el área del proyecto.
Programa: Programa de Monitoreo de perfil costero	
Objetivo: Definir las actividades a implementar para mantener la estabilidad de la playa una vez recuperada, así como dar seguimiento a la dinámica litoral que puede verse afectada por procesos de degradación en el área del proyecto.	
Principales técnicas	• Levantamientos periódicos de topográficos y batimétricos para compararlas en el tiempo con el apoyo de fotogrametría y GIS.

	• Tasa de punto final (end-point rate) consiste en considerar únicamente la línea de costa más antigua y la más reciente, apoyada con los levantamientos topográficos y batimétricos, y dividir la distancia entre ellas por el número de años transcurridos mediante fotogrametría y GIS (Ojeda, 2002). • El procedimiento de determinación y valores de referencia de las variables físicas está determinado en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
Indicadores	• Modificación de la línea de costa. • Preservación de las propiedades físicas
Verificación	• Supervisiones ambientales al proyecto para evaluar el comportamiento estacional de la playa (Erosión-Acreción).
Programa de Programa de comportamiento marino y de la calidad del agua	
Objetivo: Definir las medidas ambientales para darle seguimiento al comportamiento de las corrientes marinas, prevenir la generación y dispersión de sedimentos suspendidos y la contaminación del agua por la realización de actividades en la zona marina en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.	
Técnicas	• Medición de corrientes y registro de variables hidrodinámicas. • Plumas de dispersión. • Para la calidad de agua, se utilizarán como valores y procedimiento de referencia los indicados en la normatividad oficial mexicana: NOM-001-SEMARNAT- 1996; NOM-003-SEMARNAT-1997; NOM-004-SEMARNAT-2002; NMX- AA-038-SCFI-2001.
Indicadores	• Cambio de la velocidad y sentido de las corrientes marinas y del oleaje. • Cambio en la calidad física, química y bacteriológica del agua superficial.
Verificación	• Visitas y recorridos periódicos en el proyecto
Programa de Conservación y Manejo de Tortugas **Acción: Proteger a las especies de tortuga marina que arriben a la playa colindante con el proyecto**	
Objetivo: Ejecutar el Campamento Tortuguero, vigilando y protegiendo los nidos en la playa colindante al Hotel Secrets Akumal y complementando acciones para el presente proyecto de "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal" , y con ello contribuir a la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortuga marinas registradas en el Municipio de Tulum, Estado de Quintana Roo.	
Indicadores	• Capacitación del personal del campamento tortuguero • Construcción del corral de protección • Campaña informativa • Patrullajes nocturnos • Rescate de nidos Siembra de huevos en el corral • Limpieza de nidos • Liberación de crías Retiro del corral de protección.

Verificación	• Visitas y recorridos periódicos en el proyecto • Bitácoras

Para la verificación de los indicadores se realizarán visitas periódicas durante esta etapa de operación del proyecto “Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal” en las cuales se harán recorridos verificando los puntos mencionados en donde se debe de cumplir con lo estipulado en las tablas anteriores, a través de un Programa de Vigilancia Ambiental.

Las visitas se harán de manera semanal en un principio, pudiendo ser más frecuentes en caso de suscitarse alguna contingencia.

SEGUIMIENTO Y CONTROL.

Con la finalidad de vigilar que se cumpla con las medidas ambientales propuestas y las condicionantes establecidas por la autoridad ambiental para el desarrollo del proyecto, es importante que se cuente con un equipo de trabajo conformado por personal capacitado, con conocimiento probado, en el desempeño y supervisión ambiental. Todos los trabajadores están obligados y son los responsables indirectos del cumplimiento de las medidas definidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales, pero el equipo de supervisión ambiental es el responsable de vigilar que estas se lleven en los términos manifestados y de evaluar los resultados obtenidos y de establecer nuevas medidas en caso de que no se estén cumpliendo los objetivos planteados.

El personal que constituye este equipo de trabajo, que involucra a un responsable ambiental del proyecto, además de verificar el cumplimiento de las medidas ambientales, debe ser capaz de analizar los resultados obtenido, tomar decisiones en casos de emergencia, definir nuevas estrategias cuando las medidas implementadas no estén dando resultados, transmitir la información a los diferentes equipos de trabajo, elaborar informes y reportes de resultados, entre otros. Este trabajo se debe ver reflejado y servir para el cumplimiento de los siguientes compromisos:

- Comprobar la correcta implementación de las medidas ambientales propuestas y las condicionantes establecidas por la autoridad ambiental.
- Verificar las predicciones de impactos ambientales y detectar la ocurrenciade situaciones ambientales contingentes.
- Verificar la elaboración y difusión de actividades de educación ambiental a todo el personal que labore en el proyecto desde el inicio de sus actividades, en el que se resalten las obligaciones y responsabilidades del proyecto con las autoridades y de los trabajadores con el proyecto.
- Contar con información veraz respecto de la calidad, oportunidad y efectividad de las medidas ambientales establecidas para el proyecto.
- Elaborar e implementar un plan de acciones y eventualidades que pudieran ocasionar un riesgo social y ambiental, como incendios, presencia de fenómenos hidrometeorológicos, inundaciones, derrames de hidrocarburos en cuerpos de agua, paros laborales prolongados, entre otros.

- Definir planes alternativos de acción ante un pobre resultado de las medidas ambientales implementadas.
- Verificar el registro, análisis y difusión de los resultados obtenidos sobre el desempeño ambiental del proyecto con la implementación de las medidas ambientales.
- Asegurarse de que el desarrollo del proyecto se ajuste a los estándares ambientales que establece la normatividad ambiental y las regulaciones particulares establecidas por las normas oficiales mexicanas en materia ambiental.
- Apoyar en las visitas de supervisión ambiental que realicen las autoridades ambientales en el ámbito de su competencia, así como probar lo realizado para el cumplimiento de las obligaciones a las que haya quedado sujeto el desarrollo del proyecto.

Se espera que, a través del debido cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, el desarrollo del proyecto se enmarque satisfactoriamente dentro de los límites establecidos por las normas oficiales mexicanas de protección ambiental que le son aplicables y en apego a los criterios establecidos en la legislación ambiental.

La supervisión ambiental propuesta se estructura en cinco ejes principales:

a) Vigilar la implementación de las medidas ambientales establecidas para el proyecto y las condicionantes indicadas por la autoridad ambiental en todas las etapas de ejecución.

b) Dar seguimiento y establecer los mecanismos de control de impactos ambientales en todas las etapas de ejecución del Proyecto.

c) Verificar regularmente el estado del medio ambiente.

d) Constatar el cumplimiento de los estándares que establece la normatividad aplicable y los indicadores ambientales establecidos en el programa de vigilancia ambiental.

e) Elaborar, difundir y presentar los informes de los resultados obtenidos con la implementación de las medidas y condicionantes ambientales.

La atención de cada eje se realizará simultáneamente, para lo cual el responsable ambiental del proyecto programará visitas y estancias regulares en el sitio de actividades, esto en conjunto con su grupo técnico de apoyo, a efecto de realizar las supervisiones respectivas.

En el caso de la verificación del estado del medio ambiente, el responsable ambiental del proyecto trabajará coordinadamente con los especialistas encargados de realizar los estudios específicos que integren un monitoreo ambiental, tanto en el ecosistema terrestre como en el marino. Durante las supervisiones se levantarán bitácoras de campo en las que se recabará la información necesaria para documentar los resultados correspondientes.

Las supervisiones, para comprobar la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes establecidas para el proyecto, se ajustarán al cumplimiento de los objetivos, y particularidades del programa de vigilancia ambiental.

SEGUIMIENTO Y CONTROL DE IMPACTOS AMBIENTALES

El seguimiento y control de los impactos ambientales que se tengan durante el desarrollo del proyecto se registrará a través de formatos de reporte de incidentes ambientales, el cual será diseñado y aprobado por el equipo de supervisión ambiental. Estos formatos deben incluir la información básica para poderle dar seguimiento a los incidentes y verificar la atención del problema, además, podrán adaptarse para ser usados en cada una de las etapas, con base en el programa de trabajo y avances de las actividades. Una propuesta del formato se incluye en la Figura XXXXX. La información registrada en estos formatos podrá ser parte de las bitácoras de campo, las cuales serán la base para el análisis de resultados.

El seguimiento de los efectos negativos se realizará al mismo tiempo que la supervisión de la aplicación de las medidas ambientales y condicionantes del proyecto, registrando en bitácoras de campo cualquier dato e información que identifique, para cada uno de los impactos potenciales:

a) Si se observa manifestación alguna del efecto.
b) Momento de ocurrencia o manifestación.
c) Localización o extensión del efecto.
d) Duración o persistencia.
e) Causas probables o actividades que dieron origen a la manifestación delimpacto
f) Existencia de fenómenos naturales o causas externas al proyecto para la ocurrencia del impacto.

Los reportes de incidentes ambientales contendrán registros fotográficos de los incidentes identificados y de las condiciones en que se encuentra el factor ambiental afectado al momento de la supervisión, mismos que funcionarán como respaldo de la información registrada en la bitácora ambiental.

<table>
<tr><td rowspan="3">LOGO EMPRESA</td><td>Registro de apoyo</td><td colspan="2">Código:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Formato de reporte de incidentes ambientales.</td><td colspan="2">Versión:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Consecutivo (No.):</td></tr>
<tr><td colspan="4">Información del incidente</td></tr>
<tr><td>Tipo</td><td colspan="2">Área</td><td>Coordenadas</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td colspan="2" rowspan="4"></td><td>X:</td></tr>
<tr><td>Y:</td></tr>
<tr><td>Fecha</td></tr>
<tr><td>DD/MES/AÑO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Descripción del incidente:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Evidencias (tantas como sea posible para describir el problema)</td></tr>
</table>

Foto	Foto
Foto	Foto
Nombre y firma de quien elabora el reporte:	**Fecha** DD/MES/AÑO

A través de las labores de supervisión y seguimiento, se deberá garantizar que el desarrollo del proyecto y de las diferentes actividades que se realizarán —como parte de los programas ambientales, de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y de las condicionantes establecidas por la autoridad—, cumplan con las especificaciones y límites establecidos por las normas oficiales mexicanas que les son aplicables; así como aquéllas que sin ser vinculantes hayan sido establecidas como normas de referencia.

La implementación de la supervisión ambiental referida en este apartado deberá documentarse en todas las etapas de ejecución del proyecto.

En caso de que se presenten incidencias ambientales, desviaciones de los estándares de calidad ambiental esperados o situaciones contingentes, el equipo de vigilancia ambiental preparará un informe que describa la situación para ser informada a la dirección de la empresa, de modo que se determinen las medidas correctivas extraordinarias que se ameriten. De ser el caso, se le notificará a la autoridad ambiental de los resultados obtenidos y de las acciones tomadas para su conocimiento, validación y sugerencias.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 2

VII.1 INTRODUCCIÓN. 2
VII.2 RELACIÓN DE ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA REGIÓN. 2
VII.3 ESCENARIO ACTUAL. 4
VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL. 6
VII.4.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. 6
VII.4.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO. 10
VII.5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 12
VII.6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN CONSIDERAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN. 13
VII.7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 14
VII.8. CONCLUSIONES. 16
VII.9. BIBLIOGRAFÍA. 16

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN VII. 1. RUTA COMPRENDIDA POR LA RIVIERA MAYA 4
ILUSTRACIÓN VII. 2. DERIVA DE SEDIMENTOS POR MOVIMIENTO DEL OLEAJE 7
ILUSTRACIÓN VII. 3. PERFIL BATIMÉTRICO DE LA BAHÍA DE AKUMAL 7
ILUSTRACIÓN VII. 4. TOPOBATIMETRÍA DE LA BAHÍA DE AKUMAL 8
ILUSTRACIÓN VII. 5. AMBIENTES BENTÓNICOS DE LA BAHÍA DE AKUMAL 9
ILUSTRACIÓN VII. 6. ZONA DE COSTA DEL HOTEL SECRETS AKUMAL 10
ILUSTRACIÓN VII. 7. UBICACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES 11
ILUSTRACIÓN VII. 8. AMBIENTES MARINOS EN LOS QUE SE UBICARÁN LOS ARRECIFES ARTIFICIALES 11
ILUSTRACIÓN VII. 9. SECCIÓN TIPO DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES 12

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 INTRODUCCIÓN.

La fracción VII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando los impactos ambientales, acumulativos y residuales que se pudieran generar (Capítulo V), así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas (Capítulo VI).

Como se menciona y desarrolla a lo largo de la presente MIA-R, la promovente consideró para la operación del proyecto un delicado proceso de planificación ambiental que direccionó su funcionabilidad hacia un esquema de viabilidad ambiental, sustentado con el trabajo y recomendaciones de especialistas en temas como vegetación, fauna, humedales, ecosistemas marinos, marco legal, impacto ambiental, SIG, entre otros. De este modo es posible afirmar que el funcionamiento operativo del proyecto es ecológicamente viable, pues es congruente con:

• La conservación y uso sostenible de los ecosistemas marinos y recursos naturales del terreno y la región.

• El cumplimiento de todos los instrumentos legales y normativos aplicables.

• La generación de un proyecto ambiental, legal y estructuralmente sustentable.

• La integración del proyecto al paisaje marino y al medio ambiente circundante que derive en la estabilización de la zona de playa.

• La generación de oferta a un segmento de mercado sensible a escenarios de alta calidad ambiental y respeto por la naturaleza.

Con base en lo anteriormente señalado y como complemento a lo que se dispone en la normatividad ambiental, en el presente capítulo se presenta un pronóstico ambiental basado en modelos conceptuales de escenarios regionales (retrospectivo, actual y futuro (con y sin proyecto), con el objeto de determinar la influencia del proyecto en la región o Sistema Ambiental Regional (SAR) de interés.

VII.2 RELACIÓN DE ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA REGIÓN.

Como antecedentes, se tiene que la Península de Yucatán fue el principal polo de desarrollo del pueblo Maya, los cuales llegaron desde Centroamérica aproximadamente en el año de 1,500 antes de nuestra era, teniéndose que la civilización maya se puede dividir en tres periodos, lo cuales son:

-Primer Período, denominado Arcaico o Formativo, que ocurrió entre los años 1,500 a.C. y 300 d.C. En este periodo los mayas eran recolectores y cazadores y hasta el año 1,300 a.C.

desarrollaron la agricultura con el cultivo del maíz. Su pirámide representativa es la de Uaxactún, en la ciudad de Guatemala.

-Segundo Período, denominado Clásico, ocurrió entre los años 300 d.C. y 900 d.C. siendo una época donde las ciudades estado estaban gobernadas por el Halach-Uinic y las castas sacerdotales, ocurriendo la época de la edad del oro Maya y la época en la que fueron construidas las grandes pirámides y en el Siglo V fueron establecidos los Itzaes, que fueron los fundadores de Chichén Itzá, que fue la última tribu en rendirse ante los españoles, en el año de 1697.

-Tercer Período, denominado Postclásico ocurrió en el momento en el que ocurrieron continuas luchas internas, lo que derivó en su declive; eventualmente, en el año de 987 llegaron a Yucatán los toltecas, que venían de lo que actualmente es Tula, Hidalgo, y favorecieron el renacimiento cultural del llamado Nuevo Imperio Maya.

En el año de 1517 el español Francisco Hernández Córdoba llegó a la zona maya por Cabo Catoche, aunque algunos historiadores refieren a que esto ocurrió en Isla Mujeres y el primer asentamiento de los españoles fue en Puerto Juárez, en una zona cercana a lo que hoy es Cancún y eventualmente la conquista de la Península de Yucatán ocurrió en el transcurso del signo XVI.

En el año de 1528 fue Francisco de Montejo quien fundó la ciudad de Salamanca, y que hoy es conocida como Xel-Há, y en el año de 1821 la zona se declaró independiente de España.

En los años de 1847 y 1902 ocurrió la denominada Guerra de Castas, que dio fin a las sublevaciones de los pueblos mayas y su sometimiento al estado mexicano.

El estado de Quintana Roo, que ocupa la mitad de la Península de Yucatán, tiene su origen en 1902, cuando se separó del Estado de Yucatán. En esa época su principal riqueza era la explotación forestal, basado en maderas preciosas y la goma de mascar (chicle), que ya era usado como tal desde tiempos remotos por los mayas y aztecas.

En el año de 1935 fue creado el estado de Quintana Roo, con capital entonces denominada Payo Obispo, y que en el año de 1937 fue conocido como Chetumal.

En el año de 1968 fue cuando el Gobierno de México buscó nuevos destinos turísticos y debido a las excepcionales playas de esta zona, fue que comenzó a llamarse la atención en esta zona costera, declarándose de utilidad pública las tierras comunales para destinarlas al desarrollo de la industria turística, comenzando en Cancún, donde ocurrió una masiva actividad turística que tendría su efecto hacia el sur hasta Tulum.

En el año de 1974 fue reconocido como estado libre y soberano de los Estados Unidos Mexicanos y dos años después se reconoció y aprobó su Constitución.

Fue en el año de 1976 que se inauguró el aeropuerto de Cancún, dándose un periodo de desarrollo en el que por ejemplo Playa del Carmen pasó de 3,000 habitantes en 1990 a 150,000 en el año de 2020 y así ocurrió que debido a las expropiaciones, a la alta cotización del suelo y a que el turismo era más rentable que la pesca y la agricultura, provocó que la

población original fuera siendo desplazada lejos de la zona de costa, y ocupando la mayoría de la población del lado oeste de la carretera federal 307, que transcurre de manera paralela a la línea de costa que une a Cancún con Tulum y donde vive la mayoría de la fuerza laboral que se ocupa en los proyectos turísticos de costa.

El nombre de Riviera Maya se dio en el año de 1997, ya que hasta ese entonces se conocía a la zona como Corredor Turístico Cancún-Tulum,

VII.3 ESCENARIO ACTUAL.

El sitio del SAR se encuentra ubicado en la denominada Riviera Maya, la cual es una zona turística que se ubica en la zona costera del Mar Caribe en el estado de Quintana Roo, extendiéndose desde la localidad de Puerto Morelos, en su parte norte, hasta llegar a la localidad de Punta Allen en su parte sur, en la parte oriental de la Península de Yucatán, conforme se observa en la siguiente imagen:

ILUSTRACIÓN VII. 1. RUTA COMPRENDIDA POR LA RIVIERA MAYA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, BASADO EN GOOGLE EARTH PRO.

Los puntos relevantes, sin ser exclusivos de la Riviera Maya son los siguientes:

- Puerto Morelos
- Tres Ríos
- Playa del Carmen
- X'caret
- Paamul
- Puerto Aventuras
- Xpu-Há
- Akumal
- Xel-Há
- Bahía de Punta Solimán

- Tankah
- Tulum
- Boca Paila
- Punta Allen

También se pueden encontrar zonas de islas, como Cozumel, la Isla de la Pasión, Isla Mujeres e Isla Contoy. En su longitud, la Riviera Maya ocupa aproximadamente 140 Kilómetros y debido a que es un referente del turismo a nivel mundial, existen hoteles, resorts, hostales, entre otros sitios de albergue, contándose con aproximadamente 405 hoteles de clase internacional, 5 estrellas y otras categorías, que ofrecen al menos 43,500 habitaciones.

Actualmente, la demanda turística continúa y se buscan principalmente proyectos turísticos que cuenten con infraestructura de alta calidad, que brinden todos los servicios y que al mismo tiempo sean acordes con el ambiente y su paisaje.

A comienzos del año 2020, la zona de la Riviera Maya tenía más de 100,000 plazas hoteleras, siendo uno de los principales destinos turísticos a nivel mundial.

Las Tormentas tropicales y huracanes que han impactado en los últimos años la Península de Yucatán, en especial Gilberto, Wilma e Iván, han causado graves daños y disminución de las formaciones naturales de coral en aguas someras y allanamiento de los bajos de arena submarinos, los cuales además de su gran valor biológico, funcionaban como protecciones naturales de la línea de costa, trayendo en consecuencia una agresiva y constante erosión de las playas, pérdida de arena e invasión de aguas que ponen en riesgo la infraestructura turística y construcciones en general de las costas del estado de Quintana Roo y en este caso en particular la pérdida de playas y el daño irreversible en las playas de la bahía de Akumal, particularmente en el frente de playa del hotel Secrets Akumal ubicado en el municipio de Tulum.

La recuperación de playas en sitios en los que se ha detectado un proceso de erosión permanente o crónico ha de atenderse considerando no solo la posición original y la evolución histórica de la línea de costa, sino los procesos regionales y los eventos extraordinarios que han dado lugar al retroceso litoral. Solo así se puede lograr que una playa recuperada adquiera una nueva condición estable cuyas nuevas dimensiones son resultado de una combinación de los procesos naturales de mediano y largo periodo presentes en el área costera y del funcionamiento de las actuaciones que se ejecuten para mantener la posición de la línea de costa.

De acuerdo con lo anterior, la mitigación de la erosión costera puede ser abordada y alcanzada de diferentes maneras y con diferentes resultados exitosos. La selección, entonces, de una u otra solución puede tener como sustento la funcionalidad, la armonía con el medio natural, los usos de la playa y factores socioeconómicos.

En la presente MIA-R, se realiza el análisis de las condiciones actuales de la región de la zona de costa que ocupa la celda litoral en la que queda englobado el Hotel Secrets Akumal Rivera Maya, delimitado físicamente por dos puntas rocosas al norte y sur del predio. El primer análisis consistió en un estudio, basado en imágenes satelitales, de la evolución de

la línea costera con lo que se obtuvo un primer diagnóstico que justifica el resto de los trabajos. A fin de alcanzar un nivel de conocimiento profundo respecto de la distribución de la energía que solicita las playas en condiciones de régimen medio, tormentas moderadas y eventos extraordinarios se modelaron numéricamente un grupo representativo de condiciones de oleaje. A partir de los campos de oleaje, se determinaron los patrones de corrientes inducidas por las oscilaciones del oleaje con el objeto de contar con un panorama completo respecto de las características del transporte de sedimentos.

Una vez comprendida la dinámica costera, se propuso una actuación basada en la construcción de dos barreras artificiales para lograr el control de la energía cinética del oleaje, capaces de fungir como una barrera arrecifal. Esto es, además de proteger la playa y apoyar el perfil de playa, provee espacio para la colonización y hábitat de especies marinas de hábitos sésiles, como lo son mejillones, esponjas, ostras, percebes, anémonas y el propio coral, entre otras.

Finalmente se llevó a cabo un segundo ejercicio de modelación numérica enfocado en evaluar la eficacia de la solución propuesta en términos de reducción de la energía cinética que embiste a la playa y generar la disminución de las corrientes que provocan el transporte de sedimentos y se verificó que ningún área aledaña sea afectada de manera significativa por la construcción de la barrera artificial propuesta.

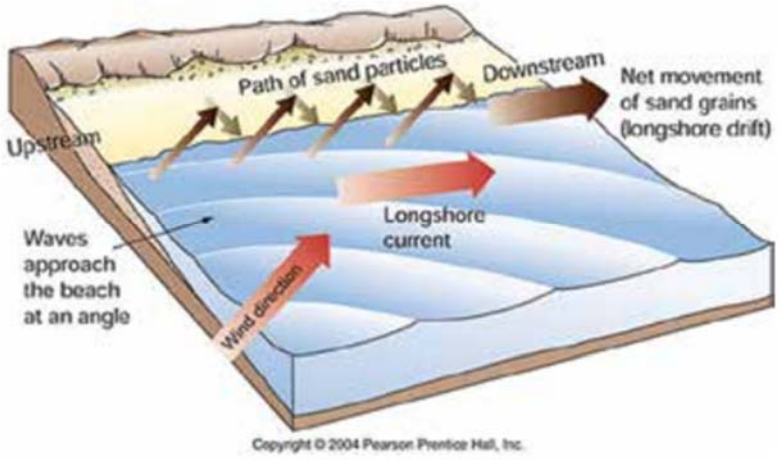
Por lo antes expuesto, para atender el problema de pérdida de playa en el frente costero del Hotel Secrets Akumal Rivera Maya, se llevaron a cabo un conjunto de estudios y trabajos que permitieron cumplir con los objetivos deseables en el quehacer de la ingeniería costera, a saber, diagnosticar el comportamiento reciente de la línea de costa, generar conocimiento enfocado a la comprensión amplia de la dinámica litoral local, proponer acciones de control o mitigación de la erosión y evaluar el desempeño de dicha propuesta.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.

VII.4.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

Como antes fue señalado, las tormentas tropicales y huracanes que impactan la Península de Yucatán, ocasionan graves daños a la zona de costa, incrementado básicamente por la carencia de estructuras que sirvan de protección para aminorar la energía cinética que embate estas zonas y que es donde se ubica el Hotel Secrets Akumal Riviera Maya; este efecto erosivo de la línea de costa se ve originado, entre otros aspectos, por la disminución de las formaciones coralinas en aguas poco profundas. Por otra parte, el transporte de sedimentos ocurre en menor proporción en una playa protegida por estructuras arrecifales, como ocurre en Puerto Morelos, ya que es menos dinámica que, en un caso de una playa expuesta, como la de Cancún, esto es, el arrecife ayuda a mantener los sedimentos en el sistema o al menos determina que éstos sean transportados a una menor velocidad. Asimismo, dos de los mecanismos que determinan el transporte de sedimentos son la corriente paralela a la costa y la deriva litoral, como se observa en la siguiente imagen:

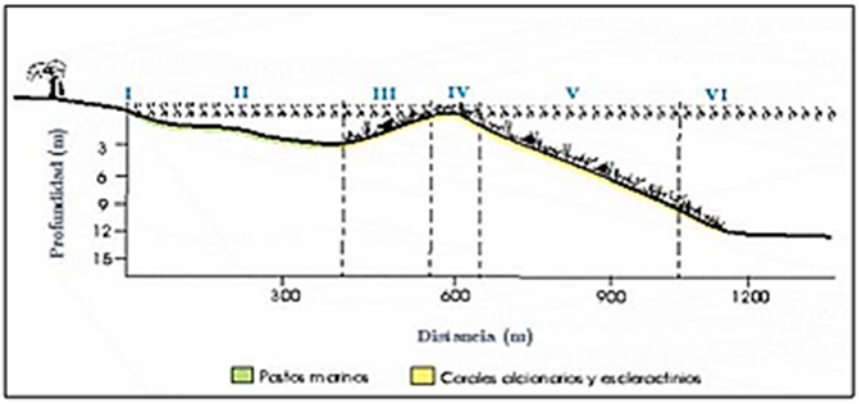
ILUSTRACIÓN VII. 2. DERIVA DE SEDIMENTOS POR MOVIMIENTO DEL OLEAJE



FUENTE: SECAIRA FAJARDO, F. Y ACEVEDO RAMÍREZ C., 2017. IMPORTANCIA DE LOS ARRECIFES Y DUNAS EN LA PROTECCIÓN DE LA COSTA. THE NATURE CONSERVANCY. MÉXICO.

Para el caso particular de la zona de la playa de Akumal, en la Riviera Maya, donde se encuentra el Proyecto, el perfil batimétrico es el siguiente:

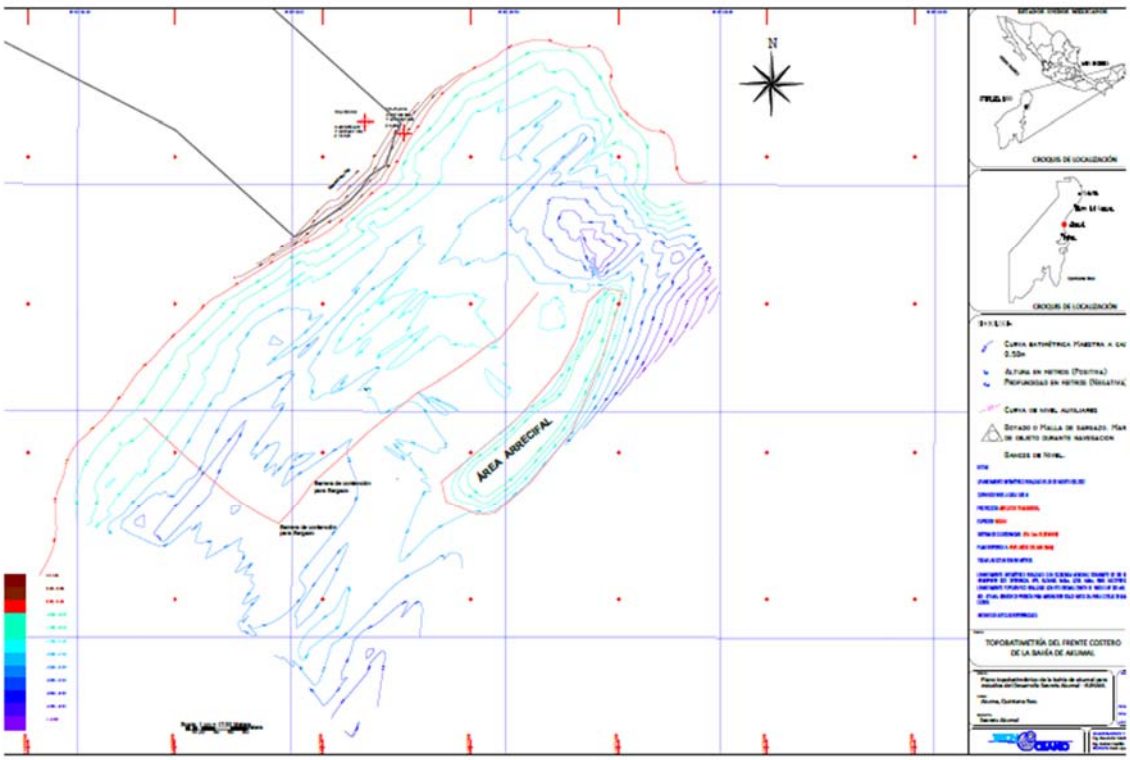
ILUSTRACIÓN VII. 3. PERFIL BATIMÉTRICO DE LA BAHÍA DE AKUMAL



FUENTE: FONDO SECTORIAL CONACYT-SECTUR. PROYECTO CLAVE 165452. VULNERABILIDAD DEL DESTINO TURÍSTICO RIVIERA MAYA.

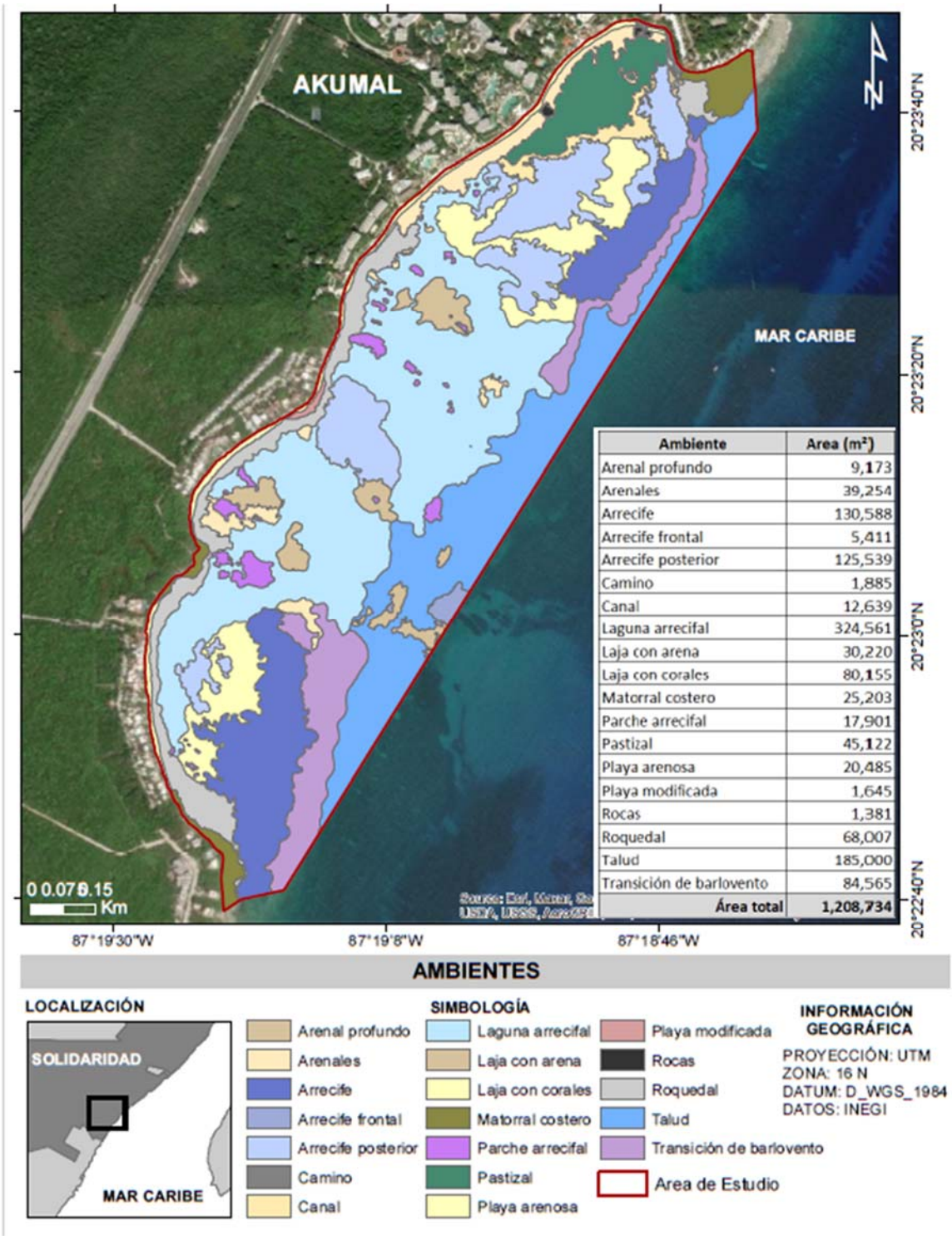
Por lo que se refiere a la topobatimetría de la zona donde se ubica el proyecto, ésta es la siguiente:

ILUSTRACIÓN VII. 4. TOPOBATIMETRÍA DE LA BAHÍA DE AKUMAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

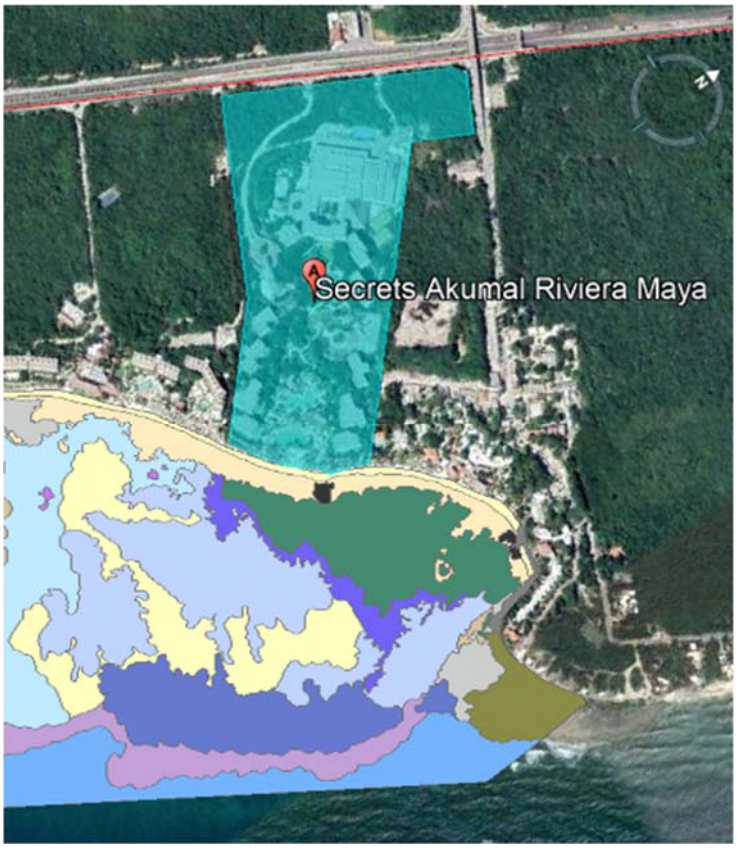
De lo anterior, se observa que en la parte de la playa seca, aún cuando existe una cierta protección que ofrece la zona del área arrecifal de Akumal, ésta no es lo suficientemente efectiva como para compensar los daños por arrastre lateral de sedimentos que ocurren en eventos de gran magnitud, como ocurren en temporadas de tormentas tropicales, por lo que de no realizarse acciones de protección de la línea de costa, eventualmente se ha observado un fenómeno de regresión de playas ocasionadas por procesos erosivos en las mismas y que a futuro podrían llegar incluso a poner en riesgo la estabilidad de las estructuras hoteleras cercanas a la línea de costa, que en el caso particular que nos interesa, corresponde a la Bahía de Akumal, que presenta diversas formaciones arrecifales conforme se observa en la siguiente imagen:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ILUSTRACIÓN VII. 5. AMBIENTES BENTÓNICOS DE LA BAHÍA DE AKUMAL

Las zonas hoteleras proclives a ser afectadas por la regresión de playa son diversas, entre ellas el correspondiente al proyecto de interés “Secrets Akumal”.



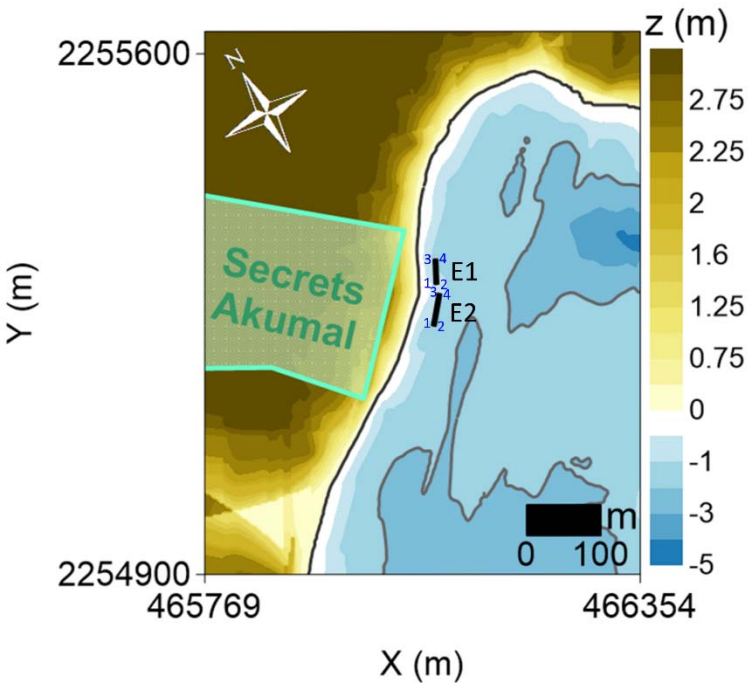
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ILUSTRACIÓN VII. 6. ZONA DE COSTA DEL HOTEL SECRETS AKUMAL

VII.4.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.

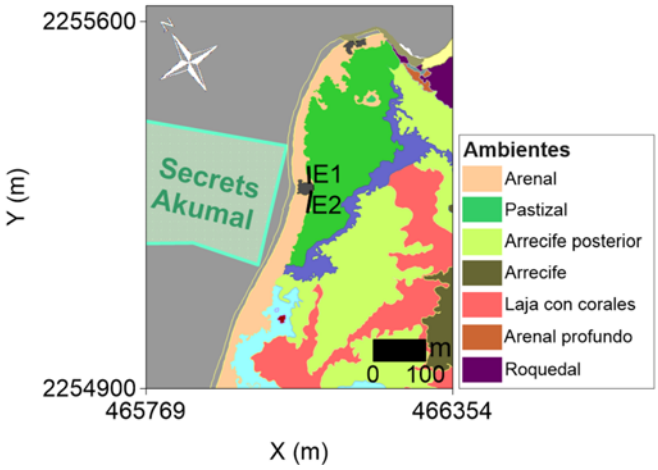
El proyecto de rehabilitación de la playa colindante al hotel Secrets Akumal, se elaboró bajo la perspectiva de alcanzar la compatibilidad entre las obras y actividades a realizar con la protección, conservación y el monitoreo ambiental, particularmente de aquellos componentes físicos y bióticos que por su valor ecológico son importantes en el mantenimiento de la biodiversidad local y de los ciclos naturales de corrientes en la zona de interés.

Al efecto, se planteó la instalación de dos estructuras que conforman una barrera para fungir como un arrecife artificial, que sirvan como un rompeolas y que permitan disipar la energía del oleaje que alcanza la zona de playa de manera que se ubiquen de manera paralela a la línea de costa y colindante a la zona de playa, en su parte marina, del Hotel Secrets Akumal, y así permitan ya sea el favorecer procesos de acreción de la playa o, dado el caso, que ya no continue el proceso de regresión de la línea de costa en esta zona. La ubicación de estas estructuras se muestra en las siguientes imágenes:



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ILUSTRACIÓN VII. 7. UBICACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ILUSTRACIÓN VII. 8. AMBIENTES MARINOS EN LOS QUE SE UBICARÁN LOS ARRECIFES ARTIFICIALES

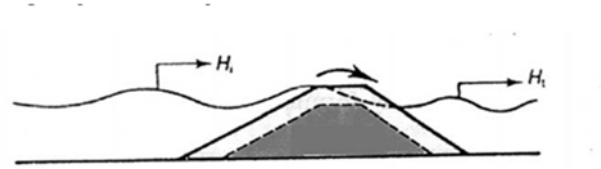
Las estructuras propuestas son conocidas como “diques de baja cota de coronación” y que se trata de diques que son recurrentemente rebasados por la altura del oleaje local y que han sido empleados de manera exitosa en obras portuarias y de navegación, controlando la energía cinética del oleaje y, en consecuencia, protegiendo la zona de playa.

Las estructuras tendrán las siguientes dimensiones aproximadamente:

Estructura	Dimensiones
Arrecife Artificial E1	Perímetro = 88.4 m
	Área = 300 m^2
	Longitud: Lado oeste = 35.80 m Lado este = 35.94 m Lado norte = 8.25 m Lado sur = 8.40 m
Arrecife Artificial E2	Perímetro = 109 m
	Área = 393 m^2
	Longitud: Lado oeste = 46.23 m Lado este = 46.02 m Lado norte = 8.38 m Lado sur = 8.58 m
Superficie total de ocupación	693 m^2

La lógica del funcionamiento de estas estructuras es que cuando las olas interactúan con una barrera de este tipo, una parte de la energía se disipa otra se refleja y dependiendo de la geometría de la estructura una parte de la energía se transmite a través de ésta. Este es el fenómeno conocido como transmisión. El coeficiente de transmisión es el cociente entre la altura de ola incidente y la transmitida. Existen muchas fórmulas para evaluarlo, que tienen en cuenta las posibles situaciones tales como, dique emergido, sumergido, permeable, impermeable, etc, y que en el caso del presente proyecto es dique sumergido. El ejemplo de la sección tipo de las estructuras propuestas es el siguiente:

ILUSTRACIÓN VII. 9. SECCIÓN TIPO DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES



FUENTE: HTTPS://UPCOMMONS.UPC.EDU/BITSTREAM/HANDLE/2099.1/5975/04.PDF?SEQUENCE=5

El escenario que se plantea de instalarse este tipo de estructuras, como ya se mencionó, es, en el mejor de los casos, el de favorecer la acreción de la zona de playa, por una parte, por seguridad de las instalaciones hoteleras y por otra parte, para proporcionar un mejor ambiente y disfrute de los turistas que acuden a la zona.

VII.5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El escenario ambiental futuro considerando la operación del proyecto, teniendo en cuenta la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se llevarán a cabo, permitirá reducir los impactos ambientales significativos negativos sobre las componentes ambientales del Sistema Ambienta Regional donde se pretende instrumentar el proyecto, que en el caso del presente, corresponde al de la afectación de la calidad

atmosférica durante la etapa de preparación del sitio y construcción, que considerando las correspondientes medidas de control, son mitigables.

Ante los impactos ambientales previsibles a nivel local, como lo son la generación de sedimentos suspendidos durante la instalación de las barreras, se cuenta con la correspondiente medida de contención de los mismos, para evitar que con ello se pudiera generar afectación a corales, algas y organismos bentónicos por cubrimiento con sedimentos.

Aun así, se considera que la operación del proyecto podría propiciar afectaciones a la biota marina, en virtud de la afectación a nivel puntual de las estructuras, sin embargo, eventualmente se restablecerán las condiciones naturales, dado que se trata de una zona donde prevalece la zona de playa submarina arenosa, donde no existen formaciones relevantes de flora ni de arrecifes coralinos. Aunado a ello, se realizará el correspondiente monitoreo ambiental para determinar posibles afectaciones a la biota marina que pudieran derivarse por la instalación de las estructuras marinas para poder, dado el caso, implementar medidas emergentes.

Las actividades tomarán en todo tiempo atención a las poblaciones de fauna mediante rescates previos a la colocación de estructuras y la consideración de las poblaciones de tortugas marinas y sus nidos en zona de playa, considerándose el realizar actividades en lo periodos en los que las poblaciones no se vean afectadas y realizando revisiones de las zonas, tanto en zonas secas como en zonas sub acuáticas, para verificar que no se ocasionará la mortandad de ejemplares durante las maniobras correspondientes.

Sin embargo, y de acuerdo al escenario futuro concebido previamente y como acciones inducidas en el tiempo, considerando la aptitud territorial y el incremento en la demanda de servicios turísticos y de infraestructura y servicios urbanos en la localidad y en el propio municipio, se ha mantiene la posibilidad de que no solamente se mantengan las condiciones de la línea de costa, sino que mejoren las condiciones de la misma, conservando y favoreciendo la demanda turístico-hotelera del proyecto y, de ser funcional, promover el incremento de la construcción de más estructuras similares en la zona, lo que necesariamente implicaría una mayor capacidad de respuesta por parte de los tres órdenes de gobierno que, directa e indirectamente, regulan y promueven su instalación. Aunado a lo anterior, las propias estructuras, al cubrirse eventualmente con formaciones de organismos sésiles, como lo son corales, anémonas, bivalvos, entre otros, darán lugar a formar parte de las estructuras atractivas para el buceo submarino, generándose además superficies adicionales de colonización para la vida marina, como ya se mencionó.

VII.6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN CONSIDERAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Se sabe que existen regulaciones normativas en materia de emisiones a la atmósfera, de descargas y de manejo de residuos, entre otros; sin embargo, de no realizarse la instalación del proyecto considerando las correspondientes medidas de mitigación y compensación, podrían ocurrir los siguientes escenarios:

- Podrían ocurrir afectaciones de nidos de tortugas marinas debido al pisoteo y destrucción o la alteración drástica de la conducta reproductiva, lo que las disuadiría de anidar en la playa.

- En el caso de que las actividades no se realicen conforme a lo programado, se aumentará el plazo o duración de los efectos negativos, prolongándose e inclusive aumentando la magnitud de los impactos, como lo es la generación de sólidos suspendidos en el agua, la afectación a las poblaciones de fauna terrestre y marina, el posible derrame de hidrocarburos por la maquinaria en zona de playa y marina, la generación de ruido, vibraciones y emisiones a la atmósfera, entre otros.

- Al no contar con un manejo adecuado de los residuos generados por los operarios y personal que desarrollará el proyecto, se incrementará el riesgo de contaminación del área, lo que podría ocasionar la acumulación de residuos que provoquen malos olores y que favorezcan el desarrollo de fauna nociva que represente un riesgo para la salud pública y para la fauna nativa terrestre y acuática.

- En caso de que no exista un control de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo utilizado para la instalación de las estructuras, es probable que en caso de fallo/descompostura las actividades de mantenimiento se realicen en el área de trabajo sin medidas de contención de derrames y se favorezca la contaminación del suelo, del agua marina y del aire.

Con base en lo anterior, en caso de no efectuarse las medidas de prevención y mitigación, no se espera un escenario deseable, incluso para los propios fines del promovente, ya que representaría perdidas de recursos, tanto para el ambiente como para el promovente, ya que daría una mala imagen a la zona hotelera, perjudicando la demanda de servicios hoteleros, así como un incremento en la contaminación del área de influencia directa e indirecta. Sin embargo, este escenario se debe de tomar en consideración para evitar la generación de situaciones anómalas por el desarrollo del proyecto.

VII.7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

En el Capítulo VI de esta MIA-R se presenta el Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se establecen medidas de mitigación, compensación y prevención de los impactos identificados en el Capítulo V, asimismo, este instrumento contempla la identificación y prevención de cualquier impacto no determinado en la presente.

Además, se considera el desarrollo de los siguientes Programas para la conformación del Programa de Vigilancia Ambiental, los cuales son:

- Programa de Manejo Integral de los Residuos.

- Programa de Control de Partículas Emitidas a la Atmósfera y Ruido.

- Sub Programa para el Uso y Mantenimiento de Maquinaria Ligera y Pesada.

- Programa de Monitoreo de Perfil Costero.
- Programa de Rescate, Protección y Monitoreo de Biota Marina.
- Programa de Conservación y Manejo de Tortugas.
- Programa de Monitoreo del Cambio en el Comportamiento Marino y Calidad del Agua.

El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá vigilar el estricto cumplimiento de las obligaciones ambientales y funcionará como mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas y del subprograma, lo que garantizará su funcionamiento y mejorará su efectividad. La Supervisión Ambiental estará presente en todas las etapas del proyecto, para ello se realizarán visitas con el fin de identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata.

Para cumplir estos objetivos, los supervisores responsables deberán verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se comprometen en la presente MIA-R, así como con los siguientes instrumentos normativos aplicables a su desarrollo:

- Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre;
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento;
- Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano y su Programa de Manejo;
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe;
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún Tulum;
- Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012;
- Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015;
- Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017;
- Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006;
- Norma Oficial Mexicana NOM- 081-SEMARNAT-1994;
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005;
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010;

Así como lo establecido en la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicables al proyecto y las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental.

Para llevar a cabo adecuadamente la supervisión ambiental durante todas las etapas del proyecto, se deberán establecer acuerdos específicos con el responsable durante la etapa que corresponda, de tal forma que se garantice el cumplimiento de las obligaciones ambientales. Dicho responsable será también la vía de comunicación mediante la cual se

dará atención a los requerimientos de la supervisión ambiental que necesiten autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales a las establecidas en este Programa de Vigilancia Ambiental.

VII.8. CONCLUSIONES.

Aunque se reconoce que el desarrollo del proyecto implica la generación de impactos ambientales negativos, si son mitigados de manera oportuna y con las medidas contempladas en el capítulo VI de esta MIA-R, podrían minimizarse de manera significativa. Por lo anterior, el diseño del proyecto se basó en un proceso de planificación ambiental, así como el compromiso del promovente de implementar un Programa de Vigilancia Ambiental. Se espera que esto garantice la mitigación y manejo de los impactos, el cumplimiento a los instrumentos legales y normativos aplicables al proyecto.

VII.9. BIBLIOGRAFÍA.

Barrera-Vásquez, A., 2013. Los Mayas. Historia Documental de México 1 (Miguel León Portilla). UNAM. Instituto de Investigaciones Históricas. ISBN Vol. 1: 978-607-02-4344-8. Publicado en línea el 8 de agosto de 2017: https://historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/historia_documental/v01/593t1c_04_07_losmayas.pdf

Fondo Sectorial Conacyt-Sectur. Proyecto CLAVE 165452. Vulnerabilidad del Destino Turístico Riviera Maya

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación del 30 de mayo de 200, con última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014.

Secaira Fajardo, F. y Acevedo Ramírez C., 2017. Importancia de los Arrecifes y Dunas en la Protección de la Costa. The Nature Conservancy. México.

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Contenido

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 3

VIII.1 INTRODUCCIÓN. 3
VIII.2 METODOLOGÍAS. 3
VIII.2.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
VIII.2.2. LISTA DE VERIFICACIÓN O CHECK LIST 5
VIII.2.3. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 13
VIII.2.4. IMPACTOS ACUMULATIVOS 21
VIII.2.5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS DEL PROYECTO 25
VIII.3. IMPACTOS RESIDUALES 26
VIII.4. CONCLUSIONES 29
VIII.5. BIBLIOGRAFÍA 29

Índice de Tablas

TABLA VIII. 1. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN UTILIZADAS 3
TABLA VIII. 2. ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN OCASIONAR IMPACTOS 5
TABLA VIII. 3. FACTORES AMBIENTALES QUE EL PROYECTO PUEDE AFECTAR 6
TABLA VIII. 4. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 8
TABLA VIII. 5. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 10
TABLA VIII. 6. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 12
TABLA VIII. 7. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS 13
TABLA VIII. 8. IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS GENERADOS POR DIVERSOS PROYECTOS UBICADOS EN EL SAR 21
TABLA VIII. 9. IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE ARRECIFES ARTIFICIALES 22
TABLA VIII. 10. VALOR DE ATRIBUTOS PARA IMPACTOS ACUMULATIVOS 25
TABLA VIII. 11. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO 25
TABLA VIII. 12. IMPACTOS RESIDUALES GENERADOS POR EL PROYECTO 27
TABLA VIII. 13. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 28

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 INTRODUCCIÓN.

La fracción VIII del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala que se deben identificar los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la MIA-R; en atención a esta disposición, en este capítulo se presenta una descripción sintética de las estrategias metodológicas y técnicas especializadas empleadas, las cuales sustentan los resultados, interpretación, evaluación y conclusiones del desarrollo del proyecto.

VIII.2 METODOLOGÍAS.

Las metodologías empleadas para la elaboración de la presente MIA-R se presentan a continuación.

VIII.2.1. Metodología para la evaluación de los impactos ambientales.

Se aplicaron técnicas probadas y comunes para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrá ocasionar la operación del proyecto en su zona de influencia. Estas técnicas son las siguientes:

TABLA VIII. 1. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN UTILIZADAS

Técnica
Listas de Chequeo
Lluvia de ideas (Técnica Delphi)
Técnica “Ad hoc”

El uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta de este, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Entre las técnicas combinadas se utilizó el de las Matrices de Interacción, con la finalidad de identificar las relaciones causa-efecto, en donde se determinan las posibles afectaciones ambientales ocasionadas por las obras y actividades del proyecto, para posteriormente realizar un cribado de estas para obtener los impactos ambientales donde se asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana (Identificación de Impactos)

Posteriormente, se determinó la importancia de los impactos ambientales mediante la definición de una serie de atributos, de tipo cualitativo, a través de una serie de 10 criterios (Evaluación y Caracterización).

Una vez determinada la Importancia de los impactos ambientales, mediante un índice, se realizó el Análisis de la Significancia de los impactos ambientales, para poder realizar su descripción (Descripción y Análisis).

La Importancia (I) de los impactos, fue obtenida de manera cuantitativa, mediante la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

De la fórmula anterior se tiene lo siguiente:

- Naturaleza: Positivo (+), Negativo (-)
- (I) Intensidad (grado de destrucción): toma valores de 1 a 12
- (EX) Extensión (área de influencia): toma valores de 1 a >4
- (MO) Momento (Plazo de manifestación): toma valores de 1 a >4
- (PE) Persistencia (Permanencia del efecto): toma valores de 1 a 3
- (RV) Reversibilidad: toma valores de 1 a 4
- (SI) Sinergia (Regularidad de la manifestación): toma valores de 1 a 3
- (AC) Acumulación (Incremento progresivo): toma valores de 1 a 4
- (EF) Efecto (Relación causa-efecto): toma valores de 1 a 4
- (PR) Periodicidad (Regularidad de la manifestación): toma valores de 1 a 3
- (MC) Recuperabilidad (por medios humanos): toma valores de 1 a 8

Una vez introducidos los valores a la ecuación, se tiene que el Valor de Importancia (I) toma valores de entre 13 y 100, de los cuales se tiene que:

- Los impactos con valores de Importancia inferiores a 25 son irrelevantes, esto significa que el medio los acepta, sin repercusiones severas.
- Los impactos con valores de Importancia de entre 25 y 50 son moderados.
- Los impactos con valores de Importancia entre 50 y 75 son severos.
- Los impactos con valores de Importancia mayores a 75 son críticos.

VIII.2.2. Lista de Verificación o Check List

Se elaboraron las listas de chequeo necesarias para identificar los impactos ambientales, por lo cual, estas listas tomaron en cuenta los factores del medio natural y socioeconómico que pudieran resultar impactados por el desarrollo del Proyecto, positiva o negativamente, así como las actividades contempladas en cada una de sus etapas de desarrollo.

Los puntos de partida para la elaboración de dichas listas fueron la información técnica manifestada en los Capítulos II, III y IV, además del juicio de los expertos participantes en la estructuración de la presente MIA-R. Las listas de chequeo resultantes incluyen las actividades principales del proyecto en las etapas contempladas, y los impactos ambientales (positivos y negativos) que potencialmente se podrán producir en los diversos factores del medio identificados como susceptibles. A saber, se desarrollaron las siguientes matrices, en primera instancia basado en las Acciones Identificadas por las obras y actividades inherentes al desarrollo del proyecto y en segunda instancia, en función de los factores ambientales que pudieran verse involucrados en dichas acciones, conforme lo siguiente:

TABLA VIII. 2. ACCIONES DEL PROYECTO QUE PUEDEN OCASIONAR IMPACTOS

Acciones identificadas como resultado del desarrollo del proyecto que podrían causar impactos		
ETAPA	**No**	**Acción**
Preparación del sitio	1	Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo.
	2	Preparación de equipo y maquinaria (para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación)
	3	Trazo y marcaje del eje de los arrecifes artificiales (estructuras E1 y E2)
	4	Colocación de malla geotextil de protección
	5	Ahuyentamiento de fauna acuática
Construcción	6	Operación de maquinaria y vehículos
	7	Construcción de arrecifes (colocación de elementos prefabricados)
	8	Manejo de residuos sólidos
Operación y Mantenimiento	9	Ejecución del programa de Vigilancia Ambiental
	10	Limpieza y mantenimiento de instalaciones

TABLA VIII. 3. FACTORES AMBIENTALES QUE EL PROYECTO PUEDE AFECTAR

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de preparación y construcción del sitio?
Atmósfera	**Calidad perceptible del aire**	Si, las actividades de trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo, así como la preparación de equipo y maquinaria para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación generan polvos y sólidos suspendidos que generalmente se acumulan en los alrededores del sitio.
	Nivel de ruido	Si, el nivel sonoro se modifica en las áreas de trabajo, por las labores de construcción y presencia de trabajadores, el paso de vehículos, en el horario de trabajo al retirarse el nivel sonoro regresa a la normalidad.
	Composición gaseosa	Si, de manera temporal por transportes de materiales y por la circulación de vehículos, maquinaria o equipo para la construcción del proyecto.
Suelo	**Calidad del suelo**	Si, en las áreas de resguardo de las estructuras prefabricadas de los arrecifes por la delimitación de áreas de almacenamiento, ya que existe la posibilidad de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos derivado de tales acciones de preparación.
Fisiografía	**Estabilidad de la línea de costa.**	No, no se modificará la movilidad de la línea de costa y conformación de la playa en el área de incidencia de las estructuras de protección, considerando las variables velocidad y dimensión de cambio.
Agua	**Modificación de la corriente marina (velocidad y dirección de corrientes y altura de olas).**	No, no se alterarán las variables que describen el movimiento del agua (velocidad y dirección), y de las olas (asomeramiento, refracción, difracción y reflexión), por efecto de la construcción de las estructuras de protección.
	Calidad del agua marina y dinámica de la playa.	Sí, en la etapa de preparación y construcción si no se llevan a cabo las medidas adecuadas podría existir cambio en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua superficial por la dispersión de residuos, suspensión de sedimentos del fondo marino, fuga o derrame de hidrocarburos y otras sustancias propias de la construcción.
	Dispersión de sedimentos en el fondo marino.	Sí, probable modificación del proceso de movimiento de partículas sólidas en el fondo marino, considerando las variables velocidad y distancia de deposición, así como del volumen y tipo de partículas sedimentadas.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de preparación y construcción del sitio?
Paisaje, fondo escénico y estético	**Naturalidad. Calidad Paisajística y Visual Fragilidad**	Sí, el paisaje se ve temporalmente afectado por las labores de preparación del sitio con diversos materiales y presencia de maquinaria y equipo; sin embargo, se pretende que el proyecto se integre al medio natural de la zona, cuya obra se encuentra planeada dentro de una perspectiva de arquitectura de paisaje en donde se respetará y elevará la calidad ecológica del mismo.
Vegetación acuática	**Abundancia y diversidad de la vegetación**	No, no se afectará la composición en número de especies, de ejemplares por especie ni distribución, no habrá cambios en superficie de cobertura vegetal ni en la diversidad y composición de especies - Riqueza de especies, dado que las obras del proyecto se realizarán en zonas desprovistas de vegetación acuática, mismo que es un ambiente de arenal.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No, si bien existen especies de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área del proyecto estas no serán afectadas por el desarrollo de las actividades de este.
Fauna acuática	**Abundancia y Diversidad de la fauna acuática.**	No, considerando que no habrá disminución del número de individuos ya que éstos se desplazan en los sitios aledaños en las áreas en construcción, rehabilitación de playa y transporte de materiales.
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No, dado que previamente se rescatará, ahuyentara o reubicará la posible fauna encontrada dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Socioeconomía	**Nivel de empleo**	Sí, se generarán empleos temporales directos e indirectos para la preparación del sitio, trazo, delimitación de áreas de almacenamiento de las estructuras de protección, lo que permite el aumento de la calidad de vida de los habitantes de la región.
	Derrama económica	Si, el mejoramiento, rehabilitación y conservación de la playa viene a representar un incremento de la infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas a nivel regional, considerándose una opción más, con características específicas, ambientalmente amigable, para el fortalecimiento del turismo nacional e internacional.

Finalmente se generó una lista de chequeo basado en los impactos potenciales previstos para las distintas etapas de desarrollo del proyecto, mismas que se muestran a continuación:

TABLA VIII. 4. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
1	Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de embarque y de bombeo.	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua.
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Atmósfera	Aeropartículas minerales y Composición gaseosa	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Porcentaje o índices de la utilización de servicios y de consumo	Demanda de insumos y servicios.
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo.
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo.
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Fauna	Abundancia de especies dominantes y diversidad y composición de especies de fauna	Reducción de hábitats acuáticos.
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de la fauna acuática.
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre.
		Flora	Densidad y riqueza	No hay pérdida de individuos de vegetación dado que el proyecto incluye obras en zonas que se encuentran desprovistas de vegetación acuática, ya que se desplantará en zona de arenales.
		Paisaje	Calidad Paisajística y Visual.	Alteración por el movimiento de tierras y la composición paisajística del sitio.
		Paisaje	Calidad Paisajística y	Modificación constante del paisaje.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
			Visual.	
2	Preparación de equipo y maquinaria (para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación)	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua.
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo.
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo.
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre.
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de fauna terrestre del predio del proyecto.
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres.
		Flora	Densidad y riqueza	No hay perdida de individuos de vegetación dado que el proyecto considera obras en zonas que se encuentran desprovistas de vegetación.
3	Trazo y marcaje del eje de los arrecifes artificiales (estructuras E1 y E2)	Fisiografía	Relieve	Alteración de la geomorfología prevaleciente en la superficie específica donde se tendrán que realizar obras y actividades del proyecto.
		Fisiografía	Estabilidad de la línea de costa	Modificación en la movilidad de la línea de costa y conformación de la playa en el área de incidencia de las estructuras de protección.
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Agua	Calidad	Cambio en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua superficial por la dispersión de

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				residuos, suspensión de sedimentos del fondo marino, fuga o derrame de hidrocarburos y otras sustancias propias de la construcción.
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres.
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de fauna acuática en la superficie de incidencia del proyecto.
		Flora	Densidad y riqueza	No hay pérdida de individuos de vegetación dado que el proyecto implementara sus obras en áreas donde prevalece la arena.
4	Colocación de malla geotextil de protección	Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.
		Atmósfera	Calidad	Sin riesgo de contaminación atmosférica por ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres.
5	Ahuyentamiento de fauna acuática	Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.
		Fauna	Densidad y riqueza	Reubicación de individuos rescatados.
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de fauna terrestre del predio del proyecto.
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres.

TABLA VIII. 5. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
6	Operación de maquinaria y	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
	vehículos	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua.
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua.
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo.
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo.
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.
7	Construcción de arrecifes (colocación de elementos prefabricados)	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua.
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo.
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo.
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.
8	Manejo de residuos sólidos	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua.
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo en las zonas donde se almacenará y distribuirán las estructuras de protección prefabricadas.
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo en las zonas donde se almacenará y distribuirán las

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				estructuras de protección prefabricadas.
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos en las zonas donde se almacenará y distribuirán las estructuras de protección prefabricadas.
		Fauna	Densidad y riqueza	Probable pérdida de individuos de fauna terrestre del predio del proyecto.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra.
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.

TABLA VIII. 6. LISTA DE CHEQUEO PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
9	Operación del programa de Vigilancia Ambiental	Agua	Modificación de la corriente marina	Alteración de las variables que describen el movimiento del agua (velocidad y dirección), y de las olas (asomeramiento, refracción, difracción y reflexión), por efecto de la construcción de las estructuras de protección.
		Agua	Calidad	Mantenimiento en la calidad del agua.
		Agua	Modificación de la corriente marina	Reducción de la alteración de las variables que describen el movimiento del agua (velocidad y dirección), y de las olas (asomeramiento, refracción, difracción y reflexión), por efecto de la construcción de las estructuras de protección.
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo.
		Flora	Densidad y riqueza	Sin afectación de la densidad vegetal aledaña a sitio del proyecto y creación de hábitat para colonización de vegetación acuática.
		Fauna	Densidad y riqueza	Creación de hábitat para la fauna.
10	Limpieza y mantenimiento de instalaciones (Estructuras 1 y 2)	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua.
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos.
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica.
		Socioeconómi	Empleo	Demanda de mano de obra.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
		co		
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios.

VIII.2.3. Identificación de Impactos

Una vez que se realizaron e identificaron las interacciones entre las acciones y los factores ambientales identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del proyecto, como lo es la atmósfera, el suelo, el agua, la flora, la fauna y el paisaje, además de los factores socioeconómicos, resultando en la siguiente tabla de descripción de los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto y que se muestra a continuación.

TABLA VIII. 7. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
Abiótico	Atmósfera	Calidad atmosférica	**Contaminación atmosférica**. Incremento de la concentración de partículas y sustancias contaminantes criterio en la atmósfera por las emisiones de los automotores derivado de la operación de vehículos y maquinaria pesada y movimientos de materiales. Toda vez que, para el desarrollo de las obras y actividades del proyecto será necesario contar con la maquinaria, equipos automotores, vehículos para el transporte de personal, los que, como parte de su operación, emiten gases y partículas contaminantes al medio ambiente. Por un lado, tenemos que la operación de equipos automotores en sitios con suelos con baja humedad genera suspensión de pequeñas partículas sólidas del suelo, problema que se incrementa cuando existe viento que ayuda a su dispersión hacia áreas aledañas. Por otro lado, se tiene que los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión interna producen, la mayoría de ellos, tres tipos de emisiones de gases contaminantes que van directo a la atmósfera: a) emisiones evaporativas, b) emisiones por tubo de escape y, c) emisiones de partículas por el desgaste de componentes. Las emisiones evaporativas son principalmente de hidrocarburos y se tienen con los vehículos automotores en reposo con el motor caliente, de combustible en circulación y durante la recarga de combustible. Y, por otro lado, las emisiones del

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			tubo de escape se producen por la quema del combustible, conteniendo los contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_X), hidrocarburos no quemados (HC), partículas sólidas, entre otros de menor concentración. Estas emisiones dependen del tipo de vehículo, su tecnología y su sistema de control de emisiones, donde vehículos y maquinaria pesada de modelos recientes cuentan con tecnología más avanzada para la reducción de emisiones contaminantes. El mantenimiento que se dé a los vehículos automotores y factores operativos, como la velocidad de operación, la frecuencia e intensidad de las aceleraciones y las características de los combustibles determinan la concentración de los contaminantes en las emisiones de los tubos de escape El ruido fue calificado como un impacto **No Significativo** ya que será de corta duración y gran recuperabilidad, los equipos se mantendrán en buenas condiciones de funcionamiento. La contaminación por gases y polvos se calificó como impacto **No Significativo** debido a que el área donde se desarrolla el proyecto recibe las corrientes de aire provenientes del mar y no existen obstáculos para la dispersión de los contaminantes.
		Confort sonoro	**Alteración al confort sonoro.** Este impacto se dará por el uso de maquinaria y equipo, las cuales generan emisiones de gases de combustión y ruido, provenientes de la operación de vehículos para el transporte de personal y materiales de construcción, y equipos automotores, como grúas, bomba dosificadora de mortero, excavadora, tractor y embarcaciones. Sin embargo, estas fuentes que generarán los impactos se encontrarán en espacios abiertos y sólo estarán activas en horarios laborales, lo que permite la dispersión de polvos y ruido, además que solo se darán temporalmente. Por lo que se considera un impacto **No Significativo**, ya que será de corta duración.

	Suelo	Calidad	**Pérdida de suelo y alteración a su calidad**. Entre las áreas que deberán ser acondicionadas para que puedan funcionar para el desarrollo de las actividades que se tienen contempladas como parte del proceso constructivo están patio de maniobras, áreas de embarque y áreas de bombeo. La mayoría de los caminos de acceso ya están habilitados y operando. Las áreas de maniobras y bombeo también debe ser niveladas y compactadas temporalmente para que sean operativamente seguras, funcionales y se mitiguen posibles impactos ambientales. Para ello, además de delimitarse, deben ser niveladas, compactadas y acondicionada para controlar posibles fugas y derrames de hidrocarburos y concreto, así como la dispersión de otros tipos de residuos. El área de embarque, además de ser delimitada para propia seguridad de maniobra de los trabajadores, se deberá nivelar y compactar para evitar que la maquinaria quede varada con el peso que representa la carga y descarga de los elementos a manipular. Con el proceso de compactación del suelo se provoca un cambio de la porosidad total del suelo, por tratarse de una playa, suelo arenoso, que se caracteriza por tener una textura gruesa. En este caso, la compactación genera un cambio en el tamaño de poros, disminuyendo su tamaño y, por lo tanto, la velocidad de lixiviación, movimiento de agua y se incrementa la capacidad de retención de agua u otros líquidos. Los impactos identificados que incidirán sobre el suelo corresponden a su contaminación por cualquier tipo de residuos, su compactación y su pérdida. Las actividades que podrían contaminar el suelo son todas aquellas que implican la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos. Sin embargo, se consideró como Impacto **No Significativo**, ya que el proyecto incluye dentro de su diseño la implementación de diversas medidas de prevención que garantizan que los residuos se manejarán adecuadamente de tal forma que el riesgo de contaminación disminuye considerablemente. Ninguno de estos impactos fue calificado como Significativo. La compactación y pérdida de suelo además no son acumulativos ni sinérgicos.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
	Agua	Calidad	**Probable alteración en la calidad del agua marina.** Con la instalación de las nuevas estructuras destinadas a la recuperación de la playa, se ocasionará la resuspensión de sedimento por la turbulencia ocasionada, incrementando la turbidez del agua, principalmente en la colocación de los primeros elementos estructurales que son los que impactarán directamente en el fondo ocasionando que el sedimento flote. Es por ello que este factor del agua podría verse afectado por la realización de las obras y actividades dentro del cuerpo de agua, principalmente por la suspensión de sedimentos, no tanto por la descarga de contaminantes. El principal indicador para evaluar el impacto en este componente ambiental será: Nivel de contaminación y contaminantes presentes en el cuerpo de agua. **Cambio en la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua** Este impacto está asociado a las actividades que se realizarían dentro de la zona marina y que implique el movimiento del fondo marino, las cuales iniciarían con la instalación de las cortinas antidispersantes frente a la zona de playa para evitar que la pluma de dispersión con sedimentos finos la dispersión de sedimentos que se pudieran generar por la operación de la maquinaria y bombeo, alrededor de las áreas donde se ubicarían las estructuras de protección. Una vez instaladas las cortinas antidispersantes y tendidos los tapetes antisocavación, la acción directa sobre los sedimentos, y la turbiedad del agua, sería menor. La generación y suspensión de sedimentos en las áreas mencionadas está asociado a la estructura del fondo marino. **Alteración del movimiento de la corriente y olas en el cuerpo de agua**

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			El diseño, ubicación y disposición de los arrecifes es el resultado de un análisis de modelación, el cual se enfocó en evaluar las diferentes alternativas que mitigaran más eficientemente la erosión de la playa y que, además, causará los menores cambios y afectaciones ambientales en la zona marina. De acuerdo con los resultados de la modelación, no habrá cambios significativos en la corriente ya que la disposición de las estructuras de protección, las cuales van paralelas a la costa, están alineados con el flujo de la corriente predominante en la región. El movimiento de agua de un lado de los arrecifes y del otro será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos. La modelación indica que el diseño de las estructuras reduce significativamente las alturas de ola detrás de las mismas bajo diferentes condiciones de oleaje, incrementando de manera muy localizada la protección natural que ofrecen las estructuras arrecifales sin afectar los predios vecinos, por el contrario, para todas las direcciones de incidencia (que son las condiciones reinantes) se observaron efectos significativos en la reducción de la altura de ola entre la línea de costa y las estructuras. Solo se tendrían efectos locales y muy puntuales.
	Paisaje	Calidad visual	**Modificación de las cualidades estético – paisajísticas** El paisaje en el área donde pretende desarrollar las nuevas obras del proyecto, se verá temporalmente afectado por las labores de preparación del sitio con diversos materiales y presencia de maquinaria y equipo; sin embargo, se pretende que el proyecto se integre al medio natural de la zona, dentro de una perspectiva de arquitectura de paisaje en donde se respetará y elevará la calidad ecológica del mismo.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			Los impactos que el proyecto provocará sobre este componente del medio natural serán mínimos ya que no habrá fragmentación, ni alteración de geoformas. Los impactos se calificaron como impactos No Significativos, ya que durante esta etapa del proyecto habría actividades en el área realizadas con ayuda de componentes artificiales ajenos al paisaje natural predominante en el área, además de que como parte del proceso constructivo se alteraría el medio natural como parte de la conformación del área, afectando el aspecto visual del entorno de los visitantes al área. Al final de la etapa de construcción de los arrecifes, las señalizaciones que se colocarán para indicar a los visitantes la ubicación y dimensión de las estructuras, serían las más visibles, pero estás estarían cumpliendo su función de prevenir accidentes con los arrecifes.
Biótico	Flora	Diversidad-Abundancia / Cobertura	**Abundancia, riqueza y movilidad de especies.** Derivado del incremento del movimiento de personal, vehicular y de maquinaria en el área del proyecto, la fauna silvestre, tanto terrestre como acuática, se puede ver desplazada hacia sitios con menor alteración y mejores condiciones de hábitat. Y, por otro lado, bajo la consideración de que la playa del proyecto funciona como sitio de anidación de tortugas marinas de las especies caguama (*Caretta caretta*) y blanca (*Chelonia mydas*), ambas clasificadas como especies en peligro de extinción (P), conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se deben tomar en consideración indicadores especiales para estas especies. **Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna** El acondicionamiento de áreas, su delimitación, señalización y el movimiento de maquinaria y personal encargado reducirían y afectarían el desplazamiento de la fauna
	Fauna	Diversidad-Abundancia /Hábitat	

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			silvestre, principalmente de los reptiles, como a las tortugas marinas, y mamíferos. La afectación estaría asociada a la pérdida de funcionalidad del área donde se realizarían las actividades como corredor por las emisiones de ondas acústicas fuertes proveniente de los vehículos y maquinaria y el movimiento en general del personal que realizaría las actividades, no tanto a su operatividad como sitio de refugio y alimentación, ya que actualmente no cuenta con esa funcionalidad. **Disminución del número de individuos de las especies.** Para determinar el impacto que tendría el desarrollo del proyecto en la zona marina sobre la diversidad, abundancia, distribución y desplazamiento de los peces es importante tomar en cuenta que se trata de organismos con patrones de movimiento amplio y su presencia puede variar de un día al otro en zonas específicas con el mismo ambiente. La abundancia de individuos de las especies identificadas se vería afectada por el ahuyentamiento de los individuos por la alteración que implica la realización de las actividades en el entorno tanto marino como terrestre. Una vez que concluyan las obras y actividades las condiciones volverían a su condición previa al inicio del proyecto para la fauna silvestre. **Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre** En la parte terrestre, como parte de las actividades constructivas de las estructuras de protección, se estarían realizando diversas actividades que implican el movimiento de personal, vehículos y maquinaria, en sitios bien específicos del predio, lo que implicaría un obstáculo para el libre desplazamiento de individuos de fauna que pudieran estar presentes. Estas

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			actividades tienen un mayor impacto sobre las especies de reptiles observadas, ya que se trata de especies terrestres, con patrones de desplazamiento delimitados y son de lento desplazamiento. Las aves, la clase con mayor diversidad y abundancia en el SAR y predio del proyecto, dado su facilidad de desplazamiento, son las que se verían menormente afectadas. Además, en este apartado se incluye la presencia de las dos especies de tortugas marinas que anidan en la playa del proyecto entre mayo y noviembre, las cuales tiene su mayor actividad entre las 20:00 y 5:00 horas. La baja diversidad y densidad de organismos observadas en las áreas donde se plantea instalar los arrecifes artificiales, así como las actividades de apoyo como la colocación del colchacreto, las cortinas antidispersantes, anclas de apoyo para las embarcaciones, entre otras, tienen puntos de acción muy específicos en el medio marino lo que no implicaría un gran cambio en el área de desplazamiento de los organismos que pudieran estar presentes en la zona. Asimismo, el mantenimiento de la conformación de la playa traería efectos benéficos a la flora silvestre y cobertura vegetal, tanto en el área terrestre como en la zona marina.
Socioeconómico	Empleos	Cantidad	**Generación de nuevos empleos** directos e indirectos durante todas sus etapas de desarrollo, lo cual es un Impacto Positivo Significativo, de largo plazo, permanente y periódico. De manera general, las etapas de preparación y construcción se generará el mayor número empleos temporales directos, entre demanda de mano de obra calificada y no calificada, directa e indirecta, para la construcción y realización de las obras y actividades derivadas por la ejecución del proyecto.
		Calidad de vida	

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			Incremento del intercambio comercial a nivel local y regional. La rehabilitación y conservación de la playa favorece el desarrollo de diversas actividades turísticas que implican la generación directa e indirecta de actividades económicas entre pobladores y empresas locales y regionales y turistas. El mejoramiento, rehabilitación y conservación de la playa viene a representar un incremento de la infraestructura para el desarrollo de actividades turísticas a nivel regional, considerándose una opción más, con características específicas, ambientalmente amigable, para el fortalecimiento del turismo nacional e internacional.

VIII.2.4. Impactos Acumulativos

Se tiene que el artículo 3º, fracción VII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, describe a un impacto acumulativo, como

*"**VII.** Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;"*

De la definición anterior, se denota que no es suficiente con evaluar los impactos ambientales exclusivamente del proyecto "Rehabilitación de la Playa colindante al Hotel Secrets Akumal", por lo cual se indicarán los proyectos que se ubican colindantes al Hotel y que pueden llegar a tener un efecto acumulativo en relación con sus impactos, los cuales son:

TABLA VIII. 8. IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS GENERADOS POR DIVERSOS PROYECTOS UBICADOS EN EL SAR

Algunos proyectos que se ubican en el Sistema Ambiental Regional	Impactos Ambientales que han generado
▪ Construcción y operación del conjunto Punta Norte ▪ Rehabilitación y Mejoramiento de las Zonas de Playa y Marina de Punta Jade	Alteración de la calidad del aire por emisión de ruido, polvo y gases de combustión, por la realización del proyecto. Contaminación del suelo y afectación a las características físico–químicas, por el mal

Algunos proyectos que se ubican en el Sistema Ambiental Regional	Impactos Ambientales que han generado
▪ Punta Sur ▪ Mejoramiento y Estabilización de las Zonas de Playa y Marina de Chemuyil y Chemuyilito.	manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos, derivado de derrames de los equipos y maquinaria. Alteración de los patrones de corrientes Pérdida de biota marina. Modificación de las rutas de desplazamiento de fauna. Modificación del perfil de playa. Disminución en la calidad del agua por el aporte de contaminantes (presencia de residuos sólidos y líquidos, derrames accidentales de aceites o combustibles).

Derivado de lo anterior, se realiza el análisis de los impactos acumulativos derivados del propio proyecto, así como de los proyectos vecinos, para identificar cuáles impactos acumulativos podrá generar el proyecto de arrecifes artificiales.

TABLA VIII. 9. IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO DE ARRECIFES ARTIFICIALES

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos ya existentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En el SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
Suelo	Pérdida de suelo	Por remoción de vegetación	Sí	Sí	Sí	No
		Por instalación de obras de resguardo temporal de las estructuras de protección	Sí	Sí	Sí	No

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos ya existentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En el SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
		prefabricadas				
	Alteración en la calidad del suelo	Por el indebido manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos	Sí	Sí	Sí	Sí
Agua	Alteración en la calidad del agua	Por el indebido manejo y disposición de residuos líquidos	Sí	Sí	Sí	No
	Modificaciones hidrológicas	Por excavaciones	Sí	Sí	Sí	No
	Modificación de la corriente marina (velocidad y dirección de corrientes y altura de olas).	Por obras marinas	Sí	Sí	No	Sí
	Dispersión de sedimentos en el fondo marino.	Por colocación de las estructuras de protección prefabricas.	Sí	Sí	No	Sí
Relieve	Modificación del relieve	Por excavaciones	Sí	Sí	Sí	No
Fisiografía	Estabilidad de la línea de costa.	Por colocación de las	Sí	Sí	No	Sí

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos ya existentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En el SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
		estructuras de protección				
Aire	Contaminación atmosférica	Por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria equipo, vehículos	Sí	Sí	Sí	Sí
	Alteración al confort sonoro	Por el aumento de decibeles debido al uso de maquinaria equipo, vehículos	Sí	Sí	Sí	Sí
Paisaje	Modificación del paisaje natural	Por construcción de obras	Sí	Sí	Sí	Sí
Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Por remoción de vegetación	Sí	Sí	Sí	No
		Por actividades agrícolas	Sí	No	No	No
		Por incendios	Sí	No	No	No
Fauna	Modificación del hábitat	Por remoción de vegetación	Sí	Sí	Sí	No
		Por construcción de obras	Sí	Sí	Sí	Sí

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos ya existentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En el SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
	Desplazamiento de individuos de fauna	Por remoción de vegetación	Sí	Sí	Sí	No
		Por construcción de obras y actividades turísticas	Sí	Sí	Sí	Sí

VIII.2.5. Identificación de Impactos Acumulativos del Proyecto

Para determinar cuáles impactos pueden o no considerarse como acumulativos, se determinó el Atributo de Acumulación, con valor máximo de 4, conforme lo siguiente:

TABLA VIII. 10. VALOR DE ATRIBUTOS PARA IMPACTOS ACUMULATIVOS

Atributo	Criterio	Valor
Acumulativo	Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR y contiguo al polígono del proyecto	4
No acumulativo	Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR.	1

Una vez determinado el valor de este atributo, se procede a calificarlo en función del impacto ambiental generado por el desarrollo del proyecto, identificándose los siguientes Impactos Acumulativos:

TABLA VIII. 11. CALIFICACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS GENERADOS POR EL PROYECTO

Impacto ambiental	Etapa	Atributo (AC)	Criterio	Acumulativo
Alteración en la calidad del suelo	Preparación del sitio	4	Acumulable	Sí
	Construcción	4	Acumulable	Sí
Alteración a la estabilidad de la línea de costa.	Preparación del sitio	4	Acumulable	Sí
	Construcción	4	Acumulable	Sí

Impacto ambiental	Etapa	Atributo (AC)	Criterio	Acumulativo
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	Sí
Alteración en la calidad del agua	Construcción	4	Acumulable	Sí
Contaminación atmosférica	Preparación del sitio	4	Acumulable	Sí
	Construcción	4	Acumulable	Sí
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	Sí
Alteración al confort sonoro	Preparación del sitio	4	Acumulable	Sí
	Construcción	4	Acumulable	Sí
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	Sí
Alteración a la calidad del agua marina y dinámica de la playa.	Preparación del sitio	4	Acumulable	Sí
	Construcción	4	Acumulable	Sí
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	Sí
Modificación del paisaje natural	Preparación del sitio	4	Acumulable	Sí
	Construcción	4	Acumulable	Sí
Modificación del hábitat	Construcción	4	Acumulable	Sí
Desplazamiento de individuos de fauna	Construcción	4	Acumulable	Sí

VIII.3. Impactos Residuales

El artículo 3º, fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, describe a un impacto residual, como

***"X.** Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;"*

Considerando los tipos de impactos ambientales negativos que pueden generarse por el desarrollo de un proyecto, se tiene que, aun aplicando las correspondientes medidas de mitigación y compensación, prevalecerán algunos cuyos efectos persistirán en el ambiente y que son los denominados residuales, conforme la acepción antes descrita.

A saber, los impactos residuales identificados por el desarrollo del proyecto son los siguientes:

TABLA VIII. 12. IMPACTOS RESIDUALES GENERADOS POR EL PROYECTO

Impacto ambiental	Etapa	Atributo (MC)	Criterio	Residual
Alteración en la calidad del suelo	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración a la estabilidad de la línea de costa	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración en la calidad del agua	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Contaminación atmosférica	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración al confort sonoro	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración a la calidad del agua marina y dinámica de la playa.	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Modificación del paisaje natural	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Modificación del hábitat	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Desplazamiento de individuos de fauna	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No

La Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental se muestra en la siguiente figura:

TABLA VIII. 13. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL "Rehabilitación de la Playa Colindante al Hotel Secrets Akumal"				ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO						ETAPA CONSTRUCTIVA				ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				SIGNO	
MATRIZ DE EVALUACIÓN				1	2	3	4	5		6	7	8		9	10				
EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE				Preparación de patio de maniobras, caminos de acceso, área de estacionamiento y de bombeo	Preparación de equipo y maquinaria (para recibir y resguardar los elementos antes de su colocación	Trazo y marcaje del eje de los anexos artificiales (estructuras E1 y E2)	Colocación de malla geotextil de protección	Ahuyentamiento de fauna acuática	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SI	Operación de maquinaria y vehículos	Construcción de anexos artificiales (colocación de elementos prefabricados)	Manejo de residuos sólidos	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Operación del Programa de Vigilancia Ambiental	Limpieza y mantenimiento de instalaciones	ETAPA DE OPERACIÓN	TOTAL	POSITIVOS (+)	NEGATIVOS (-)
Sistema	Subsistema	Factor	Indicador																
Medio Físico	Medio abiótico/biótico	Atmósfera	Generación de polvo	-25	-22	0	0	0		-22	-22	0		24	24			2	4
			Nivel de ruido	-20	0	-19	0	0		-22	-22	24		24	0			2	4
			Calidad del aire	-25	-19	-19	0	0		-22	-22	24		24	0			2	5
		Total Atmósfera		-70	-41	-38	0	0	-149	-66	-66	48	-84	72	24	96	-137		
		Suelo	Calidad del suelo	-25	-25	0	0	0		-25	0	0		24	0			1	3
		Total Suelo		-25	-25	0	0	0	-50	-25	0	0	-25	24	0	24	-51		
		Agua	Calidad del agua	-21	-21	-21	24	24		-19	-19	24		24	24			5	5
			Modificación de la corriente marina (velocidad y dirección de corrientes y altura de olas	-19	-19	-19	0	0		-19	-19	0		-19	-19			0	7
			Dispersión de sedimentos en el fondo marino	-19	-19	-19	24	24		-19	-19	24		24	0			4	5
		Total Agua		-59	-59	-59	48	48	-81	-19	-19		-14	29	5	34	-61		
		Fisiografía	Estabilidad de la línea de costa (Modificón del transporte litoral)	0	0	-19	0	0		0	-19	0		24	0			1	2
			Alteración del perfil de playa	0	0	-19	0	0		0	-19	0		24	24			2	3
		Total de Flora		0	0	-38	0	0	-38	0	-19	0	-38	48	24	72	-4		
		Biota marina	Diversidad-abundancia	0	0	0	24	21		0	-19	0		24	0			3	1
			Reducción del habitat	0	0	0	0	21		0	-19	0		24	0			2	1
		Total de Fauna		0	0	0	24	42	-66	0	-19	0	-19	48	0	48	95		
		Paisaje	Estructura/calidad	-19	-19	-19	0	0		-19	-19	0		24	19			2	5
		Total Paisaje		-19	-19	-19	0	0	-38	-19	-19	0	-38	24		43	-33		
	TOTAL IMPACTO MEDIO ABIÓTICO / BIÓTICO								-290				-218			317			
TOTAL MEDIO FÍSICO									-191										
Medio Socio-económico	Socio-Económico	Economía y Población	Empleo temporal	20	24	19	19	24		16	22	22		24	19			10	0
			Calidad de vida	0	0	0	0	0		0	0	0		24	0			1	0
		Total Economía y Población		20	24	19	19	24	106	16	22	22	60	48	19	67	233	Total (+)	Total (-)
	TOTAL IMPACTO MEDIO SOCIO-ECONÓMICO								106				60			67		37	45
TOTAL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO																233			
IMPACTO AMBIENTAL TOTAL (E.I.A.)																42			

VIII.4. Conclusiones

En el presente Capitulo se explicaron los instrumentos metodológicos más relevantes utilizados en los estudios realizados para la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, siendo importante señalar que para obtener uno de los productos indicados en la LGEEPA y su reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se utilizó el concepto relevancia de los impactos ambientales tomando como criterio el efecto sobre la integridad ecológica del SAR, entendiendo por integralidad ecológica como la estructura y funciones que caracterizan a un ecosistema, mismas que ya fueron descritas en el Capítulo IV. Derivado de lo anterior, se determinó que los impactos identificados como relevantes o significativos en los términos que establece el Reglamento de la Ley General del Equilibro Ecológico en materia de Evaluación del Impacto Ambiental son minimizables siempre y cuando se apliquen las correspondientes medidas de mitigación y compensación, ya que derivado de la evaluación global del proyecto de colocación de arrecifes artificiales, se obtuvo un resultado de 42 puntos, lo que lo define el conjunto de impactos con carácter de Moderados.

VIII.5. Bibliografía

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 1988, con última reforma publicada en el DOF el 09 de enero de 2015.

NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 de diciembre de 2010.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, 30 de mayo de 2000, con última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014.