

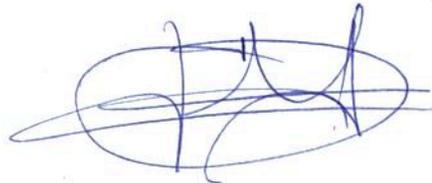
Área que clasifica. - Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. - Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas. - Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.



Firma del titular

DIRECTOR DE ÁREA ARQ. SALVADOR HERNÁNDEZ SILVA

“Con fundamento en el artículo 84, primer párrafo del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia del Director General de Impacto y Riesgo Ambiental, previa designación con oficio SGPA/DGIRA/DG/09382, de fecha 30 de Noviembre de 2018, se firma el presente para los efectos legales y administrativos a que haya lugar”

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública. – Resolución 045/2019/SIPOT, en la sesión celebrada el 04 de Abril de 2019.

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

INDICE DEL PROYECTO

EL PRESENTE ESTUDIO ESTÁ CONFORMADO POR LOS SIGUIENTES
CAPÍTULOS:

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 (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN 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 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



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

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto.

ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica a la altura del kilómetro 304+200 de la Carretera federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, en la zona conocida como punta maroma, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintan Roo. Aproximadamente a 12 kilómetros al norte de Playa del Carmen.

I.1.3 Duración del proyecto.

Se plante a el armado y acomodo de las piezas en un término 3 años y de vida útil para la operación sería de 15 años. El proyecto no tiene previsto el abandono del sitio, por lo que se mantendrá un continuo y adecuado mantenimiento, con el fin prevenir impactos ambientales significativos al ambiente.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social.

VIAJES ACUATICOS TURQUESA SA DE CV

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

VAT870619DI7

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

Manuel Alfonso Jesús Barrero Gutiérrez, Representante legal

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

En el Estado de México.

Circuito circunvalación poniente número 8A interior 205 primer piso, Naucalpan de Juárez, Ciudad Satélite, Estado de México C.P 53100

En Quintana Roo

Calle 16 Norte entre Calles 55 poniente y 60 poniente, Manzana 22, Lote 8, Colonia Ejidal, Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio.

Ing. Carlos Humberto Ceballos Canché

Grupo Bagu:

Consultoría Integral Ambiental y Sustentable, SA de CV.

CIA 100621S7

Equipo colaboración:

[REDACTED]

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

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El proyecto "ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA" se desarrolla en una superficie total de 2,629.96 m², compuesta por 241 unidades de arrecifes, misma que estará distribuida en 4 segmentos; el Segmento 1 con 979.00 m² y 77 piezas; el Segmento 2 con 676.00 m² y 79 piezas; el Segmento 3 con 478.00 m² y 42 piezas; y el Segmento 4 con 493.96 m² y 43 piezas.

Los arrecifes se colocarán paralelos a la Zona Federal Marítimo Terrestre, concesionada a la empresa Viajes Acuáticos Turquesa S.A DE C.V.

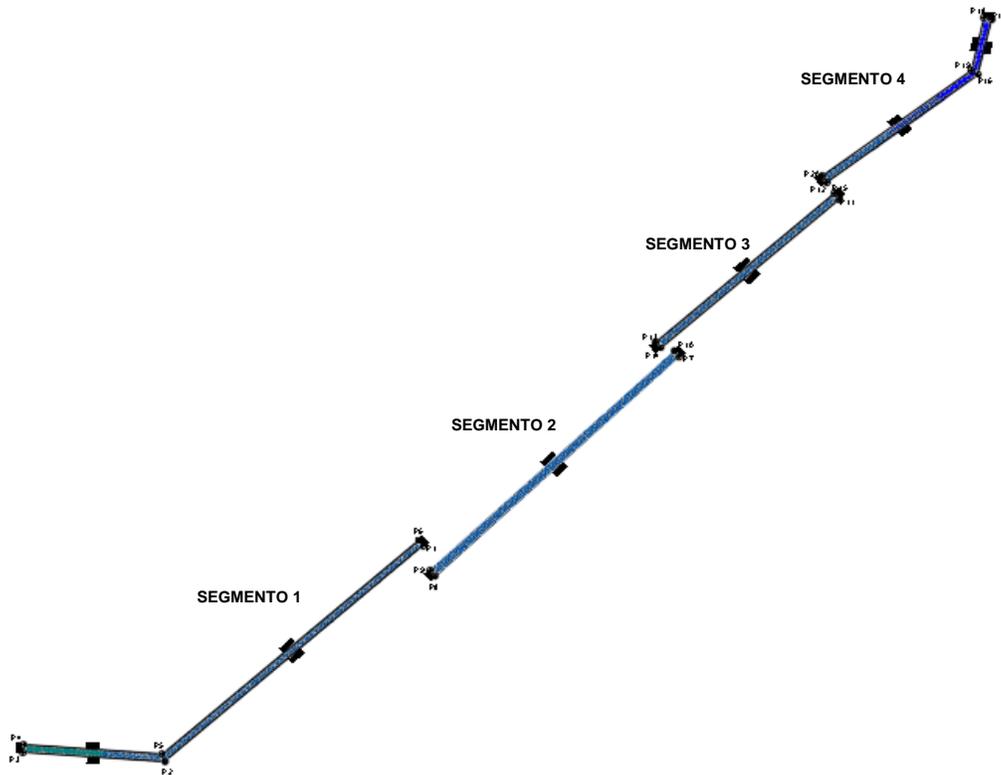


Figura 2.1.- Esquemmatización del proyecto

Las estructuras se encontraran todas en la porción marina colindante a los proyectos Hotel y Marina Maroma.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA.

El proyecto se propone con base a la necesidad de llevar a cabo un programa de instalación de arrecifes artificiales, como elemento para la conservación de la biodiversidad marina y la protección de la costa ante los diversos fenómenos hidrometeorológicos que afectan a la zona año con año.

Con la creación de los arrecifes artificiales se pretende crear un ambiente para el desarrollo de diversas especies marinas y la protección de la costa, es importante mencionar que por el diseño de las estructuras, en ningún momento se interrumpirá el transporte de sedimentos, ya que las estructuras son piramidales pero armadas a través de diversos componentes, teniendo al final una figura piramidal en bloques con espacios suficientes para el flujo de sedimentos.

Es importante mencionar que con la colocación de las estructuras se "atraigan" y promuevan vida animal, como algas, peces, moluscos, corales etc., permitiendo al poco tiempo de la colocación la colonización para proveer hábitat y refugio a diversas especies de flora y fauna marina, al ser cubiertas de vida en el fondo marino, formando un arrecife artificial, el cual permita el desarrollo y conservación de flora y fauna marina, formando hábitats que permitan sustrato para algas y corales, la crianza y crecimiento de moluscos, crustáceos y peces, y dada las condiciones de corrientes y oleaje poder en su momento realizar actividades de concientización mediante el buceo de la importancia de la conservación de las especies de flora y fauna marina

Considerando al Proyecto por su actividad e instalaciones a llevar a cabo, de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, conforme a su Artículo 11, Inciso III, este, forma un conjunto de proyectos de obras y actividades que se pretenden desarrollar en una región ecológica determinada.

Así pues, para su realización y establecimiento se deberá aplicar la política ecológica de conservación y sus respectivos criterios según lo establecido en los programas de planeación y ordenamiento ecológicos aplicables, con la finalidad de que el aprovechamiento pretendido para el proyecto sea armónico con los recursos escénicos y naturales.

Por este motivo, el proyecto **“Arrecifes Artificiales Maroma”** se apegará al cumplimiento estrictamente con los lineamientos ambientales y ecológicos señalados en las Normas Oficiales Mexicanas, así como con los requisitos del Programa de Ordenamiento Ecológico decretado para la región. De aquí que el planteamiento inicial del proyecto se basa en un

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

cuidadoso estudio de las condiciones ambientales de la zona, de tal manera que permitan al máximo el medio ambiente, respetando los ecosistemas presentes.

Objetivo del proyecto.

Los objetivos del proyecto están dirigidos principalmente:

Al cuidado y protección de las costas, así como la diversidad de flora y fauna acuática de la zona, interactuando armónicamente con las diferentes actividades turísticas que se desarrollan en la región

Este proyecto trabajará de la mano con los proyectos colindantes (Hotel y Marina Maroma, Suites Palafitos) en la conservación de la región, trabajando en conjunto en la implementación de diversos programas ambientales y monitoreo de la calidad del agua y diversidad marina.

Se pretende desarrollar el proyecto teniendo como prioridad la conservación del medio ambiente. Por lo que se mantendrán requisitos y parámetros para el desarrollo del mismo:

- Conservar en perfecto estado la zona marina donde se pretende desarrollar el proyecto.
- Mantener las playas colindantes al proyecto limpias.
- Controlar los niveles de ruido en el área del proyecto.
- Control de la fauna exótica e invasora en la zona, dando énfasis al pez león.
- Conservar a las especies de flora y fauna que se encuentren dentro del área de influencia del proyecto.
- Contar con un programa de manejo de residuos para la etapa de preparación de sitio y construcción, ya que en la operación no se generaran residuos.
- Activar y operar el Programa de monitoreo ambiental que permita evaluar de manera continua las acciones de prevención, control, mitigación y compensación.

El proyecto corresponde a una de las obras que se incluyen en el artículo 28, fracción “IX” de la LGEEPA, y en el artículo 5to, inciso “Q”, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de impacto ambiental, por lo que se somete a evaluación el proyecto mediante esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.



II.1.2 JUSTIFICACIÓN

Los arrecifes son un recurso valioso con beneficios inestimables. Muchos países dependen de ellos para sostener su industria pesquera y su alimentación, ya que sirven de hábitat para muchas especies marinas de consumo humano con gran importancia económica. Proveen protección a las costas de la erosión y los embates de las olas. Son fuente de recreación y estimulan el turismo, atrayendo millones de buceadores y visitantes por su diversidad, belleza y colorido. En ellos se encuentran muchos animales que son fuente de alimento de otros organismos superiores, formando unas redes alimentarias importantes. Los fragmentos rotos y acumulaciones de sedimentos y arenas calcáreas que se origina de los propios corales y de los otros organismos con esqueletos calcáreos suplen a las costas con las arenas blancas de las playas.

Los arrecifes ayudan a capturar el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera, y lo fijan en sus esqueletos, asimismo, gracias a su estructura, favorecen la generación de cientos de organismos marinos, y a la par son fuente de alimento, por lo que su existencia es esencial para la formación de redes alimentarias.

Los arrecifes de coral son ecosistemas complejos, que entre sus principales funciones está el ser formadores de las playas de arena blanca e islas tropicales, también son importantes para evitar la erosión de la playas, y para protegernos de oleajes fuertes durante tiempo de tormentas y huracanes.

El hombre ha estado creando arrecifes artificiales desde hace muchos años. Casi cualquier objeto echado en el mar, ya sea en el fondo marino o a la deriva, potencialmente puede ser un refugio de flora o fauna marina. Estos arrecifes van desde cilindros de concreto, hasta grandes embarcaciones inservibles para su propósito original. Estas estructuras se colocan en sitios estratégicos, y se colonizan por flora y fauna de la zona de tal forma que se crean nuevos ecosistemas. El proceso de colonización comienza al poco tiempo del hundimiento, hasta estar completamente habitado y estable y en un periodo corto de tiempo se puede observar escuelas de peces rodeando el objeto después del hundimiento, en señal de territorialismo, además de empezarse a cubrir de esponjas, algas, corales, anémonas, moluscos, camarones, cangrejos y distintas especies de peces.

Los arrecifes artificiales se crean al hundir en el mar cualquier estructura construida por el hombre, la cual con el tiempo se convertirá en parte del ecosistema local, mimetizándose y ofreciendo un sustrato para la fijación y el refugio de numerosas especies de flora y fauna marinas, manteniendo y recuperando así la diversidad biológica. Los arrecifes artificiales



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

también promueven la investigación científica y la educación ambiental, a la vez que crean lugares alternativos de buceo, pesca y ecoturismo, reduciendo la presión que sufren los arrecifes naturales.

La zona de Quintana Roo es impactada año tras año por diferentes fenómenos hidrometeorológicos que afectan la costa, playa y vegetación colindante al mar, creando daños a la infraestructura turística y a la zona marina y terrestre donde se desarrolla

El presente proyecto se llevara a cabo con apego en los criterios y parámetros establecidos dentro del marco de la normatividad aplicable en materia ambiental, y en general estará en armonía con las políticas y regulaciones a nivel federal y regional.

Las estructuras de arrecifes artificiales planteadas no interfieren en la navegación debido a que no hay una ruta o trayectoria de barcos de gran calado sobre franja de 5 millas de la zona litoral y la cota de los -2 a - 3 metros a la de profundidad a lo largo de la costa (que comprende el proyecto). El tráfico de embarcaciones solo se da con la movilización de lanchas deportivas y de pesca de baja eslora.

Con la instalación de los arrecifes artificiales, las estructuras propuestas (forma piramidal), se requiere una profundidad de al menos 2.80 metros de profundidad, que corresponde a la profundidad promedio de la columna de agua para el desarrollo del proyecto, ya que en esa posición se obtendrán los resultados esperados de acuerdo a los análisis técnicos marinos realizados.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El predio colindante al proyecto se ubica en la Península de Yucatán, en la costa norte del Estado de Quintana Roo, Municipio de Solidaridad, en el kilómetro 304+200 de la Carretera federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, en la zona conocida como punta maroma, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintan Roo. Aproximadamente a 12 kilómetros al norte de Playa del Carmen.

Se tomara como referencia esta dirección que representa la ubicación desde la carretera federal, ya que el proyecto se desarrollará en una porción marina, donde únicamente se utilizará la superficie terrestre de Zona Federal Marítimo Terrestre concesionada a la misma promovente para el traslado de las piezas de concreto que se armaran dentro del mar para formar la estructura.



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

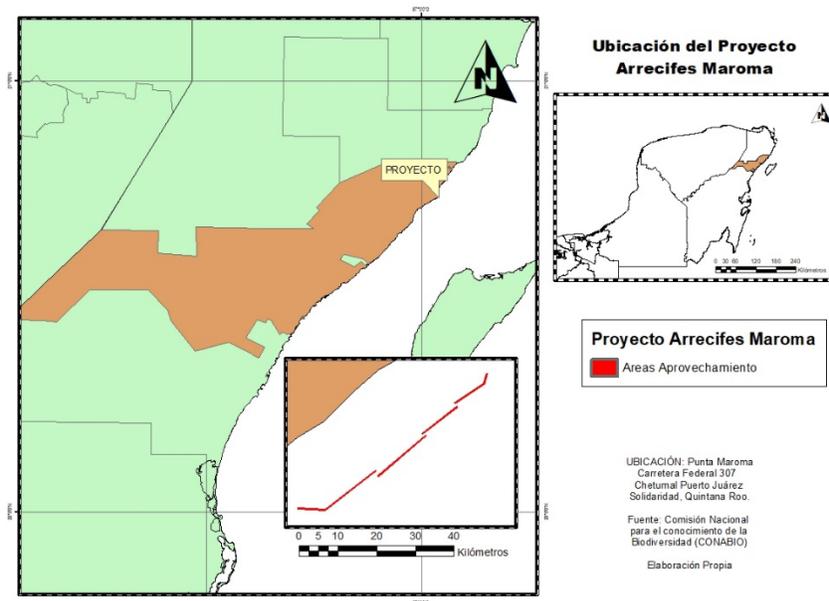


Figura 2.2.- Ubicación Física del área del proyecto.

Específicamente el área donde se desarrollará el proyecto se ubica en la porción marina colindante a la Zona Federal Marítimo Terrestre de la misma empresa promotora que representa una longitud aproximada de 600 metros, el proyecto estará integrado por 4 polígonos que representan una superficie de 2,626.96 m², mismos que se ubican en las siguientes coordenadas:

Polígono 1			Polígono 2		
Punto	X	Y	Punto	X	Y
P1	502271.853	2291159.285	P7	502403.646	2291256.938
P2	502138.898	2291048.220	P8	502277.999	2291143.916
P3	502065.955	2291053.296	P9	502275.323	2291146.890
P4	502066.233	2291057.286	P10	502400.971	2291259.911
P5	502137.570	2291052.323			
P6	502269.289	2291162.355			
Polígono 3			Polígono 4		
Punto	X	Y	Punto	X	Y
P11	502485.897	2291338.087	P15	502479.507	2291346.706
P12	502483.333	2291341.157	P16	502557.486	2291402.275
P13	502391.622	2291264.546	P17	502564.439	2291430.660
P14	502394.186	2291261.476	P18	502560.554	2291431.611
			P19	502553.954	2291404.670
			P20	502477.186	2291349.963

Tabla 2.1.- Ubicación del proyecto.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El costo aproximado de cada estructura considerando su fabricación fuera área del proyecto, transportación al sitio y colocación georreferenciada dentro del mar, será de \$35,000.00 pesos por pieza. Sumando un total de \$8,435,000.00 pesos por las 241 piezas que integran el arrecife artificial.

Así mismo se necesitará la adquisición de equipo, personal, malla geotextil, boyas para la delimitación por lo que se estima que la inversión para el desarrollo del proyecto será de \$10,000,000.00 pesos (Diez millones de pesos 00/100 M.N).

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

El proyecto consta de la instalación de un arrecife artificial construido a base de concreto marino, donde este estará integrado por diversas piezas armables que serán prefabricadas fuera del sitio del proyecto.

El proyecto estará integrado por 4 polígono que en conjunto tienen una superficie de aprovechamiento de 2,626.96 m², cada polígono estará integrado de la siguiente forma:

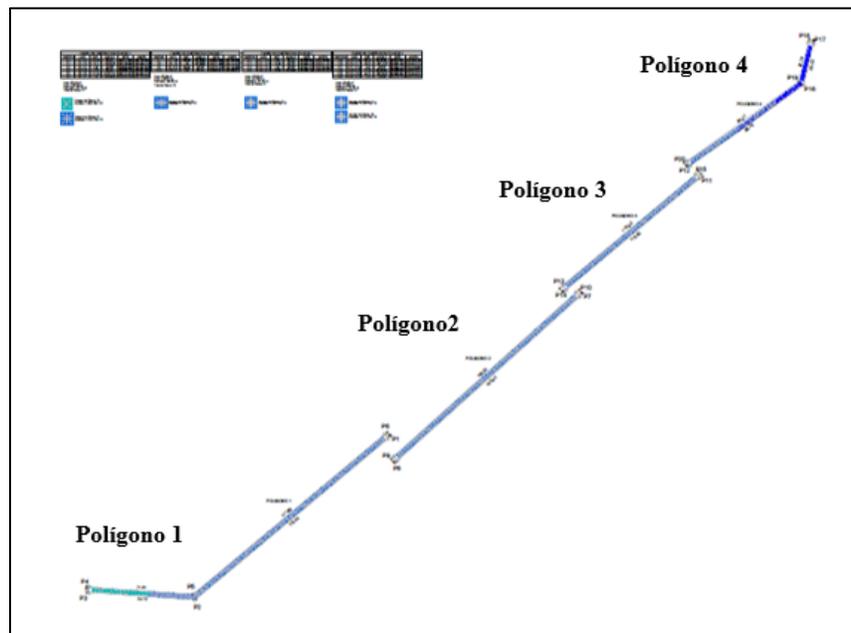


Figura 2.3.- Integración del proyecto en polígonos de aprovechamiento.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Polígono 1

Area: 979.00 m²
Area: 0.09790 ha
Perimetro: 497.50 ml
Total de Piezas: 77



Numero de Piezas: 16
Medidas: 2.50x2.50x1.50



Numero de Piezas: 61
Medidas: 2.75x2.75x1.75

Polígono 2

Area: 676.00 m²
Area: 0.06760 ha
Perimetro: 346.00 ml
Total de Piezas: 79



Numero de Piezas: 79
Medidas: 2.75x2.75x1.75

Polígono 3

Area: 478.00 m²
Area: 0.04780 ha
Perimetro: 247.00 ml
Total de Piezas 42



Numero de Piezas: 42
Medidas: 2.75x2.75x1.75

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Polígono 4



Figura 2.4.- Descripción de cómo está integrado cada polígono de aprovechamiento.

Las estructuras que se utilizarán para el desarrollo del arrecife artificial es piramidal y será armado componente por componente dentro del mar, así mismo, es importante mencionar que permitirá el flujo de sedimento y no será una barrera u obstáculo como un rompeolas, sino que disminuirá la fuerza del oleaje pero permitirá que exista un flujo de sedimentos entre ambos lados del arrecife artificial.

El proyecto busca proteger la costa de los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos y crear un hábitat de refugio y alimentación de diversas especies marinas.

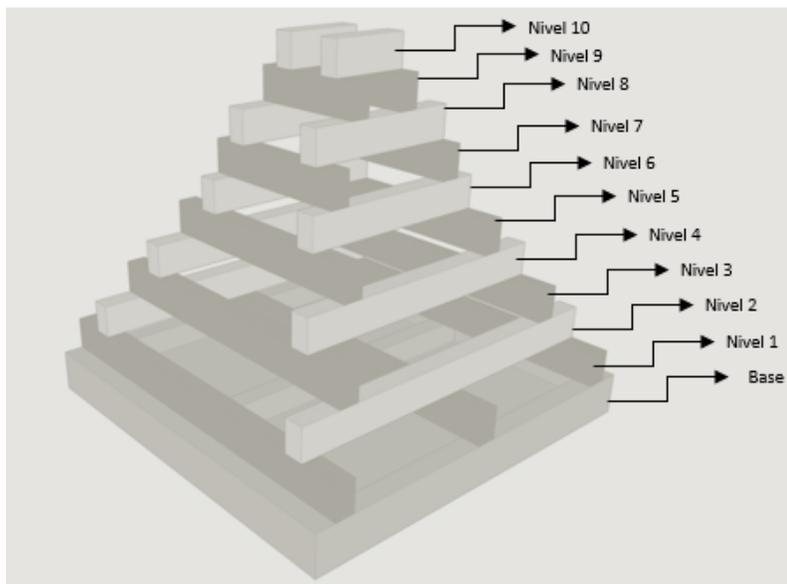


Figura 2.5.- Descripción de la estructura para la creación del arrecife artificial.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

La ubicación de cada polígono se ubica en las siguientes coordenadas UTM:

Polígono 1			Polígono 2		
Punto	X	Y	Punto	X	Y
P1	502271.853	2291159.285	P7	502403.646	2291256.938
P2	502138.898	2291048.220	P8	502277.999	2291143.916
P3	502065.955	2291053.296	P9	502275.323	2291146.890
P4	502066.233	2291057.286	P10	502400.971	2291259.911
P5	502137.570	2291052.323	Superficie: 676 m²		
P6	502269.289	2291162.355			
Superficie: 979 m²					
Polígono 3			Polígono 4		
Punto	X	Y	Punto	X	Y
P11	502485.897	2291338.087	P15	502479.507	2291346.706
P12	502483.333	2291341.157	P16	502557.486	2291402.275
P13	502391.622	2291264.546	P17	502564.439	2291430.660
P14	502394.186	2291261.476	P18	502560.554	2291431.611
Superficie: 478 m²			P19	502553.954	2291404.670
			P20	502477.186	2291349.963
			Superficie: 493.96 m²		

Tabla 2.2.- Cuadro de coordenadas de los registros de instalaciones.

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

El proyecto requiere de un calendario de trabajo que implicará un periodo de 3 años para la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto y 15 años para la operación y mantenimiento donde se contempla un monitoreo de la evolución del arrecife artificial.

ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO “ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA”	BIMESTRAL																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preparación del proyecto																		
Trámites y permisos	■	■																
Ingreso de propuesta de garantía para desarrollo de proyecto	■	■																
Notificación de inicio de actividades	■	■																
Delimitación del área por aprovechar con boyas	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Capacitación a los trabajadores	■	■																
Preparación y rescate de organismos bentónicos que pudieran afectarse	■	■																
Rescate de Fauna (solo en caso que se requiera)	En cualquier momento en caso de ser requerido																	



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Los resultados del diagnóstico regional contratado por la CNA en 1997, señalan que la Península de Yucatán corresponde a una cuenca hidrológica abierta, con un solo acuífero cárstico de tipo libre. La incidencia tan alta de la precipitación pluvial y la ausencia notable de escurrimientos superficiales, indican una alta permeabilidad en toda su superficie. La recarga del acuífero se produce de manera uniforme, siguiendo el patrón de distribución de la precipitación.

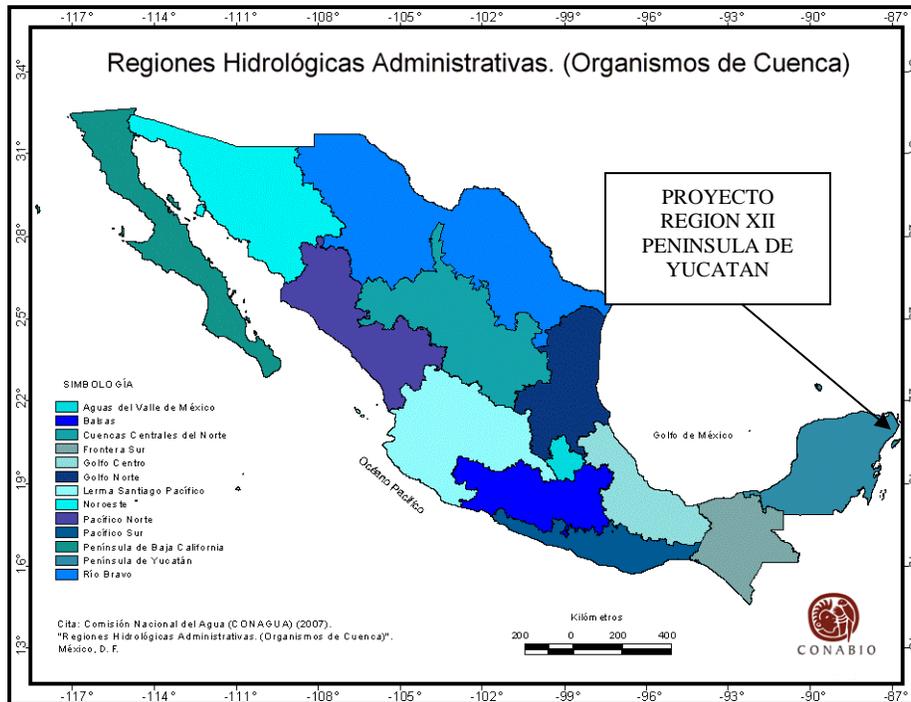


Figura 2.6.- Ubicación grafica regional, Región XII Península de Yucatán

II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

El predio colindante al proyecto se ubica en la Península de Yucatán, en la costa norte del Estado de Quintana Roo, Municipio de Solidaridad, en el kilómetro 304+200 de la Carretera federal 307 Chetumal- Puerto Juárez, en la zona conocida como punta maroma, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintan Roo. Aproximadamente a 12 kilómetros al norte de Playa del Carmen.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

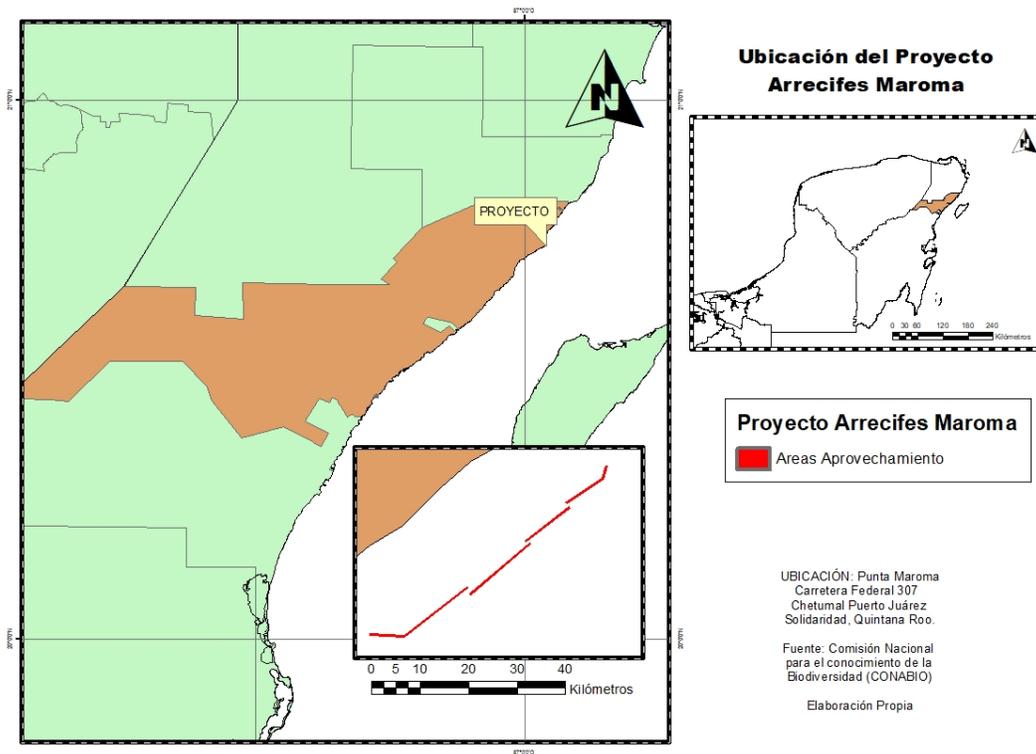


Figura 2.7.- Ubicación grafica del proyecto

II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

- **Preparación de sitio**

Esta etapa del proyecto estará enfocada a la delimitación de las superficies de aprovechamiento para la colocación de la malla geotextil, posteriormente se ubicará la posición de los arrecifes artificiales y se procederá a verificar si existe algún tipo de vegetación marina y en caso de existir proceder al retiro y colocación en otro sitio dentro de la misma zona del proyecto.

- **Construcción de componentes para el arrecife artificial.**

A continuación se realizará la descripción del proceso constructivo del arrecife artificial, es importante mencionar que este proceso no se llevará a cabo dentro del mar, sino que se construirán fuera del predio y únicamente se entregaran listas para ser ensambladas dentro del mar.

Los arrecifes artificiales se componen por varios niveles, integrados por piezas rectangulares independientes y de diferentes tamaños según el nivel, formando una figura piramidal. Pudiendo ser de 1.00 m hasta 2.75 m de altura, según se indique de acuerdo a la batimetría del área.

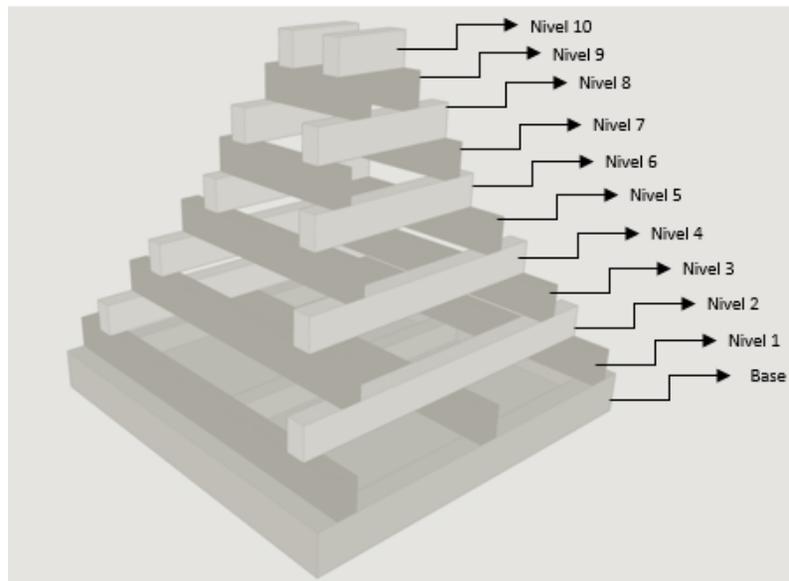


Figura 2.8.- Estructura piramidal de arrecife artificial

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

El modulo tipo, con mayor altura (2.75 m) se compone de 21 piezas rectangulares y una base, las cuales son elaboradas de acuerdo a la altura requerida por segmento según sea el caso.

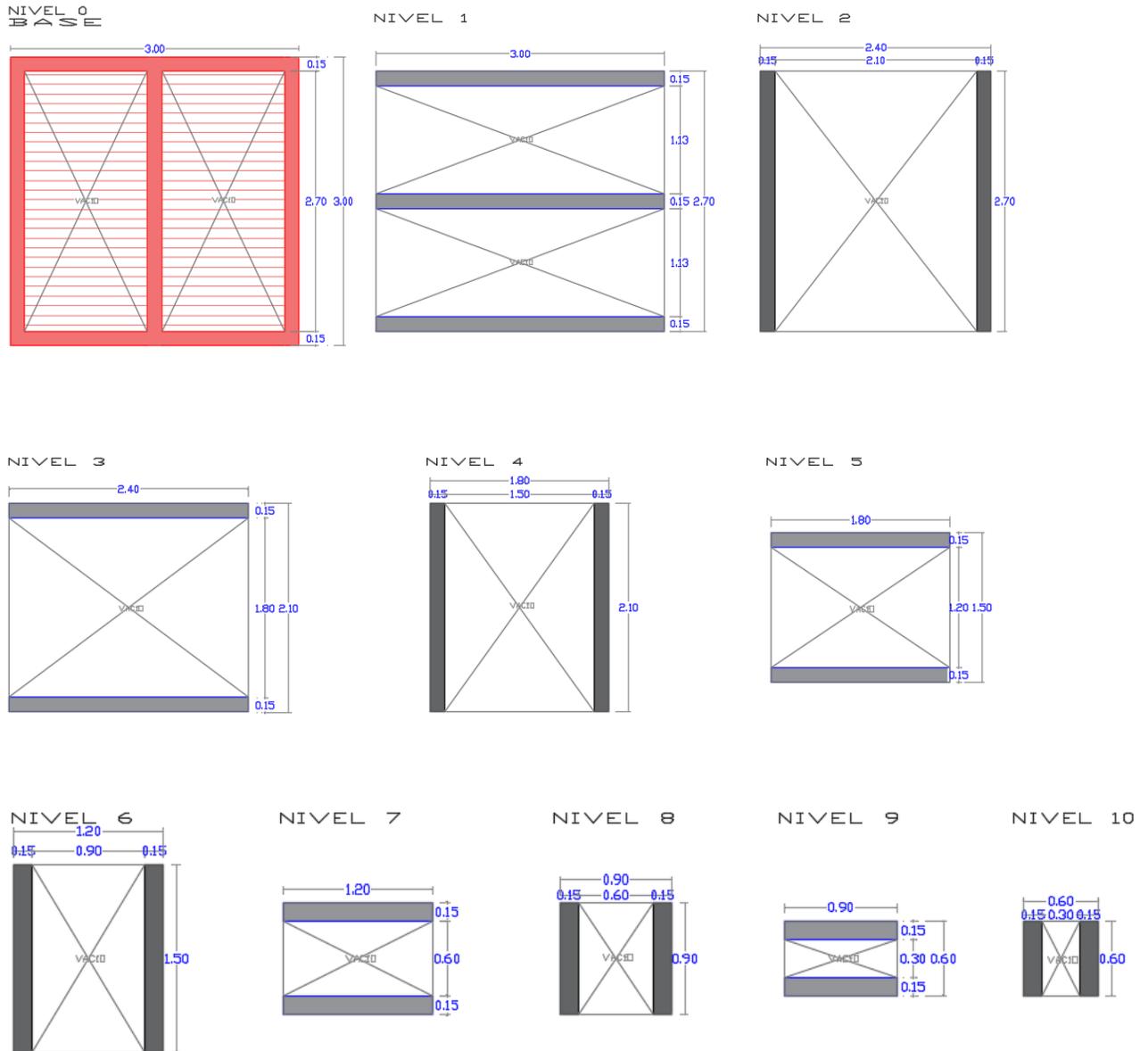


Figura 2.9.- Descripción de componentes que integran la pieza más alta (2.75 m)

Es importante mencionar que dependiendo de la profundidad variará la altura de la pieza y esta podrá tener menor número de niveles y por lo mismo será más pequeña.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES PARA SU FABRICACIÓN

Materiales:

Los arrecifes serán construidos de concreto marino y acero.

1. Modulación de piezas individuales.

- Limpieza del área de producción. Consiste en quitar manualmente todo tipo de residuos en el área donde se habilitarán y cimbrarán las piezas, además de la aplicación de material desmoldante en el piso para facilitar el descimbrado de la pieza.
- Trazo del tipo de pieza según sea su caso. Consiste en marcar en el piso las dimensiones de la pieza.
- Cimbrado de fronteras metálicas inferiores. Incluye además la aplicación de material desmoldante para facilitar el descimbrado de la pieza.
- Habilitación y colocación de malla estructural de alta resistencia de 10x10, de acuerdo al tipo de pieza.
- Cimbrado de fronteras metálicas superiores. Incluye además la aplicación previa a la colocación de la cimbra, de material desmoldante para facilitar el descimbrado de la pieza.
- Colado de la pieza a tiro directo con concreto premezclado $f'c = 350kg/cm^2$ resistente a sulfatos sobre el elemento individual rectangular, vibrar el concreto para eliminar el exceso de aire e incrementar la resistencia a la compresión y la unión entre el concreto y la malla de refuerzo. Dar el acabado correspondiente y que fragüe y se endurezca para proporcionar un producto resistente y durable.
- Después de fraguado el concreto, se descimbra la pieza despegándola del área y retirando manualmente las fronteras metálicas adheridas a la pieza.

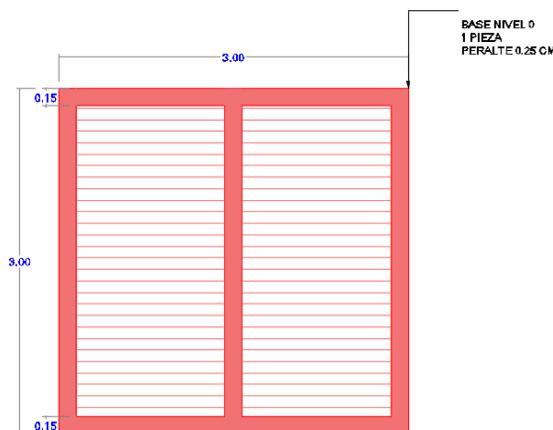


Figura 2.10.- Descripción de base de las estructuras de arrecife artificial.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

2. Montaje de módulos completos (base).

- Limpieza de la superficie a utilizar. Quitar manualmente todo tipo de residuos en el área donde se habilitará y cimbrará el módulo.
- Colocación y anclaje del bastidor metálico de PTR cuadrado de 3" calibre 30, sobre la superficie limpia.
- Aplicación de material desmoldante en el piso, en el área perimetral del bastidor, para facilitar el descimbrado de la pieza.
- Perfil de la pieza y los criterios de aceptación.

Criterio 1: Son candidatas a montaje directo aquellas piezas que no tengan ninguna imperfección o defecto acorde a los demás criterios para su selección.

Criterio 2: Sobre las fisuras menores a 2 mm que muestre la pieza, en forma horizontal, vertical, diagonal o transversal, se debe limpiar y picar ligeramente para verificar que la fisura no trasciende a través de la pieza, se establece reparar la pieza antes de su montaje.

Criterio 3: Sobre las fisuras mayores a 2 mm no son óptimas para su ensamblaje hasta su reparación, dependiendo de la longitud; así mismo será registrada como caso crítico y su reparación estará garantizada a base del mejor tratamiento solucionar el problema.

Criterio 4: De las piezas que presenten menos de 3 fisuras menores a 2 mm son candidatas a ser reparadas durante el proceso de producción después de ser ensambladas.

Criterio 5: De las fisuras menores a 2 mm transversales que atraviesan como mínimo 2 vanos circulares son consideradas reparables de manera inmediata para su ensamblaje.

Criterio 6: De las piezas que presenten un espesor mínimo de 4 cm a partir del acero visible en los vanos circulares, será considerada reparable.

Criterio 7: De las piezas que presenten un espesor menor a 4 cm a partir del acero visible en vanos circulares, no será óptima para su ensamblaje hasta que su evaluación señale lo contrario.

Criterio 8: Se usara la nomenclatura NP (No Pasa) cuando una pieza presente dos o más criterios y; dependiendo su evaluación y análisis podrá estar sujeta observación y/o ser desechada.

- Montaje de piezas tipo según corresponda el modulo a ensamblar considerando el perfil que debe tener cada elemento de acuerdo con los criterios de aceptación previamente establecidos, priorizando el criterio 1.
- Elaboración de apoyos o calces cuadrados de 10 cm por 10 cm con espesor de 8 cm.
- Colocación de los calces a 30 cm alrededor del bastidor.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- Suspensión vertical de la pieza apoyada en los calces, para ser acomodada reclinadamente sobre el bastidor.
- Doblez de las barbas de acero en el área de los castillos, según sea necesario para el traslape de cada pieza.
- Verificación del perímetro del módulo de acuerdo a la alineación de las piezas y reacomodo.

3. Habilitación de aceros y cimbrado de módulos.

HABILITACION DE CASTILLOS Y CIMBRA.

- Colocación de laterales internos de los castillos con preparaciones de alambre recocido encamisado.
- Corte de varilla de 3/8" a __mts de largo.
- Doblez tipo escuadra con ancla de 20 cm
- Doblez de la malla (barbas de la pieza) para traslape y amarre.
- Habilitado de castillos con 6 varillas de 3/4" y estribos tipo grapa a cada 15 cm de alambrón.
- Verificación del recubrimiento a 3 cm y retiro de sobrantes del acero.
- Colocación de laterales externos sujetos por el alambre encamisado adherido a la pieza y acuñado con barrotes.

HABILITACION DE LOSA Y CIMBRA.

- Colocación de fondo de la losa apoyado en el bastidor.
- Colocación y habilitación del acero a base de malla electrosoldada.
- Traslape de castillo a castillo mediante la varilla de 3/4" prolongada o saliente de los castillos.
- Colocación de laterales de la losa previamente impregnadas de desmoldante y/o similar.
- Limpieza fina, retiro de impurezas del acero y verificación del recubrimiento a 3 cm.

HABILITACION DE TRABES Y CIMBRA.

- Colocación de laterales interiores.
- Colocación de laterales exteriores y muescas de acuerdo a las dimensiones.
- Verificación del recubrimiento mínimo a 4 cm y retiro de sobrantes del acero.
- Limpieza fina.

4. Colado.

- Limpieza de áreas previas al colado y retiro de acero excedente e innecesario de los elementos.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- Aplicación del uncreto N diluido en proporción 1:2 (uncreto N - agua), en área perimetral inferior de cada pieza de manera interna y externa de la trabe.
- Vertido de concreto resistente a los sulfatos f'c 350 Kg/cm², con su posterior vibrado y acabado liso aparente.
- Aplicación del uncreto N diluido en proporción 1:2 (uncreto N - agua), en área interna de cada castillo de arriba hacia abajo.
- Vertido y vibrado de concreto resistente a los sulfatos f'c 350 Kg/cm², en cada castillo.
- Aplicación del uncreto N diluido en proporción 1:2 (uncreto N - agua), en área perimetral superior de cada pieza.
- Vertido y vibrado de concreto resistente a los sulfatos f'c 350 Kg/cm² en losa.

5. Descimbrado de piezas y desmontaje de bastidor.

- Retiro de alambre de amarre encamisado y tacones de presión.
- Retiro de todos los laterales exteriores del módulo.
- Enganchar o sujetar la pieza por medio de eslingas y suspender el módulo manualmente, según sea el caso.
- Retirar manualmente el bastidor anclado al interior de la base, los laterales interiores de los castillos y desprender la cimbra de la losa.
- Durante el tiempo que las piezas se encuentren suspendidas, se deben retirar de la trabe los moldes de las muescas y realizar la limpieza gruesa.
- Las piezas serán trasladadas de modo manual a un área limpia para su posterior evaluación y detección correctiva de detalles.

6. Evaluación de módulos.

- Limpieza gruesa del elemento retirando sobrantes de la cimbra, cinchos metálicos y otros materiales adheridos al módulo, incluyendo rebabas del concreto producto del colado de castillos, trabes y losa.
- Evaluación y detección de fallas como puntos de acero expuesto o visible, fisuras y juntas frías.

7. Restauración de los módulos o procesos de reparación para fallas específicas.

- PUNTOS DE ACERO EXPUESTO EN LOS VANOS CIRCULARES.

Solución: Abocardar el área y retirar el excedente de acero. Limpieza. Aplicación de la mezcla de los componentes a+b (resina), Aplicación del componente sr93 sobre el área de los componentes.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- **Ingreso de las piezas para armado en mar.**

Como se mencionó los componentes de las piezas se construirán fuera del predio y se entregaran ya limpias y listas para iniciar con los armados dentro del mar, para esto se contara con un equipo de buzos especializados para el arrastre y colocación de los componentes.

Las piezas serán introducidas al mar de forma manual, una por una, y serán ancladas por medio de tornillos de acero inoxidable de 5/8".

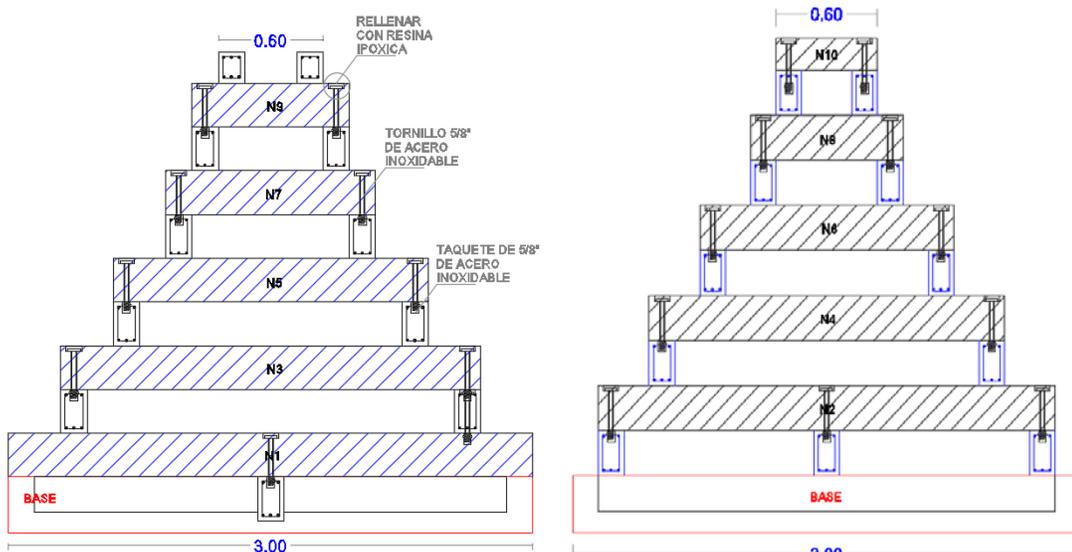


Figura 2.11.- Descripción de armado de arrecife artificial.

Para el traslado de las piezas se fabricara una balsa con tanques plásticos con una plataforma de madera, donde se colocaran las piezas ya listas para introducir al mar y se procederá al arrastre manual con el personal técnico, buzos y en caso de ser necesario se utilizará una wave runner para jalar la balsa, hasta su posición final que será entregada a un buzo para su colocación y armado de nivel y así con todos los niveles que integren la estructura, una vez en posición con ayuda de un andamio y polea se procederá a la colocación de la estructura en el fondo marino o sobre el nivel que corresponda.

También se contara con un compresor de aire que se ubicará en la zona federal marítimo terrestre concesionada a la promovente, donde este servirá para alimentar la pistola neumática que se utilizará para realizar el atornillado de las piezas y el torque final se realizará a través de un maneral y torquímetro.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Una vez delimitada con malla geotextil y boyas, se procederá al acarreo de las piezas para armar las estructuras, se plantea iniciar el armando del arrecife artificial de sur a norte.



Figura 2.12.- Ejemplificación de construcción de balsa para el transporte de los componentes que integraran la pieza de arrecife artificial.

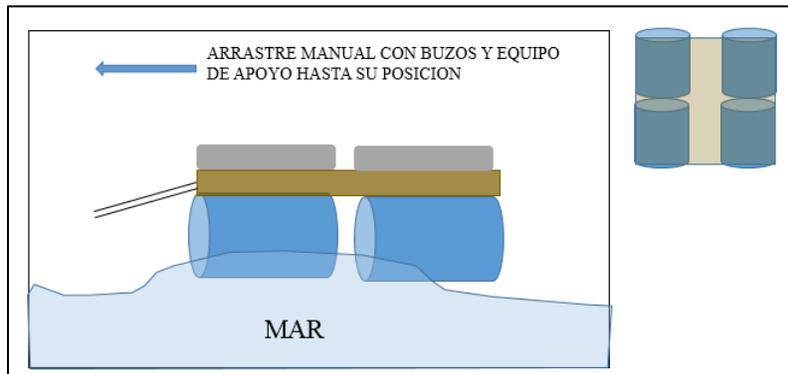


Figura 2.13.- Ejemplificación de balsa para arrastre de los componentes que integran la pieza de arrecife artificial.

Como el proyecto colindante (hotel y marina maroma) también fue promovido por la empresa Viajes Acuáticos Turquesa SA de CV, se trabajara en conjunto con estos proyectos, así como se podrá utilizar la infraestructura (muelles autorizados) para la entrega de las piezas sobre las balsas de arrastre.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA



Figura 2.14.- Ruta de entrega de componentes que integran las piezas para la instalación de los arrecifes artificiales.

II.2.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez instalados los arrecifes artificiales, la siguiente actividad es el monitoreo para conocer la evolución de la colonización y reclutamiento de especies, realizando las siguientes actividades:

El monitoreo se llevará a cabo después del primer mes y posterior cada cuatro meses hasta un periodo de 15 años de monitoreo, el muestreo se realizará al azar sobre quince piezas de cada polígono o segmento, esto es considerado así porque la instalación de los segmentos no será simultaneo, será por etapas, por lo que cada polígono o segmento puede estar sujeto a diferentes influencias ambientales y de desarrollo, a fin de poder lograr mayor diversidad y confiabilidad en los datos, así como también en conocer mejor la operación de cada uno de los arrecifes.

En cada uno de ellos se realizarán inmersiones de buceo de 15 minutos, registrando la actividad de poblamiento de los arrecifes mediante video y/o fotografías. Se procederá a realizar un inventario de individuos observados. Con estos datos se harán las estimaciones de diversidad y abundancia de las especies colonizadoras. Accesoriamente se hará registro de condiciones ambientales (Salinidad, temperatura, oxígeno disuelto), lo mismo que se

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

evaluarán potenciales impactos al ambiente, con el fin de contar con datos para presentar informes ante las autoridades ambientales si así lo soliciten.

La productividad será considerada bajo los criterios de la biomasa resultante en el arrecife artificial en el transcurrir del tiempo y por la biomasa y diversidad de especies de organismos en las áreas contiguas a cada sector de los mencionados arrecifes artificiales.

Los resultados del monitoreo serán entregados en los informes de cumplimiento de términos y condicionantes a las autoridades competentes.

Una vez que las estructuras de arrecife artificial sean hundidas y colocadas sobre el lecho marino comienza un proceso de colonización de flora marina que se adhiere a la superficie de las estructuras.

Referido al proceso de colonización de los arrecifes artificiales, Díaz-Castañeda (2000, 2009), estudió el proceso de colonización de la macrofauna béntica. Este autor menciona que las algas verdes y cafés son las primeras en colonizar un sustrato. Dos semanas después se agregan ostrácodos, cumáceos, anfípodos y poliquetos: terebélidos, neréidos y sílidos. Durante su trabajo los anélidos poliquetos constituyeron el grupo zoológico más abundante y diverso, seguido por los crustáceos y los moluscos.

Se estima que en tres meses la superficie expuesta por las estructuras se encuentra totalmente cubierta por organismos bentónicos. Con el proceso de colonización de flora marina, se crea un ecosistema idóneo para albergar el desarrollo de especies de fauna marina de la zona con potencial de explotación y que a su vez permitirán un hábitat de desarrollo de especies de peces, moluscos y crustáceos.

La productividad de los arrecifes podrá ser estimada en función de la biomasa fijada o incrustada o asociada a las estructuras; el aumento de la diversidad y/o abundancia de especies en cada estructura de arrecife y por comparación con esos mismos indicadores en las áreas naturales cercanas.

En resumen podemos decir que el hábitat nuevo por ser promovido o creado por las estructuras arrecifales que serán colonizadas con especies de flora y fauna marina, tendrán como efecto directo incrementos en las áreas de resguardo y alimentación de especies marinas.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Finalmente dado que las estructuras sobresaldrán del mar aproximadamente 20 cm, se colocara señalización marina en cada inicio y final de segmento de arrecife artificial, así mismo se dejaran aberturas entre segmentos para el libre tránsito de la fauna acuática.

II.2.6 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

Los arrecifes artificiales están concebidos como estructuras permanentes. Por su naturaleza se espera con el paso del tiempo un aumento de la biomasa fija a estas estructuras y también aumento de la biomasa asociada conforme se establecen los procesos de sucesión y maduración del ecosistema.

El abandono puede preverse en caso de una catástrofe de grandes dimensiones, como lo son huracanes de grandísimas proporciones, o incluso maremotos, esta última cosa jamás registrada en la historia de la región, que en cuyo caso, de presentarse afectarían mayormente las comunidades humanas asentadas sobre el margen del litoral costero que los arrecifes mismos.

El proyecto está compuesto por 4 polígonos o segmentos, donde se instalaran los arrecifes artificiales en un plazo estimado de 3 años y se realizara un monitoreo de 15 años.

Con base a la estimación de vida útil de las estructuras del proyecto (arrecife artificial), se calcula un periodo de 15 años para la operación y mantenimiento; al cabo de este tiempo, estas en su parte externa serán cubiertas por formaciones calcáreas y pólipos que agregan a sus exoesqueletos con arenas y gravas pequeñas del sedimento, o cubiertas por formaciones de algas, agregados (componentes) al paisaje submarino, sin necesidad de requerir un programa de retiro, desmantelamiento y abandono; tampoco se requerirá de procedimientos, manejo y destino final de materiales y equipos.

Los componentes férricos del acero de las estructuras que se utilizarán en la creación de los arrecifes artificiales, son componentes naturales del agua de mar y del suelo (sedimentos) del fondo marino mismos, bien documentados para los ecosistemas marinos (Arano-Castañón y Guzmán-Barrera, 2000), por lo que tampoco se requiere de programas de rehabilitación o restauración de los sitios donde serán sembradas las estructuras de los arrecifes una vez concluida la vida física de estos objetos.



II.2.7 RESIDUOS.

Referente a la generación de residuos, este proyecto es atípico dado que como se ha comentado las piezas o elementos que integran la estructura de arrecife artificial, no se construirán dentro del agua o del predio, sino que se contratara a un proveedor para la elaboración con las especificación que se desean y este entregara dichas piezas dentro del predio para que con personal del proyecto estas sean acarreadas manualmente a su posición dentro del polígono o segmento de arrecife artificial, pero dado que se contara con personal trabajando estos generaran aunque sea de forma mínima ciertos residuos.

- **Preparación de sitio**

Esta etapa se enfoca en la delimitación de las áreas de trabajo con malla geotextil y boyas, así que se utilizara cuerda o cabo para la fijación de estas, se contarán con contenedores de residuos en la ZOFEMAT para la disposición de estos residuos que se pudieran generar de cuerda, así mismo dentro de los trabajos siempre se contara con un kayak o pequeña balsa donde se irán colocando los residuos que pudieran generarse por la realización de estos trabajos. (Tornillos, pedazos de cabo, pedazos de malla geotextil, botes de agua purificada, etc)

- **Etapa de construcción**

Dentro de esta etapa el proyecto no generará residuos, ya que las piezas serán construidas fuera del predio, se contratará a un proveedor que realice la fabricación de las piezas que integran el arrecife artificial.

- **Acarreo de piezas.**

Como se mencionó para el acarreo de piezas se ocupara una balsa para transportar las piezas que integran el arrecife artificial dentro de esta misma balsa se tendrá un contenedor para colocar los residuos que se generen de esta actividad, así mismo dado que se tendrá un compresor de aire en la ZOFEMAT para alimentar la pistola neumática que atornillara las piezas, se tendrá un contenedor para depositar los residuos de la persona que operará este compresor.

Es importante mencionar que dado que el proyecto es promovido por la misma promotora del hotel y marina maroma, todos los residuos generados serán canalizados a los almacenes de este proyecto para que se le dé una disposición final.

- **Operación y monitoreo del proyecto.**

Dentro de la etapa de operación el proyecto no generara residuos, por su propia naturaleza estas estructuras servirán para la protección de la costa y para la generación de un ambiente de protección y alimentación de flora y fauna marina, razón por la que no se generarán residuos, este proyecto no requiere de actividades en la operación, únicamente se llevara un monitoreo para poder medir el desarrollo de la vida marina en las estructuras.



II.2.8 Generación de gases efecto invernadero

La energía eléctrica es el motor para el funcionamiento del sector industrial, agropecuario, alimenticio, turístico, entre muchos más. Esta se utiliza en diferentes áreas y actividades, en el transporte, maquinarias, equipos y dispositivos, los cuales son fundamentales para la operación del sector.

En el sector turístico, la energía eléctrica se emplea para alumbrar las instalaciones, calles interiores, anuncios; para el funcionamiento de los aparatos eléctricos como: refrigeradores, hornos de microondas, licuadoras, televisiones, computadoras, planchas, lavadoras, equipos de secado, aires acondicionados, bombas eléctricas y filtros, escaleras eléctricas, elevadores, entre muchos más, los cuales van a depender del tipo y dimensión del proyecto.

La energía eléctrica se produce en plantas generadoras de diferentes tipos, según los insumos que se utilizan para producirla.

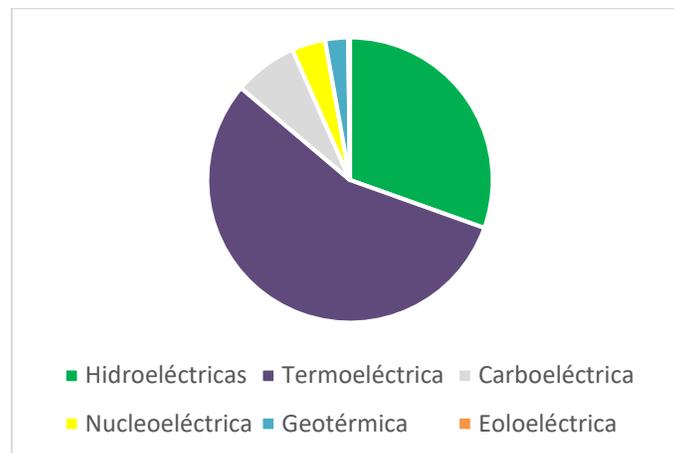


Figura 2.15.- Generación de energía en México

En México, la principal fuente de generación de energía eléctrica proviene de la termoeléctrica, este tipo de planta utiliza la combustión de los hidrocarburos, principalmente petróleo, gas y diésel.

La producción de energía eléctrica a través de los combustibles fósiles genera gases de efecto invernadero, representando un problema para el medio ambiente.

En esta sección se cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero que se emitirá durante la etapa de construcción y operación del proyecto, con la finalidad de proporcionar

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

un dato del impacto ambiental que ocasionará la ejecución del proyecto, y así proponer las medidas de mitigación adecuadas que ayuden a reducir las emisiones de estos tipos de gases.

II.2.8.1 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, CFC, O₃, entre otros.

En efecto, por el simple hecho de consumir energía eléctrica proveniente de la CFE, así como de la oxidación de combustibles como diésel, gasolina y gas L.P., se generarán gases de efecto invernadero, principalmente CO₂, CH₄, N₂O, H₂O. Por lo que a continuación se describen los métodos que se emplearon para realizar las estimaciones de los gases de efecto invernadero.

Métodos de estimación empleados.

Calculadora

Una de las herramientas rápidas para el cálculo de los gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O) por el consumo de energía, diésel y gasolina., es la Calculadora de Emisiones para el registro Nacional de Emisiones (Versión 5), disponible en línea a través de la página de SEMARNAT.

Para el caso del consumo de energía, esta herramienta toma en cuenta un factor de emisión, el cual tiene un valor de 0.454 kg CO₂/kWh, y que fue empleada para estimar la emisión de CO₂.

Es importante mencionar que el resultado de dicha herramienta es indicativo. Esta herramienta proporciona resultados más aproximados a las emisiones reales, por lo que se reconoce que esta estimación solo es un instrumento de apoyo para tener una idea del impacto ambiental ocasionado a la atmósfera.

Método estequiométrico

Este método se basa en las reacciones químicas de combustión del gas L.P; los gases estimados con este método es el CO₂ y H₂O.

El gas L.P. (licuado de petróleo) está conformado por una mezcla de gases principalmente butano y propano, generalmente en una fórmula de 60% propano y 40% butano (también hay otros gases, pero en una muy mínima cantidad).

Parámetros químicos

En la siguiente Tabla, se muestran parámetros químicos de los dos elementos que componen el gas L.P, estos son necesarios tenerlos presente para aplicar el procedimiento de cálculo.



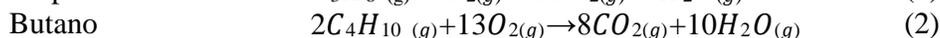
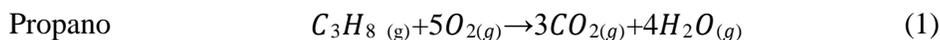
**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Elemento/variable	Peso molecular (kg/m³)	Densidad (g/mol)
Propano	1.83	44
Butano	2.52	58.08

Tabla 2.4.- Parámetros químicos de los elementos del gas L.P.

Reacciones químicas

A continuación, se muestran las reacciones de combustión del propano y butano, que dan como productos dióxido de carbono y vapor de agua, gases de efecto invernadero.



Procedimiento de estimación química

El procedimiento para realizar la estimación de los gases, producto de la combustión del propano y butano, es el siguiente:

1. A partir del consumo de combustible de gas L.P, multiplicar por la composición de la mezcla (60% propano y 40% butano), y obtener el volumen de cada componente.
2. Hacer la conversión de volúmenes a masa, utilizando la densidad.
3. La masa de cada componente multiplicarla por el peso molecular y obtener los moles de cada componente.
4. A partir de las reacciones químicas y mediante estequiometria obtener los moles de CO₂(g) y H₂O(g).
5. Emplear los pesos moleculares del CO₂(g) y H₂O(g) para hacer las conversiones a masa de los moles generados, hacer las conversiones a unidades de toneladas.

Consumo de energía y combustible

Etapa de arrastre y colocación de estructuras

Consumo de diésel

En esta etapa del proyecto; inicialmente y durante los primeros 3 años el suministro de aire que alimentará la pistola neumática para atornillar las piezas se obtendrá de un motor diésel mismo que tiene un consumo aproximado de 50 litros diarios, no se tendrá aprovechamiento de energía eléctrica y tampoco de gas LP.

Se estima que el consumo mensual de diésel será de 1,500 litros.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Consumo de gasolina

En esta etapa del proyecto; si es necesario se utilizará una wave runner para apoyar en el arrastre de las piezas de la estructura del arrecife artificial, mismo que tendrá un consumo diario de 10 litros.

Se estima que el consumo mensual de gasolina será de 300 litros.

Etapa de operación

Consumo de energía

En esta etapa no se tendrá ningún aprovechamiento de energía o energético, ya que la señalización que se tendrá en los inicios y finales de cada segmento serán a través de luces alimentadas por energía solar.

II.2.8.2 Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida.

A partir de la información de la sección anterior, se estimó el total de consumo de combustibles por etapas del proyecto, considerando que la etapa de construcción tendrá una duración de 3 años.

	TIPO DE ENERGÍA	
	DIÉSEL (L)	GASOLINA (L)
Etapa de arrastre y colocación de estructuras	54,000	900
Operación	0	0

Tabla 2.5.- Consumo de combustible por etapa del proyecto.

A partir de la tabla anterior, se estimó la cantidad de gases de efecto invernadero que se generarán por cada etapa, mostrándose en la siguiente tabla:

ETAPA	TIPO DE ENERGÍA	Gas de efecto invernadero			
		H2O (t)	CO2 (t)	CH4 (t)	N2O (t)
Arrastre y colocación de estructuras	DIÉSEL (L) ³	0	141.45	0	0
	GASOLINA (L) ³	0	2.014	0	0
TOTAL		0	143.464	0	0
^{1.} El factor de emisión empleado es 0.454 kg CO2/kWh ^{2.} Método estequiométrico ^{3.} Empleado la calculadora de emisiones					

Tabla 2.6.- Emisiones de gases de efecto invernadero.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

II.2.8.3 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto.

De acuerdo a las estimaciones realizadas, en resumen, los gases de efecto invernadero que se generará durante la construcción y operación del proyecto, que comprende en total 50 años, son: vapor de agua y dióxido de carbono. De estos dos, el de mayor volumen a emitir será: dióxido de carbono. De acuerdo a las características y dimensión del proyecto, estas emisiones no podrán ser contraladas, se disiparán naturalmente.

ETAPA	Gas de efecto invernadero			
	H ₂ O (t)	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)
Arrastre y colocación de estructuras	0	143.464	0	0
Operación	0	0	0	0

Tabla 2.7.- Emisiones totales de gases de efecto invernadero.

Como podemos observar el proyecto por su propia naturaleza y dado que no requiere del aprovechamiento de recursos energéticos para su operación, la generación de gases de efecto invernadero será temporal y en pocas cantidades.

III. VINCULACIÓN CON LOS
INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS
APLICABLES.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Para el desarrollo del presente Estudio de Impacto Ambiental, se han llevado a cabo diversos análisis y estudios mediante los cuales se acredita la viabilidad del proyecto; no obstante lo anterior, la estructura medular del análisis de impacto ambiental, es demostrar la compatibilidad del proyecto con los diversos ordenamientos de carácter Federal, estatal e inclusive municipal que en función de la ubicación del sitio del proyecto, resulten aplicables, en cuanto a los usos y aprovechamientos de suelo.

Particularmente para el desarrollo del Capítulo III, se han revisado una serie de documentos relativos a las Leyes y Reglamentos Federales en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional que son aplicables, considerando como se ha mencionado el sitio en donde se pretende desarrollar el proyecto, así como la naturaleza del mismo.

Lo anterior, conlleva al cumplimiento de los preceptos establecidos en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como lo establecido en el Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, lo cual el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

De acuerdo a las disposiciones contenidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), corresponde a la Federación otorgar la autorización respectiva por de tratarse de un proyecto asociado a un ecosistema costero en este contexto, el proyecto comprende un conjunto de obras y actividades consistentes en diferentes fases de preparación, construcción y operación del sitio, que se relacionan con el supuesto reglamentario Q, enlistado y previsto en el artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

A continuación se exponen los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto **“Arrecifes Artificiales Maroma”**

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

III.1. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES.

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su Artículo 4 su párrafo quinto establece 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.

Con base a lo establecido en la CPEUM el proyecto radica en que el proyecto, se somete a evaluación en materia de impacto ambiental ante la SEMARNAT para garantizar que las obras y actividades pretendidas se desarrollaran en pleno cumplimiento en materia ambiental, no afectando el medio ambiente, dando cumplimiento a este precepto constitucional.

III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 establece:

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para 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 en materia de impacto ambiental de la Secretaría (...)

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

El proyecto en estudio, está contenido en la fracción IX, ya que el proyecto se desarrollará en la porción marina, en un ecosistema costero, por lo cual se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto “**Arrecifes Artificiales Maroma**”, con el fin de obtener de la Secretaría, la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción y operación del proyecto.

III.1.3 Reglamento de la LGEEPA En Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

Este instrumento jurídico publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 23 de mayo de 2000, se refiere a las obras o actividades que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental.

Artículo 5: Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de de impacto ambiental: (...).

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, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o **arrecifes ratificales**, que afecten ecosistemas costeros, con excepción de:

- a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;
- b) Las actividades recreativas cuando no requieren de algún tipo de obra civil, y
- c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

El proyecto en estudio, está contenido en Q).- ...y no se corresponde con ninguna de las excepciones de este apartado, lo cual ratifica la obligatoriedad de presentar ante la Secretaría la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.

En cumplimiento a lo establecido en el Artículo 11 Fracción IV, se presenta en modalidad regional, ya que se realiza el análisis de interacción con diferentes componentes regionales para prevenir impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, aislamiento o fragmentación del ecosistema de la región.

III.1.4 Ley General de Vida Silvestre

El artículo 4º de la LGVS prohíbe la realización de cualquier acto que implique la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre, entendida ésta como los organismos que subsisten sujetos a los procesos de evolución natural y que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo control del hombre, así como las federales.

El ordenamiento citado prevé restricciones únicamente para las actividades de aprovechamiento extractivo y no extractivo. Entendiéndose en términos del artículo 3º de la LGVS:

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

I. Aprovechamiento extractivo: La utilización de ejemplares, partes o derivados de especies silvestres, mediante colecta, captura o caza.

II. Aprovechamiento no extractivo: Las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres.

El proyecto no realizará ningún acto que implique la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre.

En febrero del 2007, fue publicado el Decreto por el cual se introdujo en el artículo **60 TER** de la LGVS, la siguiente prohibición legal en materia de mangle:

“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”.

El Decreto citado establece en el párrafo segundo del artículo 99 de la LGVS, que 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, disposición que se cumple en términos de la Manifestación de Impacto Ambiental, así como en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable.

CUMPLIMIENTO DEL ART.60 TER DE LA LGVS

En relación al Art.60 TER de la LGVS, se menciona que en ninguna de las etapas del proyecto se afecta vegetación de manglar, dado que obras se desarrollaran en la porción marina colindante a la vegetación de manglar.

El artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, a la letra dice lo siguiente:

“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.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

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.”

De la lectura del primer párrafo del citado precepto legal se advierte que la prohibición de remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier otra actividad sólo es aplicable en los casos en los que se afecte:

- La integralidad del flujo hidrológico del manglar;
- La integralidad del ecosistema y su zona de influencia;
- La integralidad de su productividad natural;
- La integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;
- La integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales;
- Se provoquen cambios en las características y servicios ecológicos;

En general se entiende que la prohibición referida se excluirá cuando las conductas de remoción, poda, relleno, trasplante u otras sean desplegadas de forma tal que no se afecte la integralidad de los elementos señalados para la comunidad de manglar en cuestión.

Para efectos del presente análisis se parte de que las actividades del proyecto quedarán excluidas de la prohibición que marca el artículo 60 TER, ya que las obras y actividades se desarrollaran exclusivamente en una porción marina colindante a la ZOFEMAT y no se afectará la integralidad de los siete aspectos señalados por dicho instrumento normativo con relación al manglar, sustentándose en los siguientes aspectos del proyecto:

- 1.- El proyecto no se encuentra ubicado sobre una superficie de vegetación de manglar.
- 2.- Las actividades del proyecto se refieren a la instalación y operación de un arrecife artificial dentro de una porción marina, en ningún momento se utilizará superficie de vegetación de manglar, ni como zona de almacenamiento de materiales asociadas al proyecto, sino que todas las obras serán previamente construidas, limpiadas, tratadas y únicamente se colocaran en la superficie de aprovechamiento en la porción marina.

Con base en lo anterior, se hace hincapié en el hecho de que el proyecto no afectará la integralidad de los elementos que permiten la continuidad de la comunidad de manglar presente en los predios colindantes, ni en su zona de influencia.

Sin embargo para hacer un análisis más exhaustivo y determinar el alcance de los conceptos contenidos en el Artículo 60 TER se necesita tener una definición del término “Integralidad” mismo que no se encuentra definido dentro de la misma Ley General de Vida Silvestre y eso hace difícil la interpretación de dicho artículo.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Sin embargo para hacer un análisis más exhaustivo y determinar el alcance de los conceptos legales contenidos en el Artículo 60 TER, se necesita tener una definición del término “**Integralidad**” mismo que no se encuentra definido dentro de la misma Ley General de Vida Silvestre y eso hace difícil la interpretación de dicho artículo.

Dado que la LGVS no define el término integralidad, recurrimos a la definición del DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA – Vigésimo tercera edición, dando como resultado lo siguiente:

INTEGRALIDAD

1. f. Cualidad de integral.

INTEGRAL

*Del lat. mediev. *integralis*.*

1. adj. Que comprende todos los elementos o aspectos de algo.

En este sentido puede concluirse que el termino integralidad se refiere en todos los elementos de algo.

Entendiendo este sentido como el más cercano al término Integralidad, se tiene entonces que el artículo 60 TER prohíbe toda actividad que pueda provocar la pérdida o desintegración, como una unidad, 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. Asimismo, prohíbe toda actividad que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

En tal tesitura, el proyecto en ningún momento afectara ninguno de estos supuestos ya que se encuentra en una porción marina y su distancia más cercana del proyecto a la vegetación de manglar es de 225 metros.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

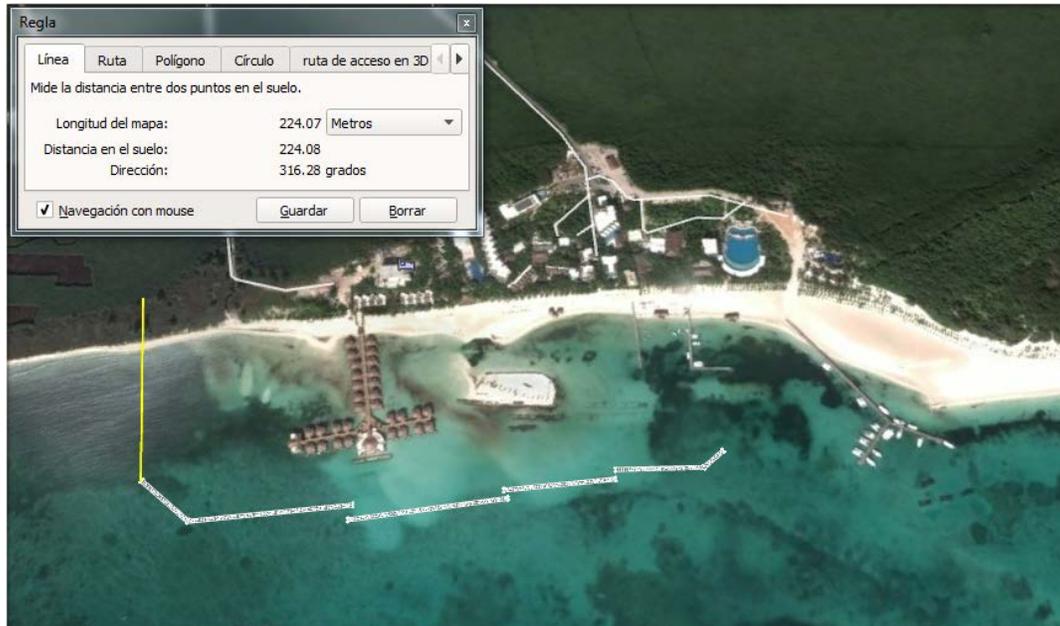


Figura 3.1.- Distancia del manglar con la estructura más cercana a este tipo de vegetación.

III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante el desarrollo del proyecto no se generaran residuos peligros, los pocos residuos que se generaran serán residuos no peligrosos, para esto se tendrán contenedores sobre la ZOFEMAT para depositarlos y al finalizar la jornada de trabajo se canalizaran estos residuos al almacén del proyecto Dorado Maroma, ya que forma parte de un proyecto de la misma promovente.

Durante la etapa de operación, no se generara ningún tipo de residuo.

Referente a los residuos líquidos, el personal que labore en el desarrollo del proyecto de arrecifes artificiales, podrá utilizar los baños de empleados del hotel y marina maroma.

III.1.6 Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

Esta Ley se encarga de reglamentar el control de la extracción así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, inclusive las que hayan sido libremente alumbradas y las superficiales, por lo anterior se deberá atender la presente Ley, en particular los siguientes artículos regulatorios:

Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.

De acuerdo a lo que se establece tanto la Ley como el Reglamento de Aguas Nacionales, el proyecto no vulnerará en ningún sentido esta legislación, ya que para el desarrollo del proyecto no se realizará el aprovechamiento de agua a través de un pozo y mucho menos se generara aguas residuales por la operación del mismo.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO.

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

El Ordenamiento Ecológico Territorial es un instrumento establecido por la Legislación Ambiental Mexicana. La “Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)”, en su artículo 3o, fracción XXIII, establece que el ordenamiento ecológico es: "El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento del mismo".

El programa de ordenamiento ecológico aplicable al proyecto, de acuerdo a su ubicación geográfica, es el “Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad” (POEL), el cual fue publicado en el Periódico Oficial del Estado del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo del 2009

Por su localización y como se ha descrito en el Capítulo II de esta MIA-R, aunque el proyecto no se desarrollará en un porción terrestre, se dará cumplimiento a lo establecido en el POEL del Municipio de Solidaridad en la UGA correspondiente al predio colindante, donde este corresponde a la UGA 17.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		17	
NOMBRE	CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA-XCALACOCO		
POLÍTICA AMBIENTAL	Conservación		
SUPERFICIE	2,922.96 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	1.47 %
ESCENARIO INICIAL	Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad, la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily.		
TENDENCIAS	Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización de diseños novedosos para la industria turística.		
LINEAMIENTO AMBIENTAL	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.		
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none"> • Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran. • El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece. • Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable. • Se realizar una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos • Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos. • Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación • No se genera contaminación al manto freático ni al suelo. 		

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	<ul style="list-style-type: none"> • Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles. • Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo. <p>Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.</p>	
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Turística.	
USOS CONDICIONADOS	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.	
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.	
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS
	Turístico	06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.
	Marina	11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 65, 66, 79, 96, 97, 103, 104, 107, 108, 114, 115.
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 79, 80, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 103, 104.
	Suburbano	13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100.
	UMA's	04, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 79, 80, 82, 86, 93, 100.
	Deportivo	06, 09, 13, 15, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107.
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 108.
	Comercial	06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.
	Reserva natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
Equipamiento	32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.	

Tabla 3.1.- Características de la UGA 17 del POEL del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Dada la naturaleza del proyecto, como no se desarrollara ninguna obra en la porción terrestre, no es vinculante con ninguno de los usos de suelo de este instrumento, razón por la que únicamente se realizara la vinculación con los criterios ecológicos generales del POEL-SOL.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

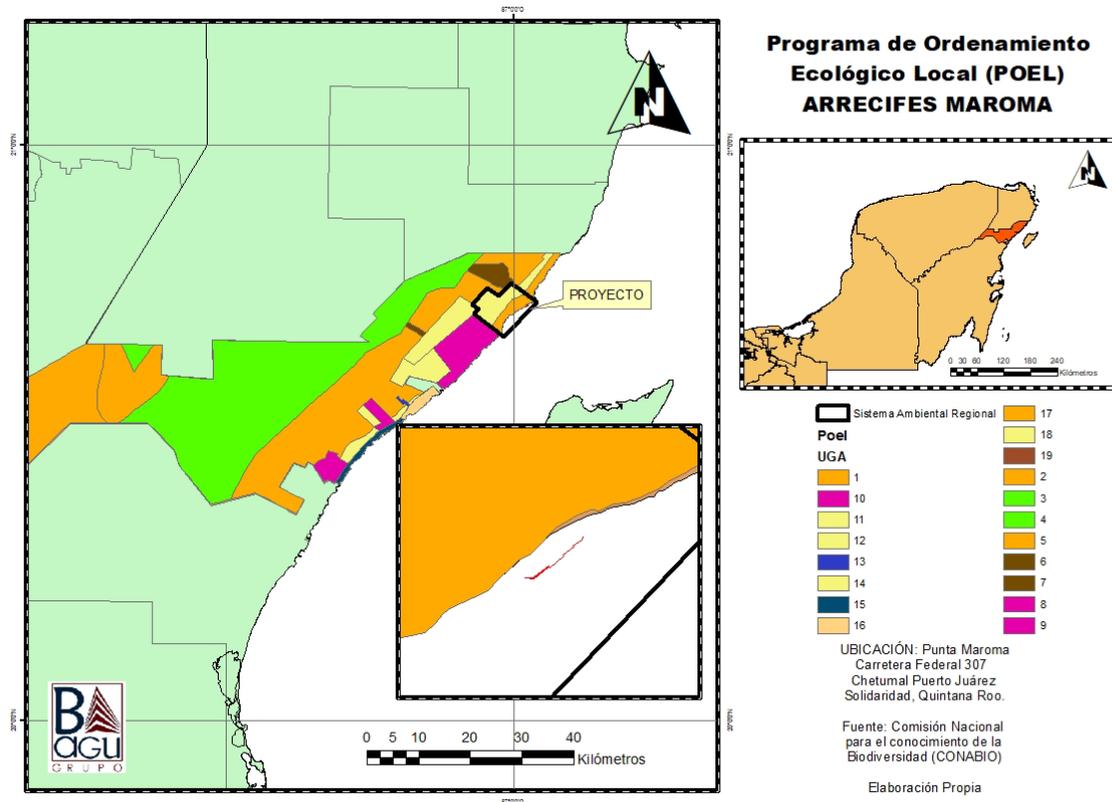


Figura 3.2.- Ubicación del proyecto dentro del POEL Solidaridad.

A continuación se realiza la vinculación del proyecto con los criterios ecológicos generales del POEL del Municipio de Solidaridad.

criterio	Texto	Vinculación del proyecto con los criterios	Cumple
CRITERIOS GENERALES			
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El proyecto da cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, incluyendo este instrumento, razón por la cual se somete a evaluación en materia de impacto ambiental.	SE CUMPLE

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Este proyecto se desarrollo sobre la porción marina colindante a la ZOFEMAT, por tal motivo no se realizo tareas de desmonte en el proyecto, y de acuerdo a la caracterización ambiental realizada el fondo está compuesto principalmente por arena, en las áreas donde se tenga composición de pasto marino, este se retirara y colocara en el límite inmediato de la base de la estructura de arrecife artificial	SE CUMPLE
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Este proyecto se desarrollo sobre la porción marina colindante a la ZOFEMAT, de la caracterización no se encontró especies de fauna con algún estatus de protección, solamente se realizaran tareas de rescate de fauna en caso de avistar alguna lesionada, ya que como los trabajos se desarrollaran en una porción marina, la fauna existente es ahuyentada temporalmente por los trabajos, pero una vez concluidos los trabajos de instalación del arrecife artificial estos regresaran y se tendrá un monitoreo sobre la diversidad de especies.	SE CUMPLE
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	El proyecto no contempla la remoción de vegetación, ni la creación de áreas verdes, ya que las estructuras se ubicaran en una porción marina, no se aprovechará ninguna superficie de vegetación nativa.	SE CUMPLE
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El proyecto no realizara tareas de desmonte, únicamente la colocación de estructuras de arrecifes artificiales dentro del mar.	NO APLICA
CG-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales	El proyecto no realizara tareas de desmonte.	NO APLICA



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados -salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.		
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	El proyecto no generará aguas residuales, para los trabajos de instalación de las estructuras, el personal podrá utilizar los baños de personal del hotel y marina maroma.	SE CUMPLE
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto no generará agua residual, ni pluvial.	NO APLICA
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	El proyecto no generará agua residual, ni pluvial.	NO APLICA
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	El proyecto no utilizara ningún tipo de material calizo, las piezas serán fabricadas por un proveedor mismo que solicitara a Cemex el concreto con especificaciones marinas.	NO APLICA
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Por la naturaleza del proyecto, no se tienen áreas verdes	NO APLICA
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de	El proyecto se desarrolla únicamente sobre una superficie de 2,626.96 m ² , por las propias características no se tendrá consumo de energía, generación de residuos o consumo de agua, únicamente se tendrá un monitoreo para determinar la evolución de la presencia de especies de flora y fauna marina en los arrecifes artificiales.	NO APLICA



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.		
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado	Aunque el proyecto no genera grandes cantidades de residuos en la instalación de las estructuras, se tendrán contenedores para el almacenamiento de los residuos para su posterior disposición final.	SE CUMPLE
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exótica o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	No se introducirán especies de flora y fauna exótica o invasora al proyecto, al contrario se trabajara en la erradicación de estas especies dando principal énfasis al pez león.	SE CUMPLE
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Dentro de los trabajos de campo no se detectaron especies de fauna con estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no se tienen registros de anidación de tortugas en las playas colindantes al proyecto, aun así, el proyecto no representa una barrera completa, ya que se tienen aperturas entre los segmentos lo que permite el libre movimiento de especies marinas.	SE CUMPLE
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	No se instalaran campamentos de trabajadores para este proyecto, ya que por la cercanía con la Cuidad de Playa del Carmen, el personal será transportado diariamente al sitio de trabajo.	SE CUMPLE
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM- 015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	No se utiliza fuego en ninguna etapa del proyecto.	NO APLICA
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	El proyecto no se desarrollará sobre ninguna superficie terrestre, sino que se desarrollará en una porción marina.	NO APLICA



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	El proyecto no contempla la realización de ningún camino de acceso, para la entrega de las piezas que armaran la estructura del arrecife artificial, el proveedor utilizara el camino de acceso existente del proyecto dorado maroma.	SE CUMPLE
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	El proyecto no es una vivienda o unidad de hospedaje, sino un arrecife artificial.	NO APLICA
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén	Únicamente durante la colocación de los arrecifes artificiales se utilizará un compresor de aire de 45 psi motor Diesel para alimentar la pistola neumática para atornillar las estructuras, el cual recibirá mantenimiento fuera de la zona del proyecto y se mantendrá trabajando en condiciones óptimas. También se colocaran bandejas de contención en la parte inferior para cualquier eventualidad que se pueda presentar y no se derrame ningún tipo de hidrocarburo.	SE CUMPLE
CG-22	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	No se utilizarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.	NO APLICA
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	Dada la naturaleza del proyecto no se estima la generación de residuos peligrosos, en caso de generarse alguno, este se canalizara al almacén temporal de residuos peligrosos del hotel dorado maroma y posteriormente se entregara a una empresa autorizada por SEMARNAT para su disposición final.	SE CUMPLE
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	El proyecto se ubica en el ecosistema costero, dentro del mar específicamente, por lo que está sujeto al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental.	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

<p align="center">CG-25</p>	<p>La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes.</p> <p>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección.</p> <p>No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto.</p> <p>Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto.</p> <p>Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>El proyecto no aprovechará ninguna superficie en la porción terrestre, el proyecto se desarrollará en una porción marina donde únicamente aprovechara la superficie que ocupen las bases de las estructuras de arrecifes artificiales, para el traslado de las piezas que integran la estructura se utilizara una balsa, donde se entregaran estas piezas desde los muelles existentes del proyecto marina maroma.</p>	<p align="center">SE CUMPLE</p>
<p align="center">CG-26</p>	<p>Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del</p>	<p>No existen vestigios arqueológicos en el fondo marino donde se pretenden instalar los arrecifes artificiales, el fondo está compuesto principalmente de arena, si se realizara algún hallazgo se informara inmediatamente a la INAH.</p>	<p align="center">SE CUMPLE</p>

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.		
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto no contempla obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público.	NO APLICA
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable	No se aprovecharán especies vegetales o animales silvestres o nativas, ni recursos forestales.	NO APLICA
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación	El proyecto contempla realizar el estudio de mecánica de suelos previo a los trabajos.	NO APLICA
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	No se tienen campamentos de trabajadores, sin embargo derivado del monitoreo de la evolución del arrecife artificial se creara material informativo (trípticos, carteles, etc) para que los visitantes se concienticen en la práctica de la protección a las especies de flora y fauna marina.	SE CUMPLE
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	No se realizarán obras o construcciones sobre cavernas secas o inundadas.	NO APLICA
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	El proyecto se ubica en específico en la colindancia de la ZOFEMAT dentro de mar. No se aprovechará ninguna área de manglar.	NO APLICA
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	Dentro de la superficie donde se desarrollará el proyecto, no existen cavernas ni cenotes.	NO APLICA
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	Dentro de la superficie donde se desarrollará el proyecto, no existen cavernas ni cenotes, así mismo el proyecto no generará ningún tipo de agua residual.	NO APLICA
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo	El proyecto en su etapa de operación, no contempla la generación de residuos, solamente en la etapa de armando de	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	estructuras se generaran en poca proporción residuos, mismo que serán almacenados y posteriormente enviados al almacén de residuos del Hotel Dorado Maroma para su posterior disposición final.	
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El proyecto no es un fraccionamiento.	NO APLICA

Tabla 3.2.- Criterios aplicables al proyecto del POEL del Municipio de Solidaridad.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Área de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

La Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas, que emana de la PANDSOC y tiene por objetivos principales: 1) el Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2) el establecimiento de una Comisión Intersecretarial para el Manejo Integrado de los Océanos y Costas, 3) la elaboración de la Política Nacional de Océanos y Costas de la Administración Pública Federal, 4) el Ordenamiento Ecológico de todas las regiones marinas del país y la generación de las estrategias para 5) el manejo de los humedales costeros, en especial el manglar, 6) la protección de la biodiversidad costera y marina, 7) el desarrollo sustentable en las áreas costeras y marinas de los sectores turismo, pesca y acuacultura, industrial y de servicios, entre otros.

El Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, es el instrumento de política ambiental que permita 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, permitiendo:

- Distribuir las actividades de los diferentes sectores en los sitios de mayor aptitud.
- Maximizar el consenso entre los sectores y minimizar el conflicto para el desarrollo de las actividades.
- Conservar, proteger y restaurar los recursos naturales y la biodiversidad de la región.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**



Figura 3.3.- Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial

A continuación se presenta un análisis de los criterios aplicables al proyecto de “**Arrecifes Artificiales Maroma**”:

Criterios Generales

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento	Cumple
G001	Implementar tecnologías/prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.	El proyecto no aprovechara agua para su operación, las estructuras se depositaran en el mar y no se generara ningún tipo de aprovechamiento energético o hídrico.	SE CUMPLE
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.	El proyecto no aprovechara agua para su operación, las estructuras se depositaran en el mar y no se generara ningún tipo de aprovechamiento energético o hídrico.	SE CUMPLE
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no contempla la creación de una UMA, ni la comercialización de especies, solamente la instalación de un arrecife artificial y monitoreo del mismo.	SE CUMPLE
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 NOM-SEMARNAT-059-2010, y las especies de captura comercial.	El proyecto apoyara en lo que le requiera la autoridad competente para reforzar la vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre.	SE CUMPLE
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no contempla la remoción de suelo o fondo marino (dragado), solamente se delimitaran las áreas donde se colocaran los arrecifes artificiales, no se crearan bancos de germoplasma.	NO APLICA

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Como se describió en el Capítulo II el proyecto únicamente generará temporalmente en su etapa de instalación de los arrecifes gases de efecto invernadero, en la etapa de operación no se generaran estos gases.	SE CUMPLE
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.	El proyecto participara en los programas que establezcan las autoridades competentes para la reducción de gases de efecto invernadero y bonos de carbono.	SE CUMPLE
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se utilizara en el proyecto ningún organismo genéticamente modificado	NO APLICA
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto no contempla la construcción o aprovechamiento de ninguna superficie terrestre.	NO APLICA
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no realizara ninguna actividad agropecuaria, se participara en las campañas que se establezcan por la autoridad competente para este fin.	SE CUMPLE
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto implementará medidas de seguridad para el cuidado de la playa, se le comentara al turista cuales son las reglas, así mismo en todo lo largo de la playa se tendrán letreros ilustrativos donde se señala cuales son las acciones prohibidas en el proyecto.	SE CUMPLE
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no es un parque industrial.	NO APLICA
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto no introducirá ninguna especie invasora en el área, al contrario, se trabajará en la erradicación de especies invasoras como el pez leon.	SE CUMPLE
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	No se cuentan con ríos dentro del proyecto.	NO APLICA
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	No se cuentan con ríos dentro del proyecto.	NO APLICA
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No se encuentran montañas dentro del proyecto	NO APLICA
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No se realizara ninguna actividad agrícola en el proyecto.	NO APLICA
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO.	El proyecto no desmontara ninguna superficie de vegetación, ya que se refiere a la instalación de un arrecife artificial dentro del mar.	NO APLICA
G019	La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano deberá incluir el análisis de riesgo frente a los efectos del cambio climático.	Esta es una actividad que corresponde a la autoridad, el proyecto participara en lo que se le solicite.	SE CUMPLE
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No se cuentan con ríos dentro del proyecto.	NO APLICA



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto no realizara ninguna actividad extractiva.	SE CUMPLE
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto no realizara ninguna actividad extractiva.	SE CUMPLE
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El proyecto participara en las campañas de erradicación de plagas que establezcan las autoridades competentes.	SE CUMPLE
G024	Crear nuevos reservorios de CO2 por forestación para incrementar la biomasa del material leñoso (madera).	Esta es una actividad que corresponde a la autoridad, el proyecto participara en lo que se le solicite, el proyecto no afectará en la generación de CO2 ya que no desmontara ninguna superficie de vegetación.	SE CUMPLE
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Por la naturaleza del proyecto no se utilizará ningún tipo de especie nativa.	SE CUMPLE
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Se conservará la conectividad ambiental en el proyecto y predios colindantes, el desarrollo del proyecto no contempla el desmonte de ninguna superficie de vegetación.	SE CUMPLE
G027	Promover e instrumentar el uso de combustibles no de origen fósil.	Los únicos combustibles que se utilizarán en el proyecto son el diésel y la gasolina para los trabajos de instalación de los arrecifes artificiales, posterior a ello en la etapa de operación no se aprovechara ningún combustible.	SE CUMPLE
G028	Promover e implementar el uso de energías renovables.	El proyecto para la señalización de los principios y finales de cada segmento utilizará iluminación a través de lámparas marinas que se alimentaran por celdas solares.	SE CUMPLE
G029	Establecer mecanismos de control para promover un uso más eficiente de combustibles, para reducir el consumo energético.	El proyecto en la operación no utilizara ningún tipo de combustible.	NO APLICA
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El proyecto para la señalización de los principios y finales de cada segmento utilizará iluminación a través de lámparas marinas que se alimentaran por celdas solares.	SE CUMPLE
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El proyecto en la operación no utilizara ningún tipo de combustible.	SE CUMPLE
G032	Fomentar la generación y uso de energía a partir hidrógeno.	El proyecto no generara energía a partir de hidrogeno, sin embargo participara en proyectos que implemente la autoridad competente para la generación de energía con hidrogeno.	SE CUMPLE
G033	Impulsar la investigación del recurso energético eólico, solar, mini hidráulica, mareomotriz, geotérmico, dendroenergía y generación y uso de hidrogeno.	El proyecto participara con las autoridades competentes en la investigación de generación de energía con medios naturales.	SE CUMPLE
G034	Incrementar la cobertura de electrificación en el	Esta actividad es competencia de la	SE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	ASO.	autoridad, el proyecto apoyará en lo que se le requiera.	CUMPLE
G035	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 la energía solar pasiva.	Esta actividad es competencia de la autoridad, el proyecto apoyará en lo que se le requiera.	SE CUMPLE
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto no es una vivienda domestica	NO APLICA
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto no es una instalación industrial.	NO APLICA
G038	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.	El proyecto no realizará ningún tipo de cultivo.	NO APLICA
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no aprovechara ninguna superficie de suelo con vegetación, se desarrollara sobre un área marina.	NO APLICA
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto participara con las autoridades competentes en la formulación e instrumentación de ordenamientos ecológicos locales.	SE CUMPLE
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El proyecto analizará la opción de ingresar a dicho programa de Auditoría Ambiental.	SE CUMPLE
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Esta actividad le compete a la autoridad municipal, sin embargo el proyecto participara en lo que la autoridad competente le requiera.	SE CUMPLE
G043	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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G044	Establecer mecanismos para mantener actualizada la Carta Nacional Pesquera y el cumplimiento de las cuotas que establece.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G045	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G046	Regular la creación, impulso y consolidación de los asentamientos humanos en el ASO.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G047	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G048	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

G049	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G050	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G051	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G052	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G053	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera. Referente al proyecto, como se ha comentado por la naturaleza del proyecto, dentro de la etapa de operación no se generaran residuos.	SE CUMPLE
G054	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G055	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera. Referente al proyecto, como se ha comentado por la naturaleza del proyecto, no se generaran aguas residuales.	SE CUMPLE
G056	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento de residuos líquidos específicas para su rubro de actividad.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G057	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 acuerdo a los términos de la previa autorización otorgada por la autoridad competente.	El proyecto no realizara ningún desmonte de vegetación.	NO APLICA
G058	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos, de manejo especial o municipal de acuerdo a la normatividad vigente.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G059	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G060	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.	El proyecto no generará ningún residuo peligroso, sin embargo si se llegará a generar dentro de la etapa de instalación de los arrecifes artificiales, se dispondrá en el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos del Hotel Dorado Maroma	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		para posteriormente darle una disposición con una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT y SCT.	
G061	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.	El proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP.	NO APLICA
G062	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El área donde se colocaran los arrecifes artificiales están compuestos principalmente por arena, en el caso donde el fondo este conformado por material rocoso, este será retirado manualmente y colocado dentro del mismo fondo marino fuera del área donde ira asentada la estructura, se tendrá especial atención en minimizar los impactos durante la colocación de los arrecifes artificiales.	SE CUMPLE
G063	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Se utilizarán materiales que no representan ningún riesgo a la vida marina (concreto tipo marino con aditivos que no afectan al medio marino).	SE CUMPLE
G064	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G065	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
G066	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.	Por la magnitud del proyecto no se tiene contemplado la modificación de los flujos ni subterráneos, ni superficiales. Como se ha manifestado las estructuras tienen aperturas por donde podrá existir el flujo de sedimentos.	SE CUMPLE
G067	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	El proyecto no se encuentra dentro de alguna ANP.	NO APLICA

Tabla 3.3.- Criterios Generales aplicables al proyecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Unidad de Gestión Ambiental 139

Unidad de Gestión Ambiental #:139

Tipo de UGA	Costera	<p align="center">Mapa</p>
Nombre:	Solidaridad	
Municipio:	Solidaridad	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	135237 Habitantes	
Superficie:	327229.174 Ha.	
Subregión:	Aplicar acciones y criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero		
Nota:		

Figura 3.4.- Ubicación de UGA 139.

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento	Cumple
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no utilizará ningún agroquímico, ni pesticidas.	NO APLICA
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no utilizará ningún agroquímico, ni pesticidas.	NO APLICA
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto no cuenta con áreas verdes, por tal motivo no utiliza ningún fertilizante en su operación.	NO APLICA
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proyecto no aprovechará agua para su operación.	NO APLICA
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto no aprovechará agua para su operación.	NO APLICA
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Esta actividad le compete a la autoridad, el proyecto apoyara con lo que le solicite la autoridad. Este proyecto tiene como una de sus finalidades crear un área de refugio y alimentación de flora y fauna marina.	SE CUMPLE
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación	Dentro de los trabajos de campo no se detectaron este tipo de especies, no se tienen registros de anidación de tortugas en las playas colindantes al proyecto, aun	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		así, el proyecto no representa una barrera completa, ya que se tienen aperturas entre los segmentos lo que permite el libre movimiento de especies marinas.	
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Esta actividad le corresponde a la autoridad competente. En el caso de la playa colindante, no se tienen registros de anidación de tortugas en las playas colindantes al proyecto, así mismo la zona cuenta con vigilancia por parte del hotel dorado maroma y el personal del proyecto colaborara en las tareas que le designe el proyecto dorado maroma para la vigilancia de la playa y ZOFEMAT.	SE CUMPLE
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como la eliminación de su vegetación natural y la construcción sobre las mismas.	El proyecto no pretende construir sobre duna costera.	SE CUMPLE
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.	El proyecto no permitirá la introducción de ninguna especie exótica dentro del proyecto, trabajará en la erradicación de estas especies, teniendo principal énfasis en el pez león.	SE CUMPLE
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El proyecto no se desarrolla sobre vegetación de manglar, no realizará ninguna actividad dentro de vegetación de manglar, solamente se instalara arrecifes artificiales en una porción marina.	SE CUMPLE
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto no se encuentra ubicado sobre duna costera, sino la porción marina colindante a la ZOFEMAT.	SE CUMPLE
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP, la zona de influencia cuenta con corredores naturales, ya que no ha sido perturbada esa superficie.	SE CUMPLE
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El proyecto no cuenta con zonas degradadas, sin embargo participara en los diferentes programas ambientales que se tiene implementados en el Hotel Dorado Maroma que se encuentran actualmente en ejecución.	SE CUMPLE
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo a la LGPGIR, su reglamento y a la	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.	que la autoridad le requiera.	
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No aplica este criterio al proyecto, ya que no es un ingenio azucarero.	NO APLICA
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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
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 no realizará ningún aprovechamiento de suelo, las actividades se desarrollarán en una porción marina.	SE CUMPLE
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 cuando ello sea técnicamente viable.	El proyecto no cuenta con automotores, ni actividades industriales.	NO APLICA
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
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	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	Las obras del proyecto no representan una perturbación en las playas, este proyecto tienen como finalidad la protección de estas playas ante los fenómenos hidrometeorológicos.	SE CUMPLE
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 contempla la construcción sobre zona de dunas.	SE CUMPLE
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 dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	Dentro de los segmentos donde se pretende instalar los arrecifes artificiales no se afectará las corrientes marinas, este proyecto tienen como finalidad la protección del perfil de costa y minimización del impacto que presentan por los fenómenos hidrometeorológicos.	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		Se anexa estudio de corrientes marinas para acreditar que no se tendrá una modificación considerable de perfil de costa.	
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.	El estudio de corrientes contempló la realización de las obras de tal manera que no se afectará de ninguna manera el perfil costero o los patrones de circulación de aguas.	SE CUMPLE
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto no se construirá dentro de ningún sistema lagunar costero.	NO APLICA
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.	No se tendrá una modificación de las características físicas y químicas del agua de mar y playa, se tendrá un monitoreo constante en estas áreas.	SE CUMPLE
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no contempla la utilización de energía eólica, el proyecto no aprovechará energía eléctrica, la señalización marina serán autosuficientes por ser alimentadas mediante celdas solares.	NO APLICA
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.	el proyecto no aprovechará energía eléctrica, la señalización marina serán autosuficientes por ser alimentadas mediante celdas solares.	SE CUMPLE
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.	El proyecto no genera residuos agrícolas por lo cual este criterio no es aplicable.	NO APLICA
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no utiliza en la operación ningún agroquímico.	NO APLICA
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.	El proyecto no contempla realizar este tipo de actividades.	NO APLICA
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no realizara ningún tipo de pesca.	NO APLICA
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.	El proyecto no contempla fomentar ningún tipo de pesca ni extracción de fauna marina. Por lo que no se contará con ningún tipo de embarcación. Pero si se contarán con políticas para el cuidado de los arrecifes artificiales y prohibiciones de vertido de residuos en la zona.	SE CUMPLE
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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	comunicación.		
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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
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.	El proyecto no realizara ninguna actividad extensiva, realizará un monitoreo para registrar la evolución de la diversidad de especies que se desarrollen en el arrecife artificial.	SE CUMPLE
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
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 es una zona urbana.	NO APLICA
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A069	Promover el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición en mar	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera. El proyecto participará dentro del plan de manejo de residuos del Hotel Dorado Maroma, separando los residuos recolectados por la limpieza de playa y llevándolos a las cámaras de almacenamiento correspondiente para su posterior disposición final.	SE CUMPLE
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.	El proyecto realizará diariamente la limpieza de la playa colindante.	SE CUMPLE
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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera. El proyecto busca proteger y minimizar los impactos a la costa por los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos, así como la creación de un hábitat de alimentación y refugio para la flora y fauna marina.	SE CUMPLE
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.	El promovente en su momento buscará alguna certificación ambiental acorde a la naturaleza del proyecto.	SE CUMPLE
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 es una obra aeroportuaria.	NO APLICA

Tabla 3.4.- Criterios UGA 139 aplicables al proyecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Unidad de Gestión Ambiental 178

Unidad de Gestión Ambiental #:178

Tipo de UGA	Marina	Mapa
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	0 Habitantes	
Superficie:	311046.005 Ha.	
Subregión:	Aplicar acciones y criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar acciones para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	En la unidad existe una zonificación marina a mayor detalle entre la línea de alta marea a la isóbata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma (20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W) hasta Punta John (20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W), donde aplican algunos criterios para la zona costera inmediata (ZCI) al municipio de Solidaridad, Quintana Roo.	

Figura 3.5.-Ubicación de UGA 178.

Clave	Acciones-Criterios	Cumplimiento	Cumple
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Esta actividad le compete a la autoridad, el proyecto participará en lo que se le requiera. Así mismo el proyecto por su propia naturaleza busca la creación de un hábitat de protección y alimentación de diversas especies de flora y fauna marina.	SE CUMPLE
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.	El proyecto no permitirá la introducción de ninguna especie exótica dentro del proyecto, trabajará en la erradicación de estas especies, teniendo principal énfasis en el pez león.	SE CUMPLE
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad	El proyecto no se desarrolla sobre vegetación de manglar, no realizará ninguna actividad dentro de vegetación	SE CUMPLE

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

	ecológica.	de manglar, solamente se instalaran arrecifes artificiales en una porción marina.	
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP, la zona de influencia cuenta con corredores naturales, ya que no ha sido perturbada esa superficie.	SE CUMPLE
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera	SE CUMPLE
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera	SE CUMPLE
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 dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	Dentro de los segmentos donde se pretende instalar los arrecifes artificiales no se afectará las corrientes marinas, este proyecto tienen como finalidad la protección del perfil de costa y minimización del impacto que presentan por los fenómenos hidrometeorológicos. Se anexa estudio de corrientes marinas para acreditar que no se tendrá una modificación considerable de perfil de costa.	SE CUMPLE
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no contempla la utilización de energía eólica, el proyecto no aprovechará energía eléctrica, la señalización marina serán autosuficientes por ser alimentadas mediante celdas solares.	NO APLICA
A034	Fomentar mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El proyecto no contempla la utilización de generación de corriente usando la fuerza mareomotriz.	NO APLICA
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.	El proyecto no realizara ninguna actividad de pesca.	NO APLICA
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El proyecto no contempla el fomentar ningún tipo de pesca ni de extracción de fauna marina.	NO APLICA
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	El proyecto no contempla el fomentar ningún tipo de pesca ni de extracción de fauna marina.	NO APLICA
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no realizara ninguna actividad de pesca.	NO APLICA



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

A048	Redimensionar, y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	El proyecto no realizara ninguna actividad de pesca.	NO APLICA
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.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera. El proyecto busca proteger y minimizar los impactos a la costa por los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos, así como la creación de un hábitat de alimentación y refugio para la flora y fauna marina.	SE CUMPLE
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Esta actividad le compete a la autoridad, sin embargo el proyecto participará en lo que la autoridad le requiera.	SE CUMPLE

Tabla 3.5.- Criterios UGA 178 aplicables al proyecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Como se pudo observar el proyecto no contraviene ningún instrumento de planeación, ya que en ningún criterio se prohíbe el aprovechamiento de una porción marina y mucho menos la instalación de un arrecife artificial, por esta razón el proyecto tienen una viabilidad positiva.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el proyecto de interés no se ubica al interior de alguna área natural protegida (ANP), sin embargo, se encuentra relativamente cercano a la ANP federal, Reserva de la Biosferas de Caribe Mexicano.

Pese a la relativa proximidad del predio con estas áreas naturales, todas ellas están fuera del área de influencia del proyecto y del sistema ambiental definido para el proyecto, por lo que no se verán afectadas con el desarrollo del proyecto.

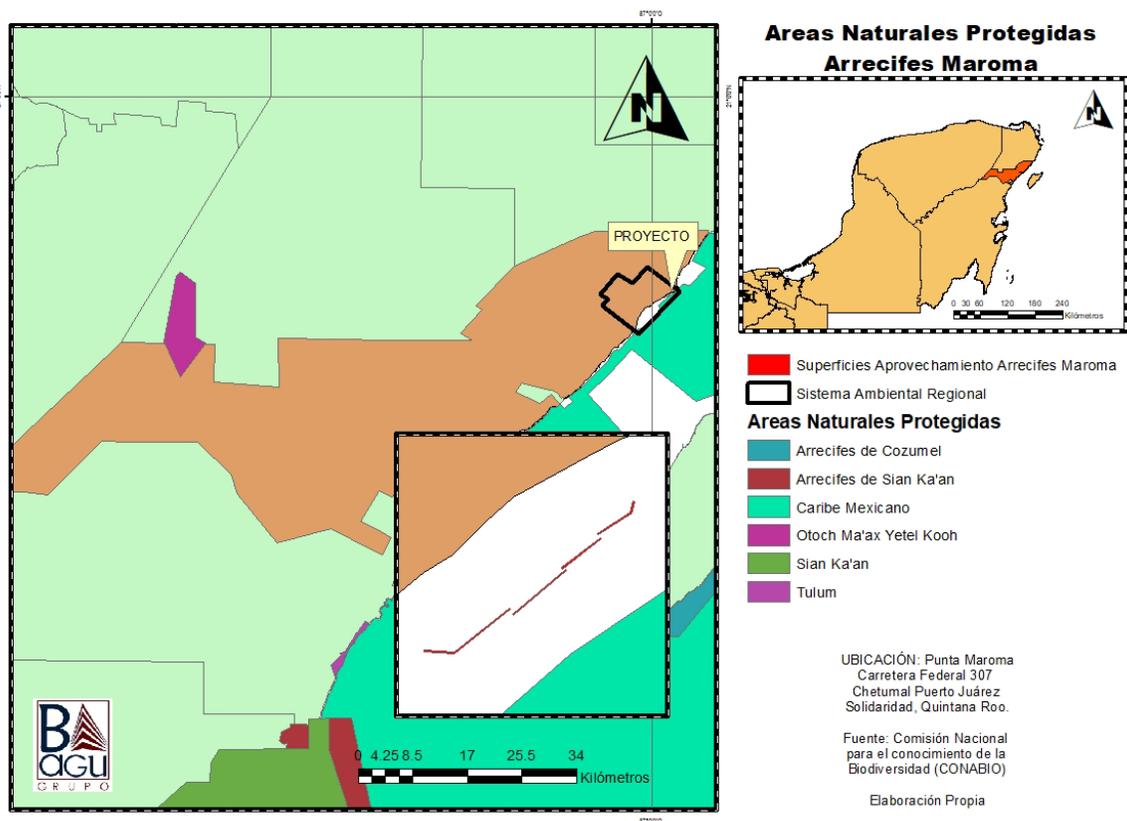


Figura 3.6.- Vinculación del sitio del proyecto con las áreas naturales protegidas de carácter federal.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

III.4 CONCORDANCIA DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES

Las normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto son las siguientes:

NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
Calidad del agua		
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.	El proyecto no generará, en la etapa de instalación de los arrecifes los colaboradores ocuparan los baños de empleados del hotel Dorado Maroma, por su naturaleza el proyecto en la operación no aprovechara, ni generará aguas residuales.
Ruido		
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se considera que la emisión de ruido en cualquier etapa del proyecto no rebasará los 65 dB. Sin embargo, el proyecto por su propia naturaleza no genera ruido que sobrepase los límites de esta NOM.
Residuos 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	No se contempla la generación de residuos peligrosos durante la etapa de preparación de sitio e instalación de los arrecifes artificiales, sin embargo, se vigilará para que en caso de presentarse se manejen y dispongan conforme a la Norma.
Vida Silvestre		
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental -especies nativas de flora y fauna silvestres de México- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. -Lista de especies en riesgo.</p> <p>Si bien en los predios colindantes al proyecto existe vegetación enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>) y palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), estas no serán afectadas, ya que no se desarrollará ninguna actividad en esa porción del predio, todo el proyecto se desarrollará en una porción marina.</p> <p>El proyecto no contempla la afectación de vegetación, ni de fauna para su desarrollo, ya que como resultado de la caracterización realizada, encontró que el fondo marino está compuesto principalmente por arena, carece de una presencia abundante de fauna, únicamente se pudieron detectar algunos peces. En los recorridos realizados durante los trabajos de batimetría, así como la toma de fotografías acuáticas, no se localizaron especies catalogadas en esta NOM.</p>		



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

NOM-022-SEMARNAT-2003: que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar que a la letra dice:

Esta norma establece en el apartado 1.0 del objeto y campo de aplicación.

1.0 Objeto y campo de aplicación

El campo de aplicación de la presente Norma es obligatorio para todo usuario en la cuenca hidrológica, dentro del marco del plan global de manejo de la cuenca hidrológica.

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración.

1.2 Para efectos de esta Norma se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares.

1.3 Las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que por sus características, puedan influir negativamente en éstos.

Como podemos ver en el apartado 1.1 el objeto de esta norma es **“establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración”**.

El proyecto al desarrollarse, no pretende aprovechar, deteriorar o afectar ninguna superficie de manglar, el proyecto se realizará exclusivamente en la porción marina colindante a las superficies concesionadas de ZOFEMAT al promovente.

Y el inciso **1.3, establece:**

Las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que por sus características, puedan influir negativamente en éstos.

Como se menciona esta norma aplica a los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en los humedales costeros y como hemos mencionado este proyecto no pretende realizar obras o actividades en esta área, si no únicamente se realizaran trabajos en la porción marina.

A continuación se realiza la vinculación con el numeral 4.0 de esta norma.

4.0 Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

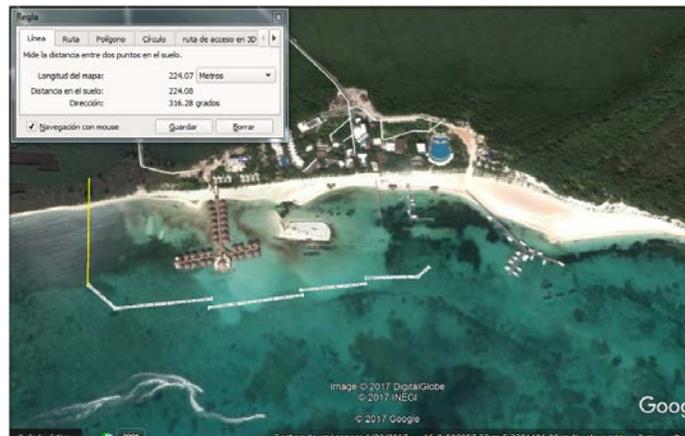
- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
- Su productividad natural;
- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
- Cambio de las características ecológicas;
- Servicios ecológicos;
- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero:

No se afectará la integralidad del flujo hidrológico del manglar, ya que como se ha mencionado el proyecto no se ubica en ninguna superficie de vegetación de manglar, los arrecifes artificiales se armarán e instalarán única y exclusivamente en la porción marina por lo cual en ningún momento se interrumpirá el flujo hídrico del manglar.

- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental:

No se afectará la integralidad del ecosistema y su zona de influencia, el proyecto no afecta en ningún momento vegetación de manglar, ya que se encuentra distanciado en su porción más cercana al manglar en 220 m, el desarrollo del mismo no repercutirá con ningún afectación al manglar o zona de influencia porque no se tocará ninguna superficie de manglar.



GRUPO-BAGU

Consultoría Integral Ambiental y Sustentable, SA de CV.

Pág. 38

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

- Su productividad natural;

No se afectará la integralidad de su productividad natural, nuevamente se menciona que las estructuras en ningún momento afectaran superficie de manglar, por consiguiente no se afectará la productividad natural del mismo, dado que no se desarrollaran actividades en la vegetación de manglar.

- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;

No se afectará la integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos, si bien ni la misma LGVS, ni la NOM-022-SEMARNAT-2003 establecen cual es la capacidad de carga de los ecosistemas de manglar, podemos tomar como referencia el porcentaje de aprovechamiento que establece el POEL del Municipio de Solidaridad para la UGA 17 que es del 35%, en este sentido el proyecto no contravendrá o disminuirá este porcentaje ya que no se aprovechara ninguna superficie terrestre, ni de vegetación de manglar.

- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;

No se afectará la integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, como bien se ha descrito en los puntos anteriores el proyecto no afectara en ningún momento vegetación de manglar, la operación del proyecto se encuentra a una distancia promedio de 230 metros del ecosistema de manglar, por consiguiente no se afectará la zona de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de las diversas especies que habitan en el manglar.

- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;

No se afectará la integridad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, dentro y en las colindancias del proyecto no se encuentra ríos, dunas, el proyecto se desarrollará en una superficie marina.

Con referencia en la zona marítima y los corales, se aclara que el proyecto no tiene contemplado en ningún momento aprovechar arrecifes coralinos, el proyecto tienen como finalidad crear una barrera artificial de protección contra los fenómenos hidrometeorológicos y a su vez crear un ambiente de refugio y alimentación para diversas especies marinas.

- Cambio de las características ecológicas;

- Servicios ecológicos;

- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Como bien se ha enfatizado con anterioridad, no se afectará o se provocaran cambios en las características y servicios ecológicos, los manglares poseen características muy peculiares como ecosistemas. Se forman por árboles llamados mangles, unas especies grandes y retorcidas que crean barreras naturales entre el mar y cuerpos de agua dulce. Se encuentran en zonas costeras y estuarios, y son la casa de una variedad enorme de especies. Por su especial combinación de agua dulce y salada, en ellos viven peces, moluscos, crustáceos, y aves de todo



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

tipo, incluyendo aves migratorias.

Los manglares poseen características acuáticas y terrestres. Cumplen con la función de proteger a las comunidades cercanas de tormentas y huracanes, y de proveerlas de oxígeno, al capturar grandes cantidades de dióxido de carbono. Entre los principales servicios ambientales podemos mencionar los siguientes:

- Protección contra inundaciones o tormentas
- Conservación de línea de costas
- Captura de sedimentos
- Captura de carbono del aire
- Reciclaje de nutrientes
- Mantenimiento de calidad del agua
- Regulación del clima local
- Conservación de flora y fauna
- Recreación educación
- Investigación

En este sentido el proyecto no contempla en ningún momento afectar superficie alguna de vegetación de manglar, al contrario participará en el cuidado y protección del mismo en las acciones que le designe el Hotel Dorado Maroma, por tal motivo se cumple este punto dado que no se afectaran los servicios ecológicos y características del manglar.

A continuación se realiza la vinculación con los demás numerales de esta norma:

NOM-022- SEMARNAT-2003	PROYECTO
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	No se realizara ninguna actividad dentro del área ocupante de manglar.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	No se realizara ninguna actividad dentro del área ocupante de manglar.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	No se realizara ninguna actividad dentro del área ocupante de manglar.
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida	No se realizara ninguna actividad dentro del área ocupante de manglar, de igual forma los arrecifes artificiales se encuentran a una distancia mínima de 220 metros de la zona de manglar del predio



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

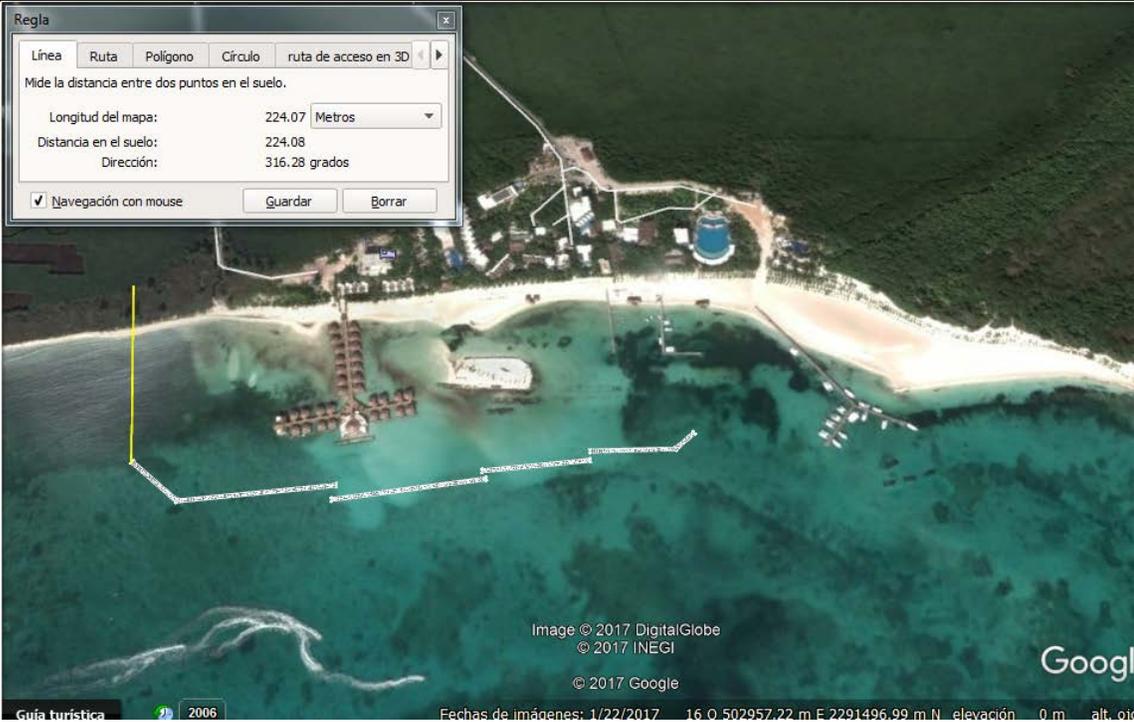
<p>excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.</p>	<p>colindante, las obras no interrumpirán en ningún momento el transporte de sedimentos natural de la corriente marina, además que la finalidad de este proyecto tiene como finalidad proteger la costa y por ende la superficie colindante de vegetación de manglar.</p>
<p>4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>	<p>El proyecto no colinda con la vegetación de manglar, se encuentra a más de 220 metros de distancia por lo cual no bloquea el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>
<p>4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	<p>El proyecto no colinda con la vegetación de manglar, se encuentra a más de 220 metros de distancia por lo cual no bloquea el flujo natural del agua hacia el humedal costero, evitando así la degradación del humedal.</p>
<p>4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.</p>	<p>El proyecto no verterá ningún líquido sobre el manglar colindante, dentro de la operación del proyecto no se generara ningún tipo de residuo líquido.</p>
<p>4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos.</p> <p>Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>	<p>El proyecto no verterá ningún líquido sobre el manglar colindante, dentro de la operación del proyecto no se generara ningún tipo de residuo líquido.</p>
<p>4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.</p>	<p>El proyecto no verterá ningún líquido sobre el manglar colindante, dentro de la operación del proyecto no se generara ningún tipo de residuo líquido.</p>
<p>4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</p>	<p>El proyecto no contempla la extracción de agua subterránea.</p>
<p>4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</p>	<p>No se introducirá ningún ejemplar de flora o fauna en el proyecto, mucho menos en el área de manglar.</p> <p>Se tendrá un trabajo especial en la erradicación de especies exóticas e invasoras, primordialmente con el pez león.</p>
<p>4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto</p>	<p>El proyecto no utilizará ninguna superficie de</p>



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

<p>ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>manglar además se encuentra a una distancia de más de 220 metros dentro del mar, por tal motivo no afectará en ningún momento el balance en el aporte hídrico.</p>
<p>4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	<p>No se realizara ninguna obra sobre superficie de manglar.</p> <p>El proyecto utilizará el camino de acceso existente del Hotel Dorado Maroma para acceso al proyecto.</p>
<p>4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	<p>No se construirán vías de comunicación en el proyecto.</p> <p>El proyecto utilizará el camino de acceso existente del Hotel Dorado Maroma para acceso al proyecto, además el mismo se encuentra distanciado del manglar más de 220 metros.</p>
<p>4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>No se construirán torres, ni ductos sobre la vegetación de manglar, el proyecto no requerirá de servicios para su operación.</p>
<p>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.</p>	
<p>Como se puede observar, el proyecto no afectará ninguna superficie de manglar, además la estructura de arrecife artificial más próxima al manglar tienen una distancia de 224 metros.</p>	

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

	
<p>4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen</p>	<p>La promovente prevé la compra y construcción únicamente con materiales de procedencia lícita y que sean amigables con el medio ambiente.</p> <p>Como se ha mencionado la promovente contratará los servicios de un proveedor para la construcción fuera del área del proyecto de las piezas que integran el arrecife artificial.</p>
<p>4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.</p>	<p>No se realizara relleno, desmonte, quema o desecación de vegetación de humedal costero, el proyecto no contempla el aprovechamiento de ninguna superficie de manglar.</p>
<p>4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.</p>	<p>La promovente no dispondrá de ningún material dentro de zonas de manglar.</p>
<p>4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros</p>	<p>No se arrojará ningún tipo de residuos al humedal.</p>
<p>4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los</p>	<p>No se contemplan estas actividades, ni ninguna otra dentro del proyecto. No se realizara ninguna actividad en el humedal costero.</p>

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

<p>que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.</p>	
<p>4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.</p>	<p>No se contemplan estas actividades, ni ninguna otra dentro del proyecto. No se realizara ninguna actividad en el humedal costero.</p>
<p>4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</p>	<p>No se contemplan estas actividades, ni ninguna otra dentro del proyecto. No se realizara ninguna actividad en el humedal costero.</p>
<p>4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.</p>	<p>No se contemplan estas actividades, ni ninguna otra dentro del proyecto. No se realizara ninguna actividad en el humedal costero.</p>
<p>4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</p>	<p>No se contemplan estas actividades, ni ninguna otra dentro del proyecto. No se realizara ninguna actividad en el humedal costero.</p>
<p>4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.</p>	<p>No se realizaran canales en el proyecto, ni tampoco algún aprovechamiento de superficie de vegetación de manglar.</p>
<p>4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.</p>	<p>No se plantea esta actividad dentro del proyecto.</p>
<p>4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de referencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</p>	<p>No se realizara ninguna obra o actividad dentro del área de humedal costero.</p>
<p>4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.</p>	<p>No se realizaran actividades de turismo náutico en los humedales costeros, el proyecto no contempla realizar ninguna actividad en el humedal costero.</p>



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

<p>4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.</p>	<p>El proyecto no contempla la utilización de embarcaciones dentro del área de manglar, ni ninguna otra actividad dentro de esta área.</p>
<p>4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</p>	<p>No se realizarán actividades de turismo educativo de aves en el humedal costero, el proyecto se integrará a las actividades de educación ambiental que realiza el Hotel Dorado Maroma.</p>
<p>4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 Km. de longitud de eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 Km. de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 Km. uno de otro</p>	<p>El proyecto no realizará ningún camino de acceso a la playa, utilizará los ya existentes en el Hotel Dorado Maroma.</p>
<p>4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p>No se realizarán canales en el proyecto.</p>
<p>4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</p>	<p>No se realizará ninguna actividad de paso de ganado o personas sobre el humedal costero, existe vigilancia por parte del Hotel Dorado Maroma encargado del cuidado del Humedal.</p>
<p>4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</p>	<p>No se realizarán ninguna actividad sobre vegetación de humedal costero, el proyecto únicamente se apegará a todos los programas ambientales implementados en el Hotel Dorado Maroma.</p>
<p>4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>No se realizará ninguna actividad en humedal costero, por lo cual se conservarán los conectores naturales entre el manglar con los predios contiguos así como con las otras asociaciones vegetales colindantes.</p>
<p>4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	<p>El proyecto no aprovechará, ni afectará la vegetación de humedal costero, el proyecto se encuentra a más de 220 metros de distancia, por lo cual no se verá afectada la unidad hidrológica.</p>



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

<p>4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.</p>	<p>No se realizara ninguna restauración de manglar, se participara en las acciones que sean designadas por el Hotel Dorado Maroma.</p>
<p>4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</p>	<p>No se realizara ningún a restauración de humedal costero.</p>
<p>4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	<p>No se introducirá ninguna especie exótica al humedal costero, ni al mismo proyecto.</p>
<p>4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</p>	<p>No se realizara ningún a restauración de humedal costero.</p>
<p>4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>EL proyecto no afectara o aprovechara ninguna superficie de humedal costero, el proyecto no afectara en ningún momento la unidad hidrológica de la zona ya que se encuentra a una distancia mayor de 220 metros y sobre una porción marina.</p>
<p>4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente</p>	<p>Dado que el proyecto respeta las actividades y los límites establecidos en los numerales 4.4, 4.22, 4.14 y 4.16., no se requiere de la implementación de medidas en beneficio del humedal costero.</p>

III.5 CUMPLIMIENTO A LOS LINEAMIENTOS Y CRITERIOS EN LOS PLANES DE MANEJO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANOS ESTATALES Y MUNICIPALES

El programa de desarrollo urbano que aplica a esta zona es el programa municipal de desarrollo urbano. 2011-2050, que es ampliamente correspondido con el programa de ordenamiento ecológico local (POEL) del municipio de solidaridad., donde se establece que los criterios de restricciones son las establecidas en el mismo Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio. POR LO QUE SE AJUSTA EXACTAMENTE A SUS PLANTEAMIENTOS.

III.6. OTROS INSTRUMENTOS

III.6.1 Regiones prioritarias de la CONABIO

Con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) la CONABIO señala que la vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Para las regiones prioritarias identificadas se elaboraron mapas del territorio nacional de las áreas prioritarias consensuadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo. Aprovechando estas cartas se vinculó el área del proyecto.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

A) REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

El proyecto no se encuentra ubicado dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria, por lo cual el proyecto no afectará en ninguna forma a este tipo de regiones prioritarias.

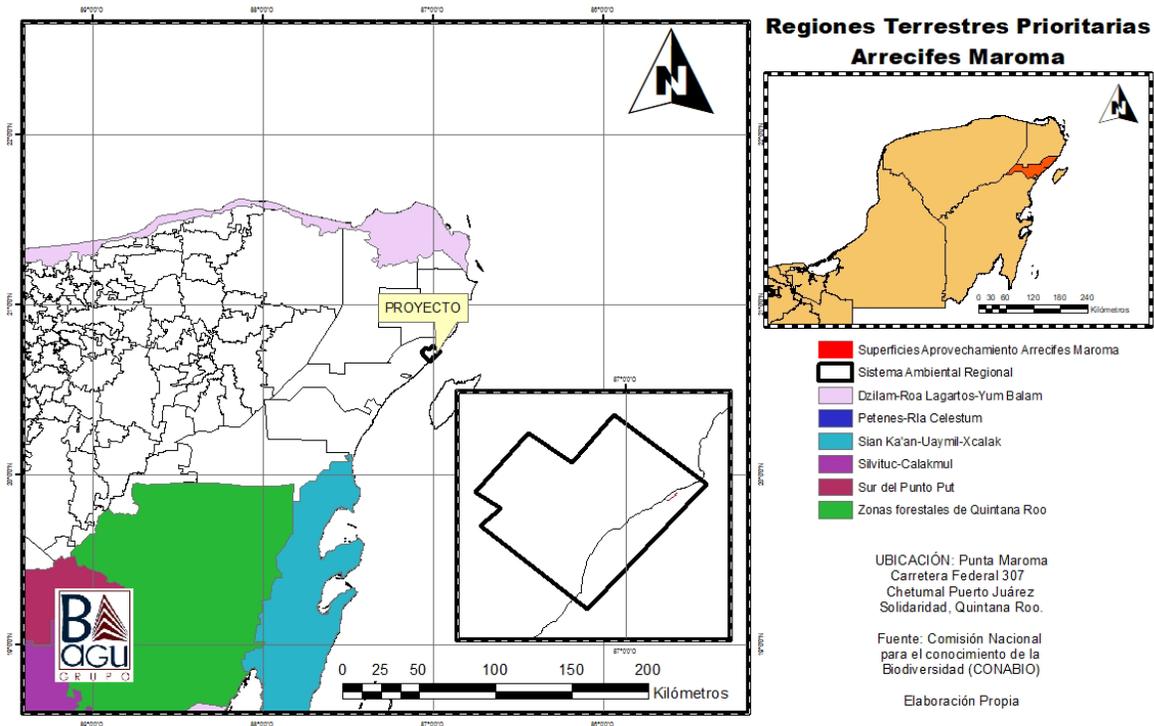


Figura 3.7.- Ubicación del proyecto fuera de regiones terrestres prioritarias

1. RTP 146 Dzilam-Rio Lagartos-Yum Balam. El SAR se localiza a 50 km al sur de esta RTP mientras que el proyecto se encuentra a 52 km de distancia.
2. RTP 147 Sian Ka'an Uayamil Xcalac. El SAR se localiza a 75 km al norte de esta RTP y el proyecto a 83 Km de distancia.

Debido a la distancia que existe entre el SAR, el predio y estas regiones, no existe interacción alguna entre los componentes del proyecto y la problemática que aqueja a cada una de estas regiones.

B) REGIONES MARINAS PRIORITARIAS

El proyecto se encuentra ubicado dentro de la región marina prioritaria No. 64 denominada Tulum –Xpuha.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

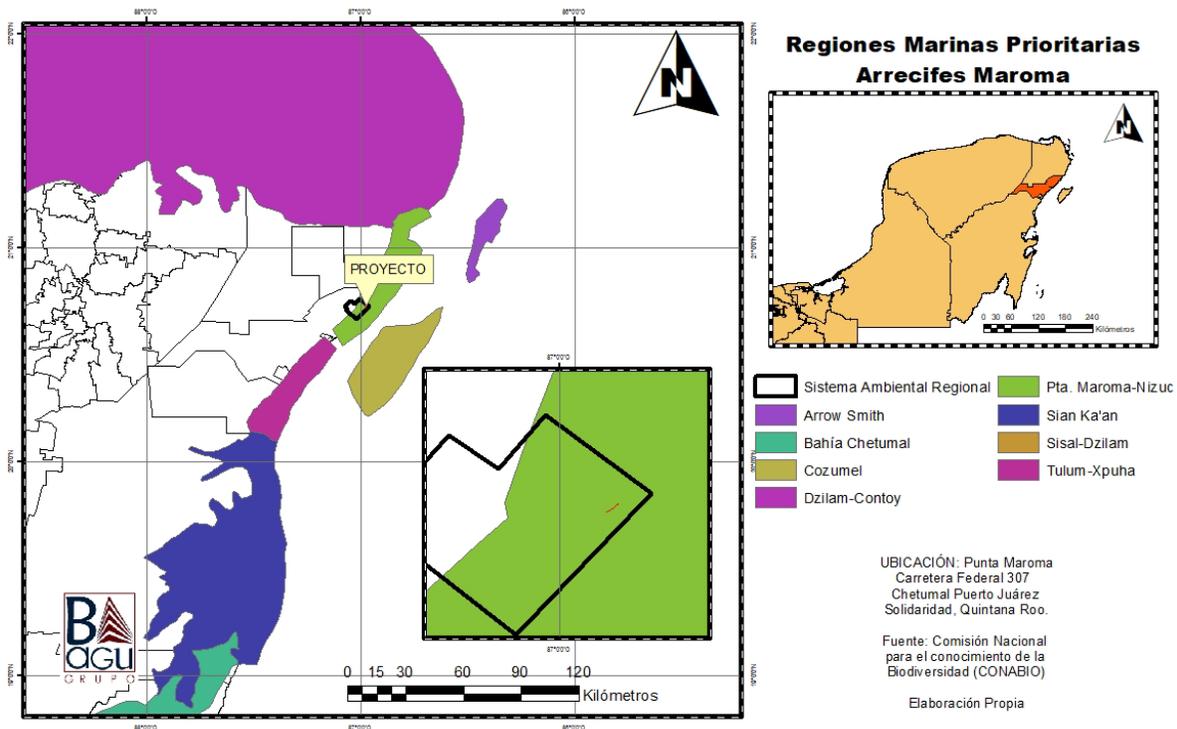


Figura 3.8.- Ubicación del proyecto dentro de la RMP 64, Tulum-Xpuha.

La región marina prioritaria Punta Maroma-Nizuc tiene una extensión de 743 Km² cuyos límites extremos son 20°35'24" a 20°05'24" latitud norte y 87°31'48" a 87°06'36" longitud oeste, e incluye en su superficie arrecifes, cenotes, caletas y dunas costeras, que soportan una variedad de moluscos, poliquetos, corales, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja. Endemismo de vegetación en dunas y manglares (*Echites yucatanensis*, *Vallesia antillana*, *Rhacoma gaumeri*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Hampea trilobata*, *Coccothrinax readi*, *Thrinax radiata*, *Coccoloba ortizii*, *Hymenocallis caribae*, *Ziziplus yucatanensis*, *Passiflora xiikzodz*, *Chamaesyce cozumelensis*, *Matelea yucatanensis*, *Solanum yucatanum*), peces (*Ophisternon infernale*, *Ogilbia pearsei*, *Astyanax altior*), *Speleonectes tulumensis*. Zona de reproducción y refugio de manatí, tortugas y peces ciegos (hábitat permanente).

Aspectos económicos: zona de pesca media, artesanal y cooperativa. Grandes desarrollos hoteleros y áreas turísticas crecientes; intenso ecoturismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, deforestación. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.
- Contaminación: por basura y aguas residuales.
- Uso de recursos: presión sobre manatí y tortugas.
- Regulación: falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Conservación: se sugiere ampliar el perímetro de protección de cenotes, más allá de los 100 m que tiene actualmente, considerando las áreas de alimentación subterráneas, los cambios en el desarrollo urbano y turístico. Se proponen como áreas protegidas los arrecifes de Xamanja y Xcachel (área de reproducción de tortugas). Ésta es la zona con mayor aporte de agua dulce al mar. Existen humedales con flujo de nutrientes; es el último hábitat de manatí hacia el norte y representa la conexión de éste con otros del sur.

El Proyecto no contribuirá a incrementar la problemática asociada a esta región por qué no causará tala de manglar, ni relleno de áreas inundables o cenotes, no modificará bocas ni barreras naturales. No se realizara ningún tipo de desmonte o remoción de vegetación, razón por la cual no se disminuirá la capacidad de captación de agua pluvial o su infiltración al subsuelo, así mismo tampoco se realizaran actividades que repercutan en las poblaciones de tortugas o manatís.

C) REGIONES HIDROLOGICAS PRIORITARIAS

El proyecto se encuentra ubicado en la Región Hidrológica Prioritaria 105 denominada Corredor Cancún- Tulum.

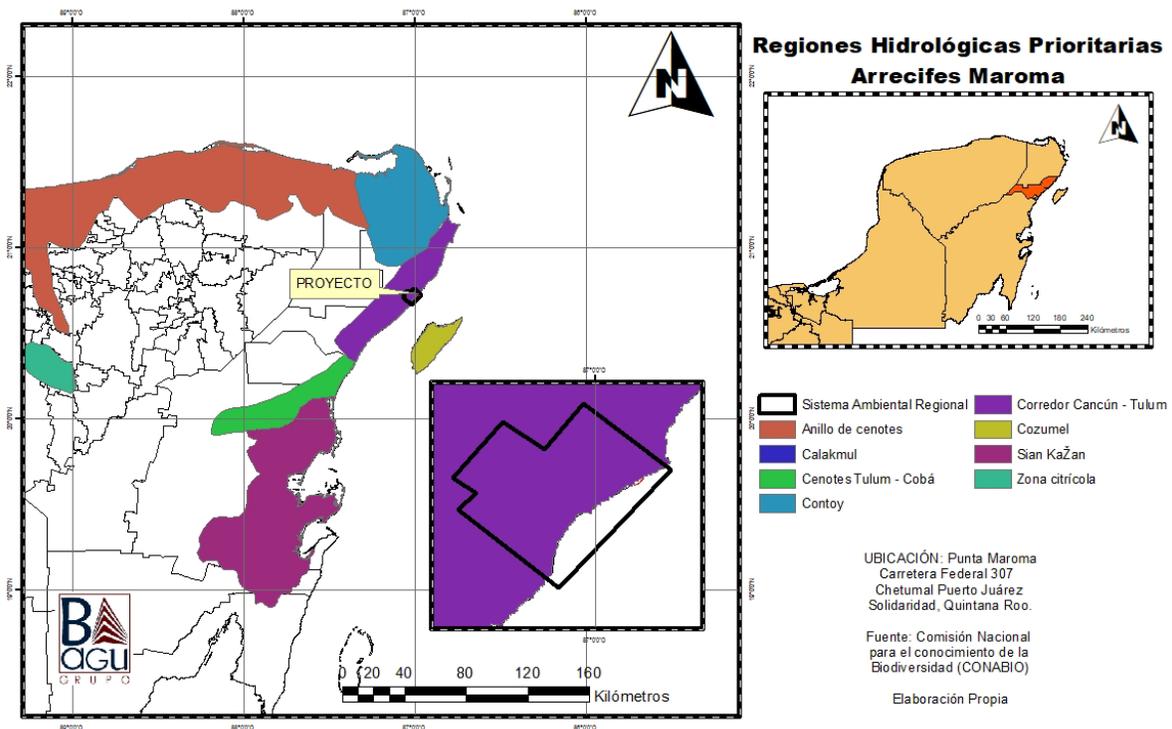


Figura 3.9.- Ubicación del proyecto dentro de RHP-105

La región hidrológica prioritaria No. 105 denominada Corredor Cancún-Tulum está clasificada por la CONABIO como una región de alta diversidad (AAB), con presencia de

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

usos por sectores (AU) y con regiones amenazadas (AA), cuya extensión es de 1,715 Km², estando sus coordenadas extremas en los 21°10'48" - 20°20'24" de latitud norte y 87°28'12" - 86°44'24" de longitud oeste, por lo que incluye lagunas costeras como Chakmochuk y Nichupté, así como cenotes, estuarios, humedales (recursos léticos) y aguas subterráneas (recursos lóticos).

Las actividades económicas principales son turísticas, forestales y pecuarias; pesquerías de caracol y langosta, así como cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Y la problemática asociada incluye:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco (Cocos nucifera).

Su biodiversidad incluye "tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera*, *tasiste Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, *Atriplex cristata*, *Bactris balanoidea*, *ramón Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, *chaca Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia*, *Capparis flexuosa*, *C. incana*, *Coccoloba reflexiflora*, *C. uvifera*, *palma nakax Coccothrinax readii*, *Cordia sebestena*, *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Cyperus planifolius*, *Dalbergia glabra*, *Eugenia lundellii*, *palo de tinte Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Ipomoea violacea*, *chicozapote Manilkara zapota*, *chechén Metopium brownei*, *Pouteria campechiana*, *P. chiricana*, *palma Pseudophoenix sargentii*, *mangle rojo Rhizophora mangle*, *palma chit Trinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzschia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el palemónido *Creaseria morleyi*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops agilis*, *Macrocylops albidus*, *Mastigodiatomus texensis*, *Mesocyclops edax*, *Mesocyclops sp.*, *Schizopera tobac cubana*, *Thermocyclops inversus*, *Tropocyclops prasinus mexicanus*, *T. prasinus s.str.*; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana*, *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida*, *S. obtusata*; de peces como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecílicos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatana*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia mexicana*, *P.*



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

orri y P. petenensis; la anguila americana Anguilla rostrata, el carácido Astyanax aeneus y el bagre Rhamdia guatemalensis. Endemismos del isópodo Bahalana mayana; de los anfípodos Bahadzia bozanici, Mayaweckelia cenotocola, Tuluweckelia cernua; del ostrácodo Danielopolina mexicana; del remípedo Speleonectes tulumensis; del termosbenáceo Tulumella unidens, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces Astyanax altior, la brótula ciega Ogilbia pearsei, la anguila Ophisternon infernale, Poecilia velifera; de aves el pavo ocelado Agriocharis ocellata, el loro yucateco Amazona xantholora, que junto con el manatí Trichechus manatus se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama Caretta caretta, blanca Chelonia mydas, laúd Dermochelis coriacea y el merostomado Limulus polyphemus. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa Boa constrictor, huico rayado Cnemidophorus cozumela, garrobo Ctenosaura similis, iguana verde Iguana iguana, casquito Kinosternon scorpioides, mojina Rhinoclemmys areolata, jicotea Trachemys scripta; las aves loro yucateco Amazona xantholora, garceta de alas azules Anas discors, carao Aramus guarauna, aguililla cangrejera Buteogallus anthracinus, hocofaisán Crax rubra, el trepatroncos alileonado Dendrocincla anabatina, garzita alazana Egretta rufescens, halcón palomero Falco columbarius, el gavilán zancudo Geranoospiza caerulescens, el bolsero yucateco Icterus auratus, el bolsero cuculado I. cucullatus, zopilote rey Sarcoramphus papa, golondrina marina Sterna antillarum, Strix nigrolineata y los mamíferos mono aullador Alouatta pigra, mono araña Ateles geoffroyi, grisón Galictis vittata y oso hormiguero Tamandua mexicana.”

En materia de conservación, según indica su ficha técnica, se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales.

Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia. Sin embargo, hay que señalar que ya se han decretado áreas naturales protegidas que incluyen Punta Cancún y Punta Nizuc, así como los manglares de Nichupté; y que en Tulum se ha controlado la presencia de puestos comerciales y el manejo de la basura, y que el tren turístico no se ha construido a la fecha.

La ejecución del proyecto no incluye tala de manglar, ni relleno de áreas inundables o formación de canales, por lo que no contribuirá en acrecentar la problemática señalada por la CONABIO. El proyecto no generará aguas residuales, ni residuos que puedan afectar la región hidrológica, el proyecto no permitirá el vertimiento o derrame de sustancia sobre el mar.



D) SITIO PRIORITARIO EPICONTINENTAL

La planeación de la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental es fundamental ya que las aguas epicontinentales en México incluyen una rica variedad de ecosistemas que sustentan una enorme diversidad de especies nativas de flora y fauna, muchas de ellas endémicas y que, en conjunto, representan recursos que necesitan ser preservados por su importancia económica actual y potencial, por sus funciones ecológicas y por el valor que representa la naturaleza por sí misma. Sin embargo, la crisis del agua es un proceso que actualmente tiene repercusiones graves en la estructura, composición y funcionamiento de los ambientes acuáticos. Bajo esta perspectiva, una de las estrategias para el mantenimiento de estos ecosistemas es la conservación y manejo sustentable de áreas vinculadas por los procesos clave del ciclo del agua. Es en este sentido que la identificación de sitios prioritarios para la conservación resulta ser una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable. En la Figura 3.13, se señala la cartografía que presentan los resultados de la identificación de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental. Se evaluó el nivel de prioridad para la conservación con unidades de análisis de 25 km² con datos de especies, comunidades y los principales factores que las amenazan, mediante el uso del programa de optimización MARXAN.

La ubicación geográfica y la accidentada topografía del país, entre otros factores, favorecieron el desarrollo de una gran variedad de ecosistemas, entre ellos los acuáticos, con una biota diversa que destaca por estar compuesta de numerosas especies endémicas. La distribución espacial y temporal de los cuerpos de agua es muy heterogénea y no es aleatoria la estrecha relación que tienen con los asentamientos humanos y la actividad económica, lo que define un sistema de interacciones complejas que exige un amplio conocimiento y formas efectivas de manejo y protección tanto del recurso hídrico como de la biodiversidad acuática y sus servicios ambientales (Carabias et al.2005). En México la mayor parte de los ambientes acuáticos ha sufrido transformaciones drásticas que han puesto en riesgo de extinción a numerosas especies y sus hábitats y han llevado a la pérdida y degradación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, comprometiendo el bienestar humano (Sánchez 2007).

En México, para maximizar esfuerzos, se conformó un grupo de trabajo coordinado por la Conabio y la Conanp al que se sumaron cerca de 260 especialistas de numerosas instituciones y organizaciones académicas, gubernamentales y conservacionistas nacionales e internacionales. Una de las decisiones del grupo de trabajo fue desarrollar por separado los estudios y análisis de los ambientes marinos, terrestres (Conabio et al. 2007a,b) y de aguas epicontinentales, para, posteriormente, integrar los resultados.

La identificación de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales (SPAe) se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas pronunciadas entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para poder reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad. Se llevaron a cabo dos talleres de expertos para consensuar criterios y compilar insumos para el análisis, así como para evaluar los resultados finales;



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

asimismo el proceso de discusión y validación fue interactivo y continuo mediante un foro de discusión electrónico que contó con la participación de más de 40 expertos.

El resultado es un conjunto de sitios prioritarios para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598,875 km² (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en las áreas protegidas y 21.7% son sitios de extrema prioridad. Los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental brindan un marco de referencia basado en la mejor información científica disponible actualmente, que puede usarse como guía para definir estrategias y acciones de conservación in situ que contribuyan a proteger y rehabilitar los sitios identificados como relevantes por su biodiversidad acuática.

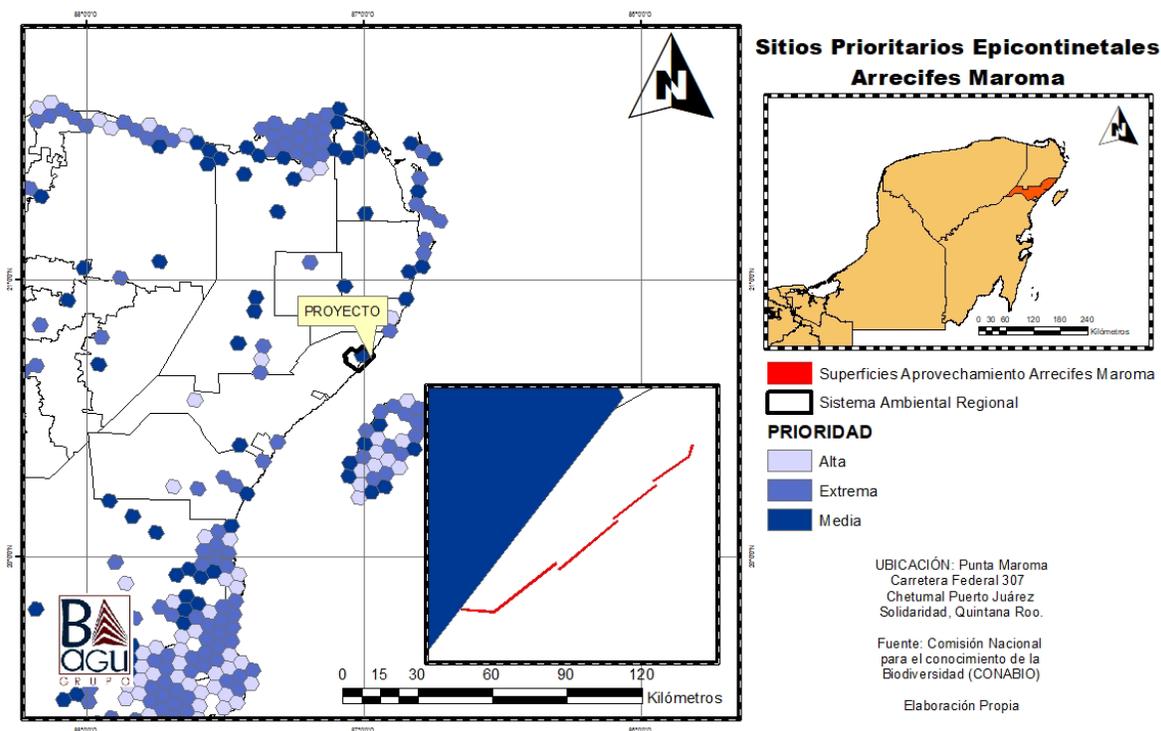


Figura 3.10.- Ubicación de sitios prioritarios epicontinentales (fuente CONABIO)

En este sentido el proyecto se encuentra dentro de un sitio prioritario epicontinental de características media, si analizamos las variables biológicas que se necesitan para crear un sitio SPAE, podemos afirmar que el proyecto no afectará dichas características o variables biológicas, el proyecto implementará una serie de medidas preventivas que garantizará que aunque se encuentre dentro de un sitio prioritario acuático epicontinental protegerá las características biológicas del área donde se desarrollara el proyecto, el proyecto tienen como finalidad proteger la costa de los embates de los fenómenos hidrometeorológicos y crear un ambiente de refugio y alimentación para especies marinas, por tal motivo se da cabal cumplimiento al cuidado y conservación que se plantea en todo sitio SPAE.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

III.6.2 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's)

El Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

El predio de interés no se traslapa con alguna de las AICA's identificadas para la Península de Yucatán como se ve en la siguiente imagen.

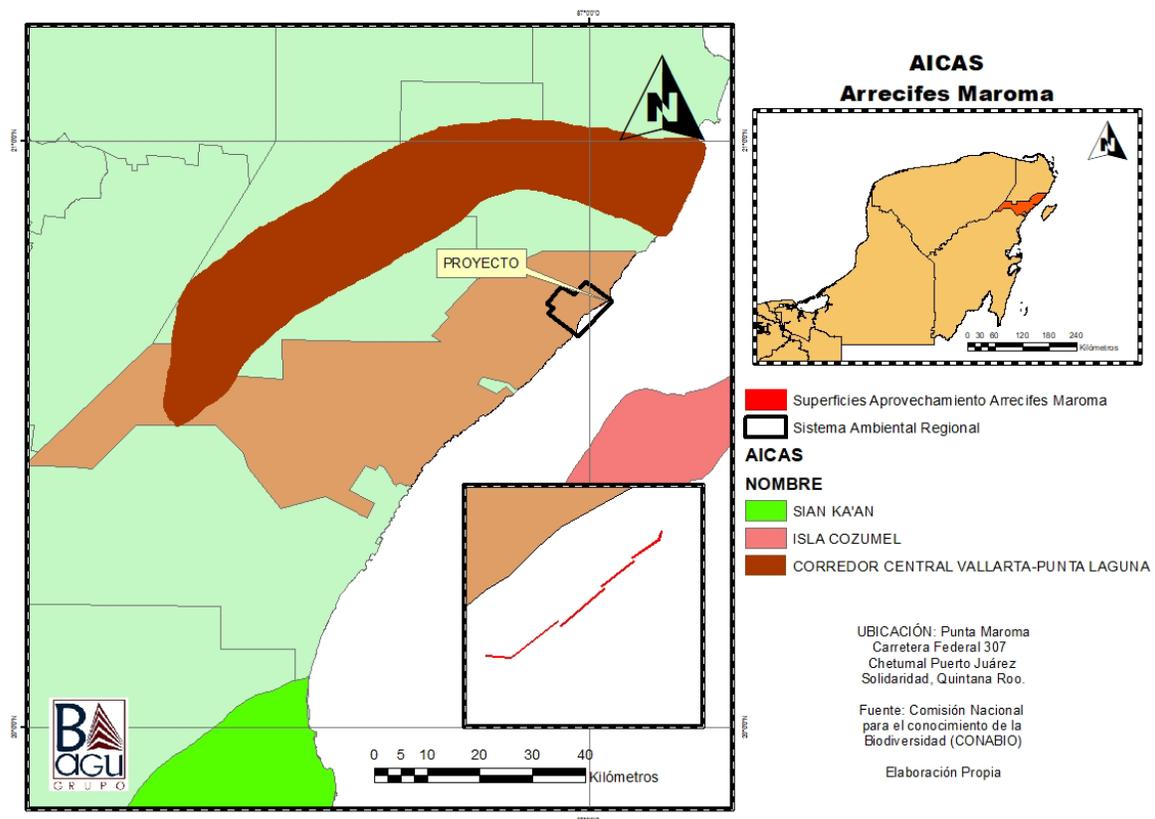


Figura 3.13.- Vinculación del sitio del proyecto con las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's)

III.6.3 Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Official site of the secretariat for the Convention on Wetlands¹).

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. En diciembre de 2000 contaba con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo (ProDiversitas²). México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional.

En 2015 existen 168 partes contratantes, dando un total de 2,181 sitios designados, cubriendo un área de 208.5 millones de hectáreas (Ramsar²). México, por su parte, cuenta con 138 sitios Ramsar en una superficie de 8,376,271 de hectáreas (CONANP³). En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, más dos sitios sin clave).

El sitio de interés donde se pretende el desarrollo del proyecto no se ubica en alguno de los sitios RAMSAR decretados que inciden en el Municipio de Solidaridad.

¹http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1_4000_2_

² <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des23.htm>

³CONANP, Dirección de Cooperación Internacional, 2007 *En*: <http://www.conanp.gob.mx/>

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

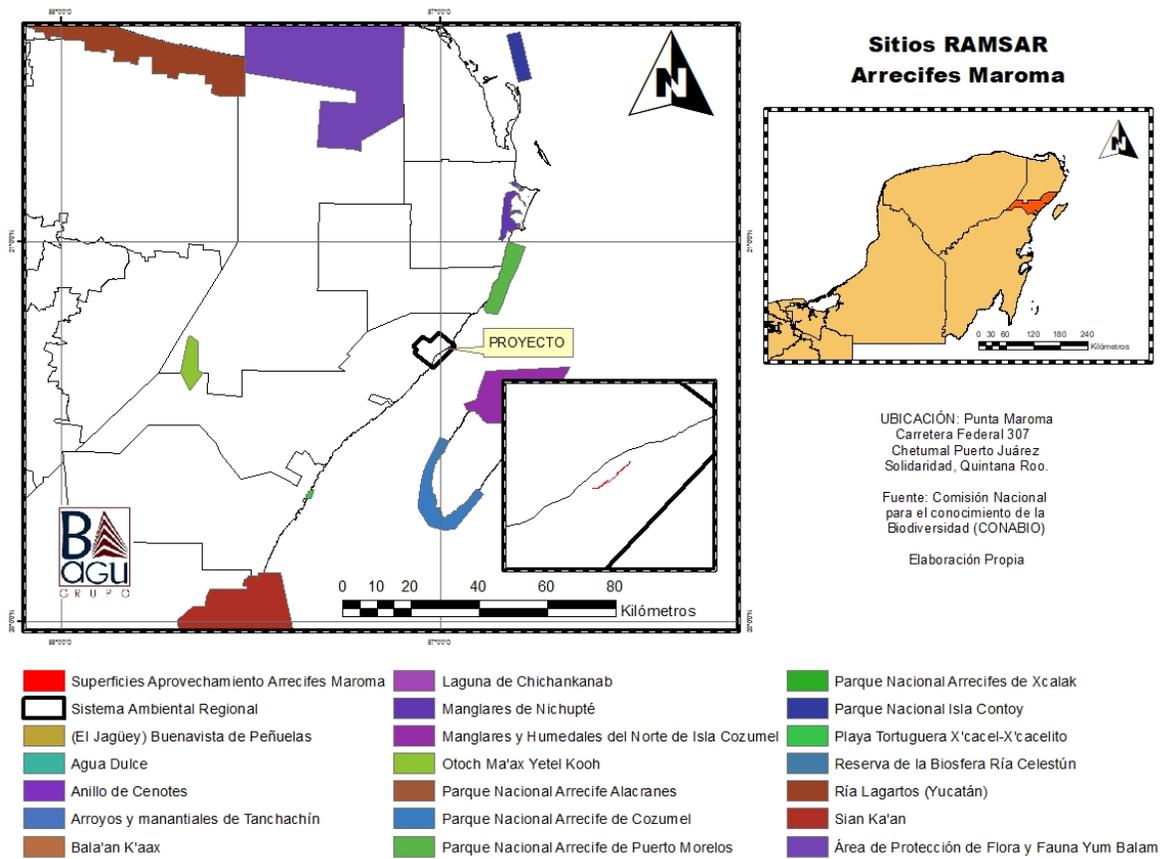


Figura 3.14.- Vinculación del sitio del proyecto con los sitios Ramsar del Estado de Quintana Roo.

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

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.

El municipio de Solidaridad se localiza en la porción norte del estado de Quintana Roo, entre las coordenadas geográficas extremas, al norte 20° 45', al sur 19° 46' de latitud norte; al este 86° 57' y al oeste 88° 05' de longitud oeste. Tiene como colindancias: al norte con el estado de Yucatán y con los municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe y el municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe y el municipio de Felipe Carrillo Puerto y al oeste con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto y el estado de Yucatán. El municipio cuenta con una extensión de 2 204.73 Km², lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado.

El municipio se encuentra sobre una planicie de origen tectónico, las máximas elevaciones son inferiores a los 25 metros sobre el nivel del mar, estas elevaciones disminuyen hacia la zona de la costa.

El clima del municipio es cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad. La temperatura media anual es de 26° C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones, que aumentan la precipitación sobre todo en el verano.

La vegetación se conforma de selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, y selva baja subperennifolia, que son particularmente valiosas para la explotación forestal debido a la presencia de maderas preciosas como la caoba y el cedro. Por otra parte, en zonas próximas a las áreas inundables y al mar se han desarrollado comunidades de manglares, aunque la superficie que ocupan es relativamente pequeña. La zona costera posee manchones de vegetación de dunas.

Dentro de la amplia riqueza de especies de flora detectadas en la zona se encuentra árboles de: zapote, ramón, chechén, chacah, cedro, ya'axche, kitanche, papaya, sa'kbob, mahahau, hiraia obovata, bisil, mansoa verrucifera, tatsi, habín, kaniste, guaya y palma chit, todas distribuidas y presentes en el corredor Cancún - Tulum. En la orilla de la costa se localizan áreas de manglar y algunas ciénagas con especies tales como el mangle rojo y el mangle blanco. En la zona de las dunas costeras existe predominio de la uva de mar, así como la palma cocotera entre otros. Las áreas inundables o sujetas a inundación presentan vegetación de tule.

Los animales de la región corresponden mayoritariamente de origen neotropical, sin embargo están presentes animales de origen neártico como el venado. Los principales grupos representados son los anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Se detectaron la presencia de 309 especies en el corredor Cancún - Tulum, de las cuales las aves son las más difundidas de todas. Las aves se encuentran representadas por zanates, garzas blancas, colibríes y pequeños mamíferos como la zorra gris, ardillas, ratones, tlacuaches y



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Cabe señalar que el Área de Referencia que se muestra en la figura anterior no indica que sea el área de influencia y mucho menos el área que va a ser impactada por el proyecto. El área de referencia solamente apoya en la identificación de grandes sistemas ambientales que existen a un nivel mucho más amplio que el SAR y el mismo proyecto y sirven de base para establecer los diferentes procesos ecosistémicos que existen a un nivel regional.

Para la definición de los diferentes niveles de análisis es importante mencionar que el esquema se ha diseñado para definir y delimitar los componentes y procesos ecosistémicos que configuran los sistemas ambientales involucrados en el proyecto tomando como punto de partida dos aproximaciones conceptuales-metodológicas: la ecosistémica y la geosistémica. Estas dos propuestas se complementan entre sí, ya que tienen como origen el enfoque sistémico. Éste permite, por un lado, el eslabonamiento de escalas espaciales y temporales y, por otro la articulación de niveles de integración espacial y funcional de manera jerárquica; siendo entonces la aproximación ecosistémica la base conceptual de los procesos regionales, mientras que el enfoque de cuencas hidrográficas permita la delimitación espacial del territorio donde se desarrollará el proyecto y por último, la identificación de unidades ecológicas funcionales (unidades naturales) se dan al interior de una cuenca al definirse las relaciones e interacciones de los distintos componentes abióticos y bióticos caracterizados por combinaciones únicas y con procesos que las diferencian entre sí.

Desde el planteamiento geosistémico, los componentes de mayor escala de manifestación, denominados como macroestructuras se caracterizan por ser de grandes dimensiones y requieren de mayor tiempo para evidenciar las transformaciones propias de su evolución, por lo que se les puede considerar como los más estables e independientes del sistema. En este grupo se encuentran el clima y las morfoestructuras. Mientras que los componentes de escala media o mesoestructurales, se manifiestan en menores dimensiones espaciales, que requieren para evidenciar su funcionamiento de períodos de tiempo más cortos, por lo que son, comparativamente con los anteriores, más dinámicos, cambiantes y dependientes. Este otro grupo lo conforman, en orden decreciente en términos de estabilidad: el relieve; el agua – superficial y subterránea-; los suelos; y por último, la vegetación.

Esta diversidad espacio-temporal de los componentes ambientales tiene dos implicaciones muy importantes para comprender la forma que se interrelacionan al interior y entre sí para definir la estructura y dinámica de los sistemas naturales o ecosistemas:

- La integración de los componentes ambientales debe realizarse partiendo de dos niveles escalares básicos que permiten reflejar la estructura y configuración del sistema natural.
- La escala de manifestación de cada componente se encuentra altamente relacionada con su estabilidad y susceptibilidad para ser influenciado por otros componentes, estableciéndose de esta forma la jerarquía natural entre ellos y diferenciándose los que son claves del funcionamiento del sistema natural y aquellos de menor importancia que están subordinados a los primeros.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- La profundidad en el tratamiento otorgado a cada componente y subcomponente va a depender del grado de influencia que tenga sobre el comportamiento de otros componentes que le estén subordinados, así como del significado de su rol dentro del sistema ambiental. Desde esta perspectiva, García Romero plantea la existencia de “agentes”, es decir, componentes que desempeñan una función sobresaliente para el mantenimiento de la estructura ecosistémica y, que le confieren el carácter de unicidad con respecto a los ecosistemas aledaños.

Con base en esta aproximación se describen las principales actividades para la definición y caracterización del SAR y consecuentemente se tiene un modelo de funcionamiento ecosistémico adaptado a la escala y tipo de proyecto en análisis.

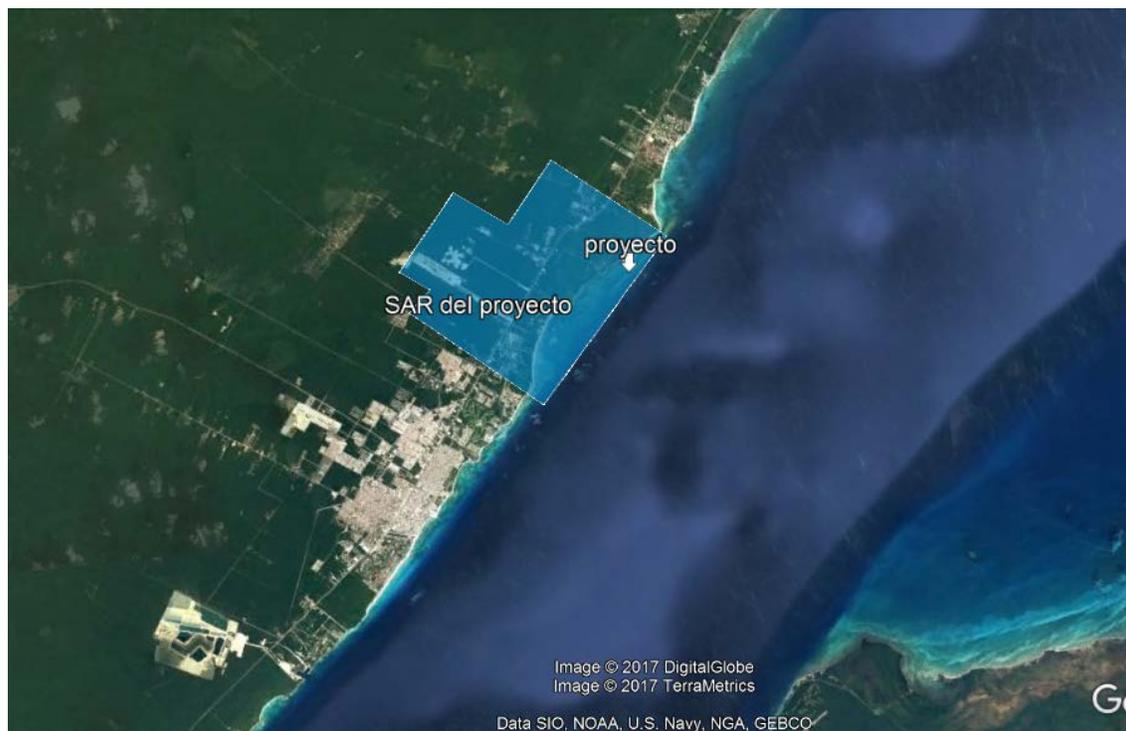


Figura 4.2.- Ubicación del proyecto y del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

El emplazamiento del proyecto en la Península de Yucatán es un factor que determina los criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional, ya que a diferencia del resto del territorio nacional, el origen de esta provincia fisiográfica y los procesos geomorfológicos que en ella tienen lugar han desarrollado un paisaje muy complejo tanto en su estructura vertical como horizontal. Así como en el conjunto de las interrelaciones entre componentes ambientales.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

El origen sedimentario de la Península, derivado de un proceso continuo de transgresión y regresión marina ha dado como resultado que esta provincia este conformada por una gran plataforma de rocas calizas que alcanza los 1,300 m de espesor sobre las cuales descansan una capa más de carbonatos de 1000 m de espesor. La naturaleza de estas rocas, el proceso de transgresiones marinas sobre la zona este del Estado de Quintana Roo y las fluctuaciones del nivel del mar durante la edad de hielo de Illinois (0.2 – 0.1 millones de años) favorecieron el desarrollo de sistemas cársticos.

De esta manera, la alta permeabilidad de los sustratos litológicos favorece una rápida infiltración del agua y la disolución de conductos hasta alcanzar el manto freático lo que provoca que el drenaje superficial sea casi inexistente. Aunada a esta característica, la dificultad de delimitar el Sistema Ambiental Regional, a partir de cuencas hidrográficas radica en que el relieve en la porción terrestre del Estado de Quintana Roo, colindante a donde se pretende desarrollar el proyecto es casi plano sin fuertes contrastes altitudinales.

Así, y en contraste con la estabilidad tectónica de la plataforma carbonatada de la península de Yucatán, formada por materiales en disposición mayoritariamente horizontal, se ha desarrollado una intensa actividad endocárstica que constituye el principal rasgo geológico y geomorfológico que influye de manera determinante tanto en los procesos abióticos como bióticos.

De este modo, los procesos geohidrológicos en la zona continental definen una serie de ecosistemas principalmente a nivel subterráneo, como son el sistema de cavernas y ríos subterráneos. Mientras que a nivel superficial, dichos procesos sólo ejercen influencia sobre los ecosistemas terrestres en dos casos: cuando se presentan cenotes abiertos y aguadas, lo que permite una interacción entre los diferentes componentes, definiéndose entonces, ecotonos entre las zonas terrestre, inundable y acuática. En estos ecotonos, se pueden diferenciar microhábitats que sólo son reconocibles a nivel de predio, en los cuales la repartición del agua juega un papel muy importante en el perfil del sistema y, están en función del tipo y desarrollo de las expresiones del relieve cárstico y su forma de contacto con la porción superficial. El segundo caso lo conforman las zonas de descarga del acuífero, las cuales acontecen en la zona costera, donde en las diferentes planicies conforme a su origen, los procesos geohidrológicos se expresan tanto a nivel subterráneo como superficial, por lo que en conjunto con los componentes mesoclimáticos definen condiciones distintas, que a su vez influyen en el tipo de suelos y vegetación que se desarrollan en dichas geformas en diferentes escalas espaciales.

La conjunción de un relieve sin fuertes contrastes altitudinales, y el predominio de condiciones climáticas regionales, han promovido el desarrollo marino casi sin contrastes significativos en toda la zona del Caribe Mexicano. Sin embargo, conforme se interna hacia la porción marina las variaciones se van disminuyendo conforme se acerca las zonas arrecifales colindantes a la costa.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Las actividades y obras antrópicas constituyen el factor de cambio más importante en la dinámica funcional de los ecosistemas, razón por la cual, la consideración de los instrumentos de planeación para la definición del SAR también permite comprender como ese sistema ambiental puede cambiar en función de las necesidades y requerimientos de la sociedad. De este modo, las unidades de gestión ambiental, permiten delinear el proceso de cambio que se espera en un sector o región derivado de su aptitud territorial en todas sus dimensiones: ambiental, social, económica, etc.

Así, los criterios empleados para delimitar el Sistema Ambiental Regional para este proyecto son los siguientes:

1. **Tipos de Flora y fauna presentes y su estructura.** Debido al proceso de asimilación económica, la vegetación presenta diferentes estadios sucesionales siendo la cobertura por formas de vida un indicador de la integridad del ecosistema. Se toma como punto de partida.
2. **Unidades de Gestión Ambiental del Modelo de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.**

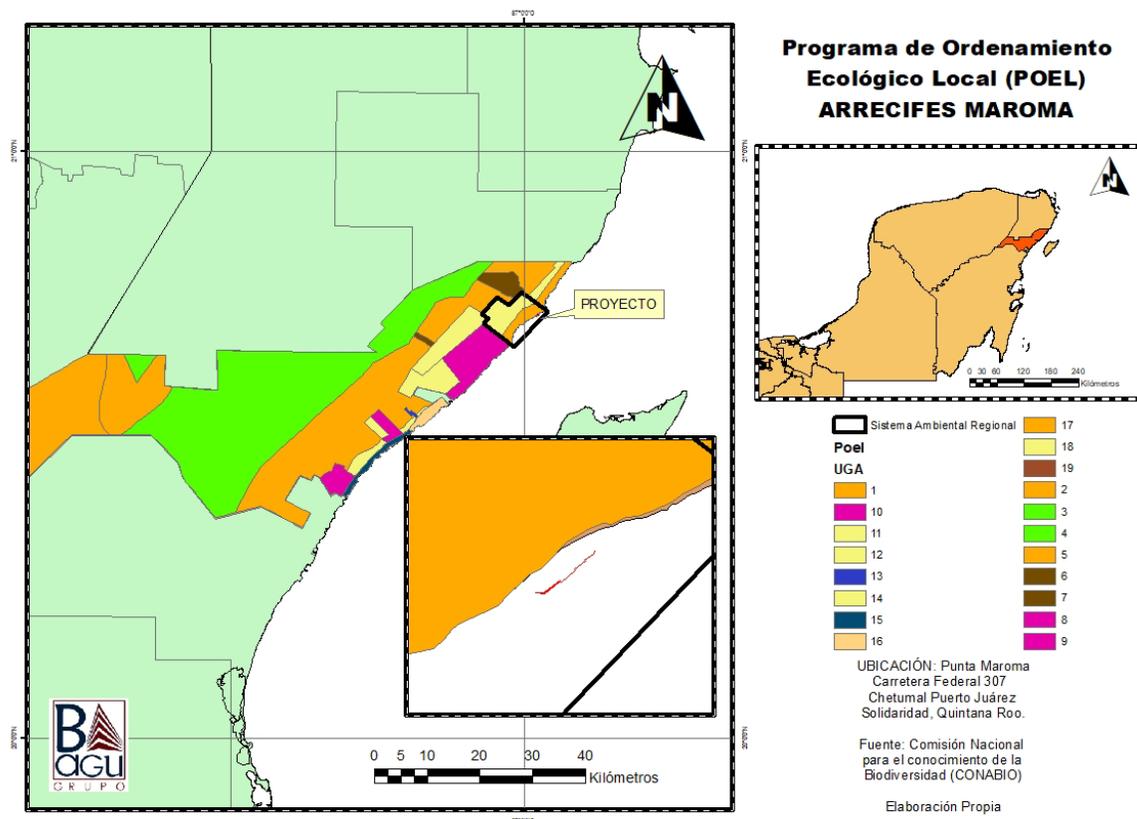


Figura 4.2.- Ubicación del proyecto dentro del POEL del Municipio de Solidaridad.
(colindante a la UGA 17)

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

3. **Unidades de Gestión Ambiental** del Programa de Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

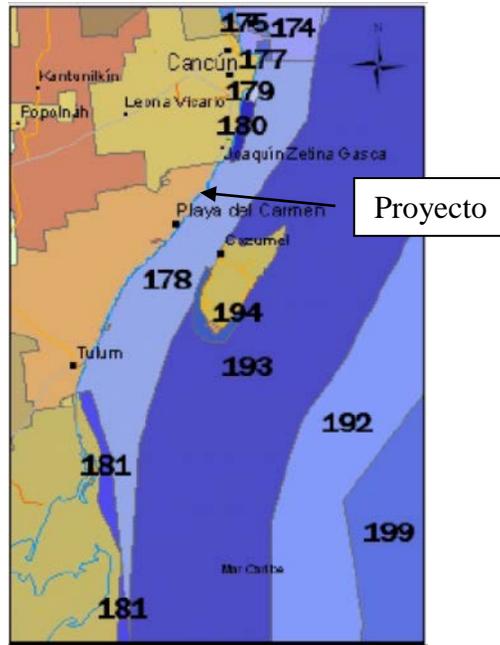
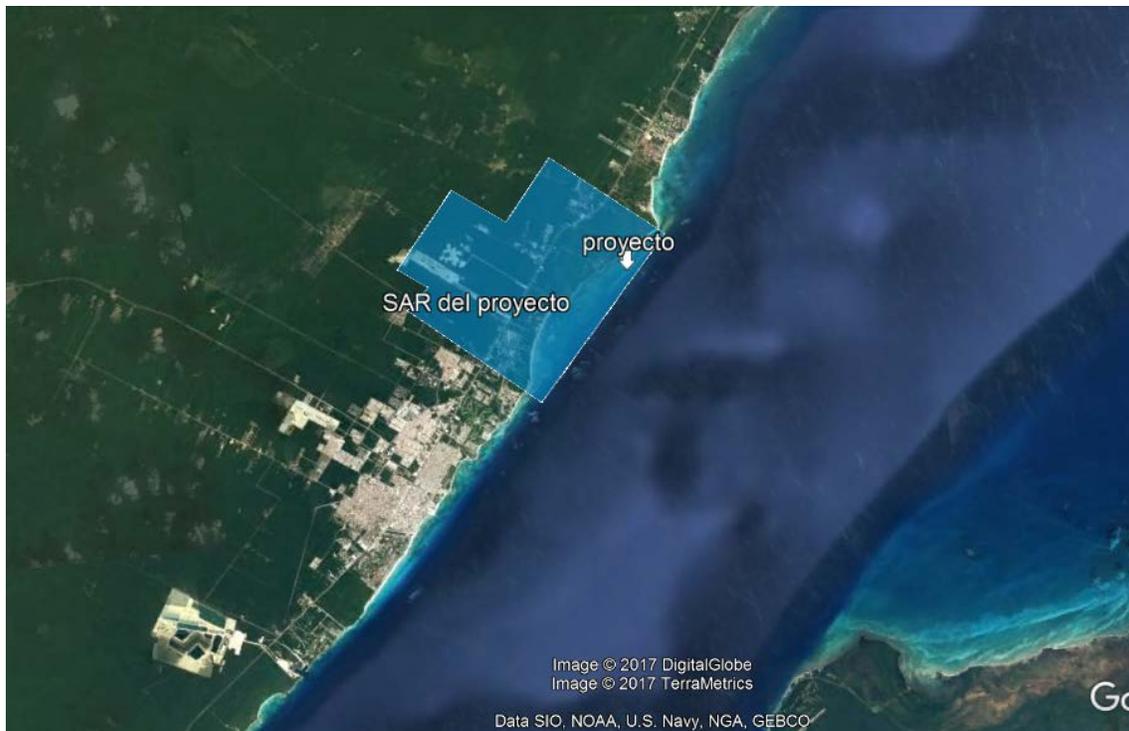


Figura 4.3.- Ubicación del proyecto dentro del POEM del Golfo de México y Mar Caribe



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

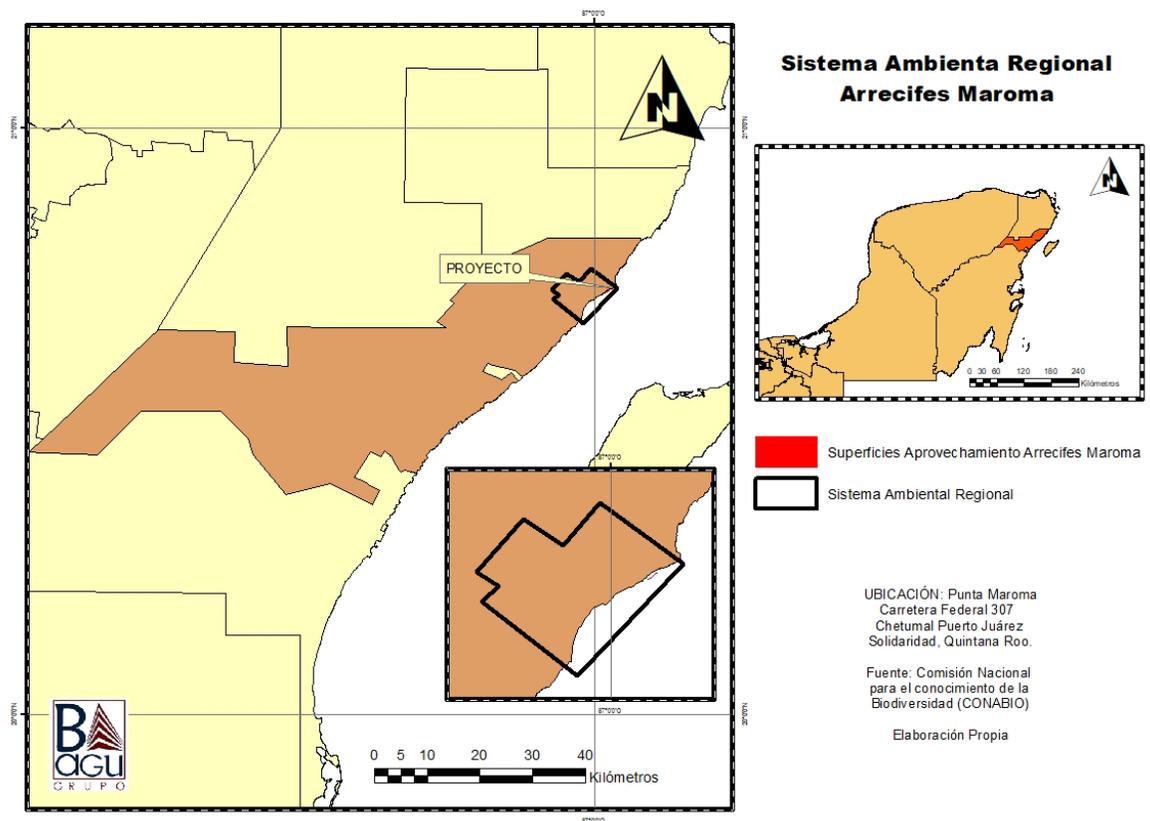
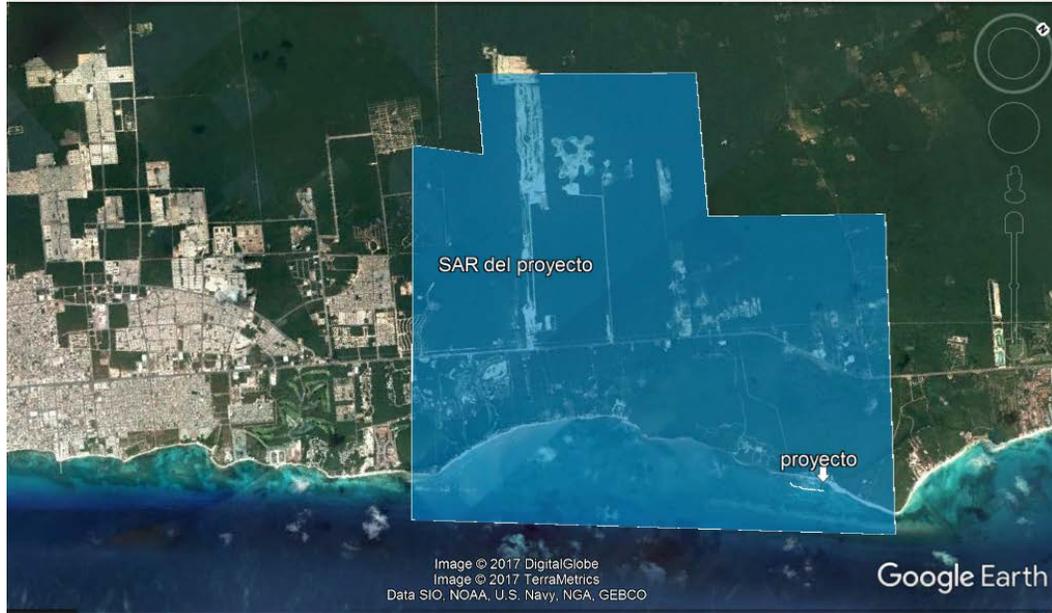


Figura 4.4.- Ubicación del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

En conclusión se determina que el SAR del proyecto en estudio corresponde a una zona delimitada dentro del Municipio de Solidaridad y la zona marina de aproximadamente 1 km paralelo a la zofemat. Teniendo una superficie de SAR de 64.3 Km².

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

Según CONABIO, los cuatro procesos ecológicos fundamentales de los ecosistemas son el ciclo del agua, los ciclos biogeoquímicos (o nutrientes), el flujo de energía, y la dinámica de las comunidades, es decir, cómo cambia la composición y estructura de un ecosistema después de una perturbación (sucesión ecológica). En estos procesos interactúan tanto componentes abióticos como bióticos. Para lo cual, se han diseñado una serie de indicadores que buscan caracterizar cuantitativamente estos procesos, con el fin de tener un conocimiento detallado, el cual permita tomar decisiones para la gestión de los ecosistemas y sus recursos.

Sin embargo, en México no existen bases de datos completas y en algunos casos no son confiables. Además, los esfuerzos científicos se encuentran desarticulados, y en diferentes escalas de trabajo, dificultando la complementariedad e integración de los datos y los estudios en general.

En el caso de la evaluación en impacto ambiental, al tratarse de estudios de línea base, a diferencia de las investigaciones científicas, están enfocadas a establecer el estado actual de los ecosistemas que se desarrollan en el área donde pretende desarrollar el proyecto. A partir de esta caracterización, se identifican los posibles efectos o cambios que un proyecto puede ocasionar en dichos ecosistemas en una porción específica del territorio y en un tiempo determinado. Esto es, los estudios de impacto ambiental tienen un carácter práctico y operativo. De esta manera, es necesario partir de un enfoque conceptual-metodológico, que comprenda tanto aspectos jurídicos-administrativos, como técnicos, que permitan la toma de decisiones en materia de impacto ambiental.

De ahí, tal y como se explicó en el apartado anterior, se emplea el enfoque ecosistémico y geosistémico, haciendo énfasis en las dimensiones espacial y temporal, ya que éstas son fundamentales para evaluar los posibles cambios en una porción específica del territorio.

En este caso, la caracterización y comprensión de los procesos ecosistémicos se abordan desde una dimensión geográfica bajo el modelo, estableciendo las diferentes interrelaciones en un esquema jerárquico partiendo de las diferentes escalas hasta llegar a nivel predio. Y en este último nivel, se generan indicadores cuantitativos relacionados con los componentes mesoestructurales, suelos y vegetación. En el caso de la vegetación, los procesos ecosistémicos están relacionados con la dinámica sucesional, y que para el caso del SAR se analizan desde la perspectiva de cambios de usos del suelo en un determinado período. Para lo cual, se realiza un análisis de cambio de coberturas por tipo de vegetación con base en la información cartográfica disponible, para después a nivel de predio establecer indicadores más detallados de las comunidades bióticas que se desarrollan al interior del SAR. Con base en esta información y la lectura conjunta de los procesos ecosistémicos principales, se



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

define la estructura y funcionalidad del SAR y los ecosistemas que se desarrollan al interior de éste.

Derivado de lo anterior, los procesos ecosistémicos se extienden hacia los componentes abióticos para comprender los flujos de materia, energía e información en los diferentes niveles, los cuales presentan manifestaciones espacio-temporales distintas en función de la escala de aproximación.

Con base en esta conceptualización, para el funcionamiento del SAR se consideran los siguientes procesos como los más relevantes en la configuración y dinámica de los ecosistemas:

Procesos geológico-geomorfológicos.

Estos procesos se revisan a dos escalas espacio-temporales: regional y local. En el primer nivel, se hace referencia al origen sedimentario, la definición de grandes unidades del relieve y su nivel de estabilidad como parte de los componentes macroestructurales que definen condiciones para el desarrollo de suelos y tipos de vegetación. Y en una segunda escala de aproximación, los procesos geológico-geomorfológicos se refieren al microrrelieve; es decir, la configuración particular que genera la presencia de diferentes tipos de cenotes, sus características y su relación con la vegetación tanto terrestre, como acuática, así como a la permeabilidad de las rocas y su relación con las diferentes zonas del acuífero y su comportamiento.

Procesos geohidrológicos

Se encuentra asociado al origen de la formación de la península, así como de las formaciones geológicas actuales (fracturamientos) que definen la dirección de los flujos hidrológicos subterráneos. Su presencia da origen a una serie de formaciones morfológicas que se expresan en el paisaje en forma de cavernas, grutas, cenotes, etc. Asimismo define el patrón de flujo subterráneos y las características del acuífero.

Tipos de Vegetación

Uno de los componentes más sensibles a los cambios ya sea de origen natural o antrópico es la vegetación. La identificación de los tipos de vegetación, su distribución, su estructura y los cambios que se han generado en los últimos 30 años por causas naturales y las actividades antrópicas se emplean como indicador de la dinámica de la vegetación a escala del Sistema Ambiental Regional permitiendo en conjunto con el resto de los componentes y procesos, el nivel de integridad funcional de los ecosistemas.

En el entendido de que un proceso ecosistémico se define como los atributos dinámicos de los ecosistemas, que incluyen a las interacciones entre organismos y a las interacciones entre los organismos y su medio ambiente. Tomando en cuenta lo anterior, se puede decir que los procesos ecosistémicos son la base del automantenimiento de un ecosistema. Ya que por ejemplo los procesos geológicos como la formación de montañas, ocurre a escalas regionales y globales y operan en períodos de cientos de miles y millones de años, los



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

cuales están relacionados con la hidrología superficial y subterránea de la región, de los cuales depende el tipo de vegetación que se desarrolle en la misma.

En el siguiente diagrama se incluyen los factores ambientales, las relaciones que establecen entre sí y que en conjunto ejercen mayor influencia en la estructura y funcionamiento del Sistema Ambiental Regional:

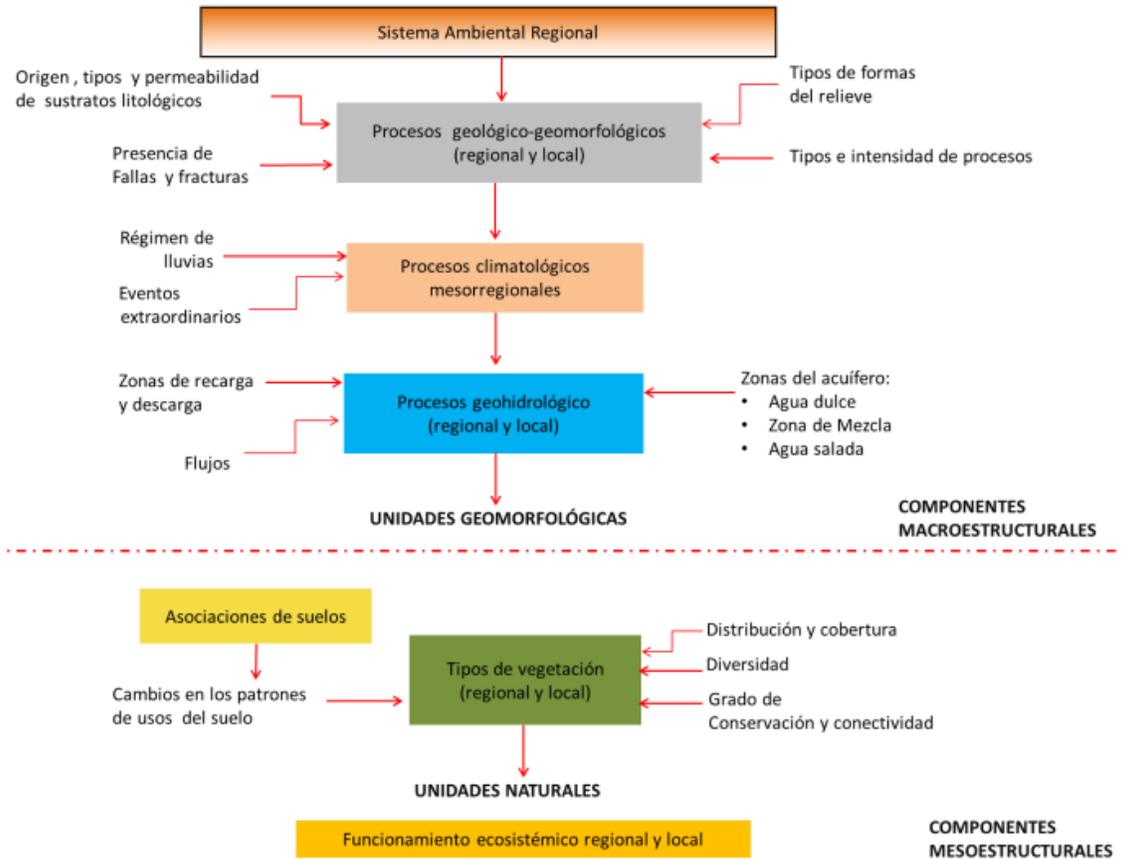


Figura 4.5.- Análisis de contenido del sistema ambiental regional (SAR)

El proyecto traerá consigo una serie de impactos positivos, entre estos, se considera a los arrecifes artificiales como sitios para la anidación, protección, desove, alimentación y sustrato para peces demersales, algas marinas e invertebrados bentónicos, favoreciendo el aumento de la diversidad biótica en sitios impactados por sobreexplotación o áreas naturales de baja diversidad, constituyéndose en una alternativa para el mejoramiento del hábitat.

Pérez del Torro (2001), entre los beneficios de la creación de arrecifes artificiales señala:

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

1. Disminución de presión sobre arrecifes naturales.

Uno de los factores más destructivos para los arrecifes naturales, es la sobreexplotación. Esto sucede cuando un gran número de pescadores o buzos utilizan un solo arrecife para obtener sus recursos y para bucear. Los arrecifes artificiales presentan un sitio alternativo de buceo por lo que disminuyen la presión sobre un solo arrecife. Esto permite la regeneración de vida en los arrecifes naturales y otorga descanso a los ecosistemas sobreexplotados.

Aunque el proyecto no tiene fines turísticos, se podrá utilizar el proyecto para actividades de concientización para generar conciencia en el cuidado de los ecosistemas.

2. Generación de espacios para nueva vida submarina.

Cada arrecife es capaz de sostener una determinada cantidad de vida según su tamaño y las condiciones de su ambiente. A medida que se erosionan los arrecifes, se disminuye la cantidad de vida que es capaz de sustentar. Esto afecta directamente a la cantidad de pesca y recursos marinos que se pueden explotar.

La creación de arrecifes artificiales genera nuevos espacios de vida y refugio para cierta cantidad de flora y fauna. La colonización de estos arrecifes, depende de la profundidad y del medio en el que se encuentre, pero en general son colonizados por algunos tipos de esponja, alga, coral, anémonas, moluscos, camarones, cangrejos y distintas especies de peces.

IV.2.2.1 Medio abiótico

La zona costera de la Riviera Maya es parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) que se extiende desde la Isla Contoy al norte de la Península de Yucatán a las Islas Bahía en Honduras, el segundo arrecife más largo del mundo. Como ecosistema, el SAM contribuye a la estabilización y protección de los paisajes costeros y sirve como hábitat para la alimentación y crianza de mamíferos marinos, reptiles, peces e invertebrados, muchos de los cuales son de gran importancia comercial con una gran relevancia socio económica ya que da empleo y es fuente de ingresos para personas que viven en las áreas costeras cercanas (INE-SAM, 1997).

En el Estado de Quintana Roo, por ser puerta de entrada al Mundo Maya, se han impulsado proyectos para el desarrollo turístico de la zona, ya que contribuye con una tercera parte de las divisas que generan las actividades turísticas (<http://www.qroo.gob.mx>, 2006). Se ha incrementando entre otras cosas, el amplio sistema portuario que atiende a más de un millón de turistas que viajan en cruceros, sin que se haya prevenido el grado en que estas actividades afectarían las condiciones ambientales favorables para la proliferación de los arrecifes coralinos de la región.

Frente a las costas del Municipio de Solidaridad, se desarrollan varias formaciones arrecifales, que además de la diversidad que representan y el papel que juegan dentro del ecosistema, son un punto de atracción turística importante, lo que pone de manifiesto la



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

necesidad de conocer y monitorear la calidad ambiental y el estado de conservación (Municipio de Solidaridad, 2001). Ello hace determinante evaluar el estado actual de las playas y otros ecosistemas importantes como el arrecife, para definir áreas de riesgo, conservación, rehabilitación y poder llevar a cabo un aprovechamiento y desarrollo sustentable de los mismos.

En México, particularmente en el Estado Quintana Roo en las zonas arrecifales cercanas al área de estudio, se han realizado las caracterizaciones de los arrecifes de Majahual (Maldonado Gasca, 1998) de Alacranes y de Boca Paila (Membrillo-Venegas, 1999). Garza-Pérez (2000), comparó la estructura de cuatro comunidades coralinas aplicando las técnicas de videotransectos. También, es importante destacar los trabajos de caracterización, monitoreo y propuestas de manejo para Sian Ka'an, Xcalac Cozumel, Cancún, Banco Chinchorro, y el efecto de los huracanes (Gutiérrez et al., 1991, 1994, 1995, 1996; Gutiérrez y Bezaury, 1993; García y Loreto, 1996a, 1996b; García et al., 1997; Lara et al., 1998; Loreto, 1998 y Vega y Loreto, 2001). Además, existe un plan de manejo para la reserva de la biosfera de San Ka'an (www.conanp.gob.mx, 2006).

El litoral del SAR en estudio, localizado entre los 20°43'-20°47' latitud norte y 86°57'-87°26' longitud oeste, constituye la parte más significativa de lo que se conoce mundialmente como Riviera Maya; ocupa la región centro-meridional del corredor turístico Cancún Tulum, que se extiende a lo largo de unos 120 Km y es uno de los destinos turísticos más importantes de México y de todo el Caribe.

La zona es una típica llanura costera carsificada con menos de 25 metros de altitud, desarrollada sobre rocas calcáreas terciarias hacia las zonas más interiores.

Hacia la costa predominan las rocas calcáreas cuaternarias, recubiertas por depósitos recientes arcilloso-pantanosos en las zonas bajas de lagunas y humedales. En los sectores de playas y dunas las rocas calcáreas cuaternarias están recubiertas por arenas.

A escala regional es evidente la distribución de las unidades geográficas en franjas paralelas a la línea de costa. Los paisajes se suceden desde las playas y dunas a una franja intermedia de superficies carsificadas y lagunas costeras interiores, hasta la plataforma continental característica de la parte central de la Península de Yucatán, este tipo de estructura paisajística se caracteriza por una intensa dinámica funcional, influenciada por los procesos costeros, las fluctuaciones climáticas y cambios del nivel medio del mar; razones por las cuales la interacción tierra-mar es más acentuada que en paisajes jóvenes sobre llanuras holocénicas y pleistocénicas tardías; produciéndose un escenario inestable, por ende, frágil y susceptible a los impactos humanos.

El arrecife de coral es una parte importante de todo este extenso sistema litoral. Se extiende paralelo a la costa, en forma discontinua desde el norte de Quintana Roo hasta la Bahía en Honduras se conoce como el Gran Arrecife Mesoamericano y es reconocido como el segundo más largo del mundo. Por su cercanía a la costa, las formaciones arrecifales juegan un papel relevante para las playas, ya que proporcionan protección contra el oleaje, así



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

como ante las tormentas y huracanes característicos del Caribe Mexicano Asociados directamente a los arrecifes de coral, se presentan lagunas arrecifales donde es posible encontrar pastos marinos (*Thalassia sp.* y *Syringodium sp.*).

Usualmente se les reconoce por la importancia ecológica que tienen para el desarrollo de las larvas y juveniles de muchos invertebrados y peces que habitan en el arrecife coralino: como alimento para varias especies de tortugas marinas que anidan en las playas, en los meses de mayo a octubre; además de servir como trampas de sedimento, estabilizando el fondo y proporcionando protección contra la erosión costera.

En ciertas partes se pueden encontrar, franjas de humedales, lagunas costeras y manglares, localizados tierras adentro, después de la barra arenosa, que también están fuertemente asociados a la estructura paisajística costera, a través de múltiples procesos y geoflujos hídricos y biológicos, encontrándose además un buen número de cenotes.

En zonas donde no se presenta la protección de la barrera arrecifal, se producen fenómenos de erosión, que afectan la estructura de la playa, con la aparición de afloramientos rocosos.

Las Regiones Terrestres Prioritarias según la CONABIO cercanas al SAR son dos:

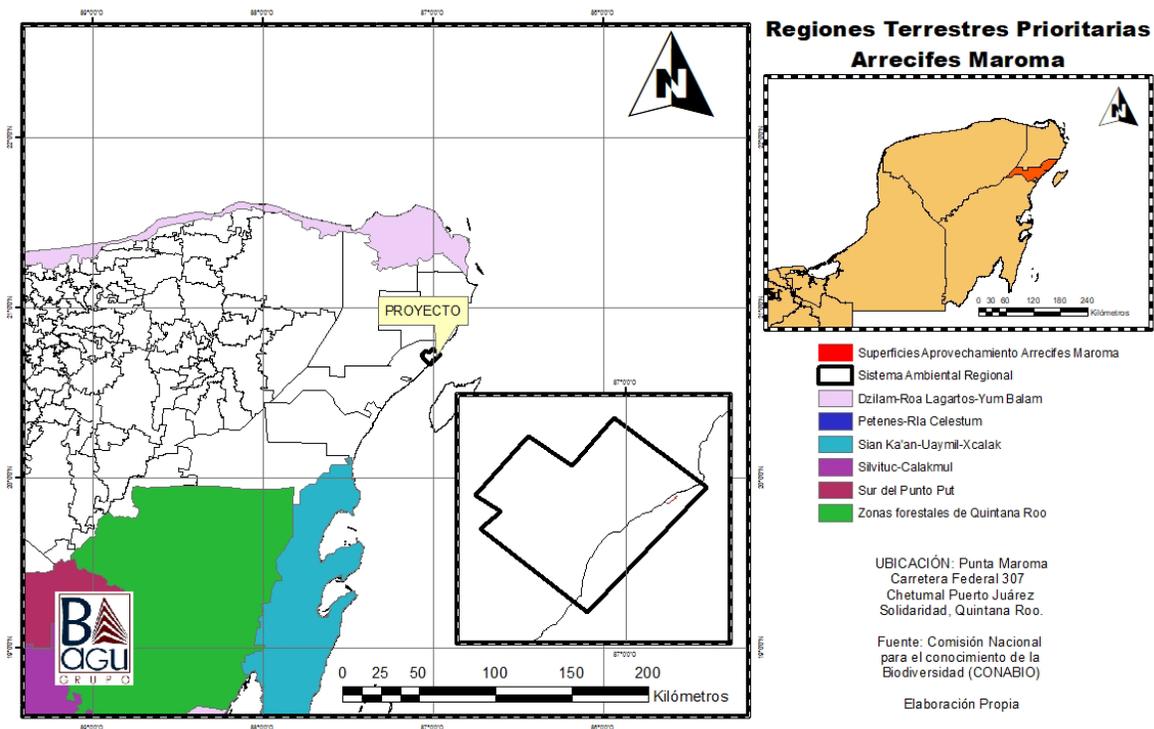


Figura 4.6.- Regiones terrestres prioritarias próximas al proyecto

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Debido a la distancia que existe entre el SAR, el predio y estas regiones, no existe interacción alguna entre los componentes del proyecto y la problemática que aqueja a cada una de estas regiones.

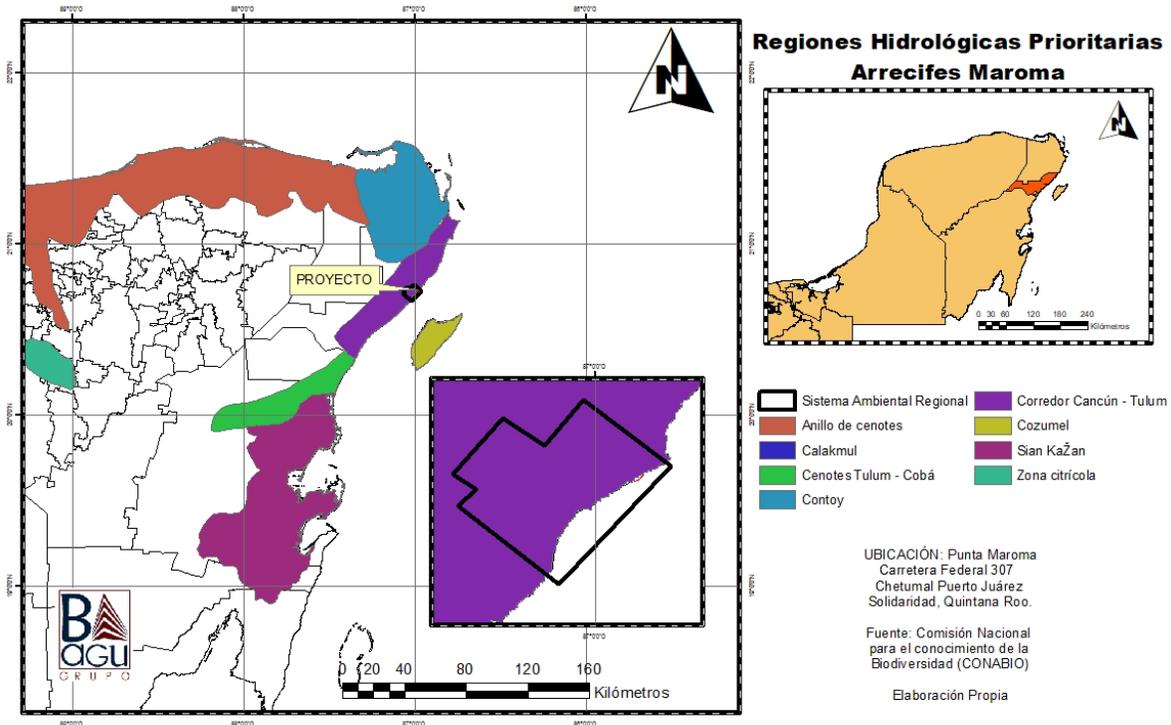


Figura 4.7.- Regiones hidrológicas prioritarias próximas al proyecto.

Derivado de su emplazamiento y delimitación, el SAR y el polígono del proyecto se inserta en la siguiente Región Hidrológica Prioritaria: RHP 105 Corredor Cancún Tulum.

Para definir las potenciales interacciones del proyecto con las Regiones Hidrológicas Prioritarias establecidas por CONABIO y de este modo determinar si tienen o no influencia en la dinámica y funcionalidad de las mismas, es importante tomar como punto de partida la metodología que CONABIO emplea para la identificación y delimitación de las mismas.

Eso permitirá comprender la naturaleza e importancia de estas regiones así como de los recursos que se pueden ver comprometidos con la presencia de este proyecto en específico y sus características.

CONABIO, establece los siguientes criterios para la definición y evaluación de esta regionalización:

Biodiversidad, entendiendo por ésta a la variabilidad de organismos de cualquier fuente, incluidos, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también, la diversidad dentro de cada especie y entre las especies.

La cuenca hidrológica como unidad de análisis (superficie del terreno cuya topografía u geología hacen que el agua drene a un punto común), definida como el área mínima indispensable de delimitación natural para instrumentar una aproximación ecosistémica en el análisis, planeación, manejo y uso sustentable de los recursos hidrológicos epicontinentales.

Con base en estos criterios CONABIO establece tres categorías:

Regiones de alta biodiversidad. Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área (cuenca, subcuenca, parte alta, media o baja de la misma o cuerpo de agua individual) que tienen la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan los distintos sectores, público, privado o independiente.

Regiones de uso por sectores. La identificación de las regiones de uso corresponde a aquellas áreas donde se realizan diferentes actividades de usos de los recursos, intensivos o extensivos. Estas áreas pueden coincidir con alguna(s) de las áreas de biodiversidad. Si no existe coincidencia, no hay conflicto de uso.

Regiones de Amenaza. Estas regiones presentan algún tipo de amenaza para la biodiversidad, en las cuales pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan los distintos sectores público o privado.

Regiones con falta de información. Estas regiones se identificaron como áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. Es importante señalar que en general todas las regiones requieren de información, no sólo de su flora y fauna sino también de sus ecosistemas, aspectos ecológicos y de sus recursos hídricos.

El origen sedimentario de la Península, derivado de un proceso continuo de transgresión y regresión marina, ha dado como resultado que esta provincia este conformada por una gran plataforma de rocas calizas que alcanza los 1,300 m de espesor sobre las cuales descansan una capa más de carbonatos de 1000 m de espesor. La naturaleza de estas rocas, es el proceso de transgresiones marinas sobre la zona este del Estado de Quintana Roo y las fluctuaciones del nivel del mar durante la edad de hielo de Illiniois (0.2 – 0.1 millones de años) favorecieron el desarrollo de sistemas cársticos.

De esta manera, la alta permeabilidad de los sustratos litológicos favorece una rápida infiltración del agua y la disolución de conductos hasta alcanzar el manto freático lo que provoca que el drenaje superficial sea casi inexistente.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Aunado a esta condición y también derivada de su origen, el relieve es casi plano con pocos cambios altitudinales, razón por la cual, la delimitación de microcuencas y el análisis hidrológico por zonas funcionales no es operativa. Por lo que en este caso la cuenca hidrológica no funciona como una forma de aproximarse a la complejidad de los recursos tanto léntico como lóticos de las Regiones Hidrológicas Prioritarias identificadas en esta región el país, y en las cuales quedan inmersos tanto el SAR como el predio mismo.

De este modo, el análisis tomará como eje la importancia, ubicación y escala de los recursos más importantes dentro de la RHP para después analizar a escala del predio la presencia y expresión de los recursos hídricos a nivel de detalle, ya que es en esta escala de referencia donde se pueden definir cómo y en qué medida las obras y actividades que se desarrollarán como parte del proyecto aumentarán o no la problemática existente en la región.

RHP 105 Corredor Tulúm Cancún

Esta región está clasificada bajo tres categorías: Regiones de alta biodiversidad (AAB), Regiones de uso por sectores (AU) y Regiones amenazadas (AA). Y los principales problemas identificados están asociados a los complejos turísticos sobre todo aquellos ubicados en la zona costera: obras de ingeniería, deforestación, tala del manglar, modificación de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.

Asimismo también se registra contaminación por aguas residuales y residuos sólidos. Los recursos lénticos más importantes identificados para esta región son las Lagunas Chakmochuk y Nichupté, así como el conjunto de cenotes, estuarios y humedales que se desarrollan al interior de la plataforma cárstica. En el caso de la Laguna Nichupté, el SAR se localiza a una distancia de 45 km y el predio a una distancia de 47 km., por lo que el proyecto no interactúa ningún sistema lagunar.

Con respecto a los estuarios y humedales, su presencia está relacionada con la morfología del relieve y las zonas de descarga del acuífero regional. Así, los flujos geohidrológicos regionales van en dirección oeste -este, es decir de la porción continental hacia la línea de costa, y de esta manera, alimenta a los humedales y estuarios que se localizan en esta última. Estos patrones regionales de descarga mantienen una estrecha correlación con el relieve, su origen, la susceptibilidad a inundarse y el desarrollo de comunidades vegetales específicas. De esta manera, a nivel SAR, las Llanuras bajas se encuentran alineadas entre sí de manera paralela conformando un perfil escalonado, en el cual, los límites entre cada nivel corresponde al límite de una geoforma. Las Llanuras bajas en conjunto presentan condiciones geohidrológicas generales parecidas, pero en al interior es posible reconocer diferencias significativas, que en gran medida influyen sobre el desarrollo de horizontes en el suelo, en el tipo, estructura y composición de comunidades vegetales, así como en el comportamiento geohidrológico del acuífero. Así, la presencia de estuarios y humedales se restringen principalmente a la unidad geomorfológica denominada Llanura baja de inundación con vegetación de manglar, la cual se ubica a tan sólo 5 msnm, y la cual se extiende hacia los sectores noreste y suroeste del SAR.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

En el caso de los polígonos del proyecto, éstos se localizan en la zona de costa (área marina) con relictos de cordones costeros la cual se extiende hasta la línea de costa, donde conforma una playa, por lo que en su interior no se registra la presencia de humedales ni de la vegetación asociada a estos. La zona de humedales, que además presenta del establecimiento y desarrollo de comunidades de manglares, más cercana al área del proyecto se localiza a 220 m de distancia al oeste del proyecto.

En lo referente a los cenotes, a nivel del Estado no existen levantamientos detallados del número y tipo de cenotes que se han desarrollado como parte del paisaje cárstico que caracteriza a la Península de Yucatán sobre todo de aquéllos de dimensiones moderadas a pequeños ya que la vegetación también los cubre dificultando su identificación.

Sitios Prioritarias Epicontinentales

En el caso de México, la diversidad biológica asociada a las aguas epicontinentales superficiales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estos ecosistemas no pueden sobrevivir sin un aporte de agua, materia orgánica y energía. Los atributos fisicoquímicos y ecológicos de un cuerpo de agua dependen principalmente del medio natural que los rodea, de los asentamientos humanos y de las actividades que se llevan a cabo dentro de la cuenca.

Los principales ecosistemas acuáticos en México son:

- Sistemas fluviales
- Sistemas lacustres
- Humedales
- Cenotes
- Oasis

CONABIO, como parte de los compromisos internacionales que México ha suscrito en materia de biodiversidad, acordó fortalecer los sistemas de áreas protegidas para lo cual realizó un análisis de vacíos y omisiones en el tema de conservación. De esta manera, en lo que se refiere a biodiversidad acuática epicontinental se empleó el algoritmo de optimización MARXAN versión 1.8, con el uso de una rejilla de 83 091 hexágonos de 25 km en la que se incorporaron todos los elementos de análisis. El algoritmo permite identificar una combinación de unidades de análisis que cumple con las metas de conservación asignadas en un área mínima y con los valores más bajos de impacto.

Asimismo, se consideraron los factores de presión, los cuales en conjunto con lo anterior permitieron establecer una jerarquización por niveles de prioridad. Cabe señalar que no existen fichas específicas por cada polígono identificado pero al revisar la metodología empleada por CONABIO, así como por la bibliografía que la respalda, este sitio entra dentro de la categoría de Cenotes, los cuales son resultado de las características geohidrológicas de la Península de Yucatán.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

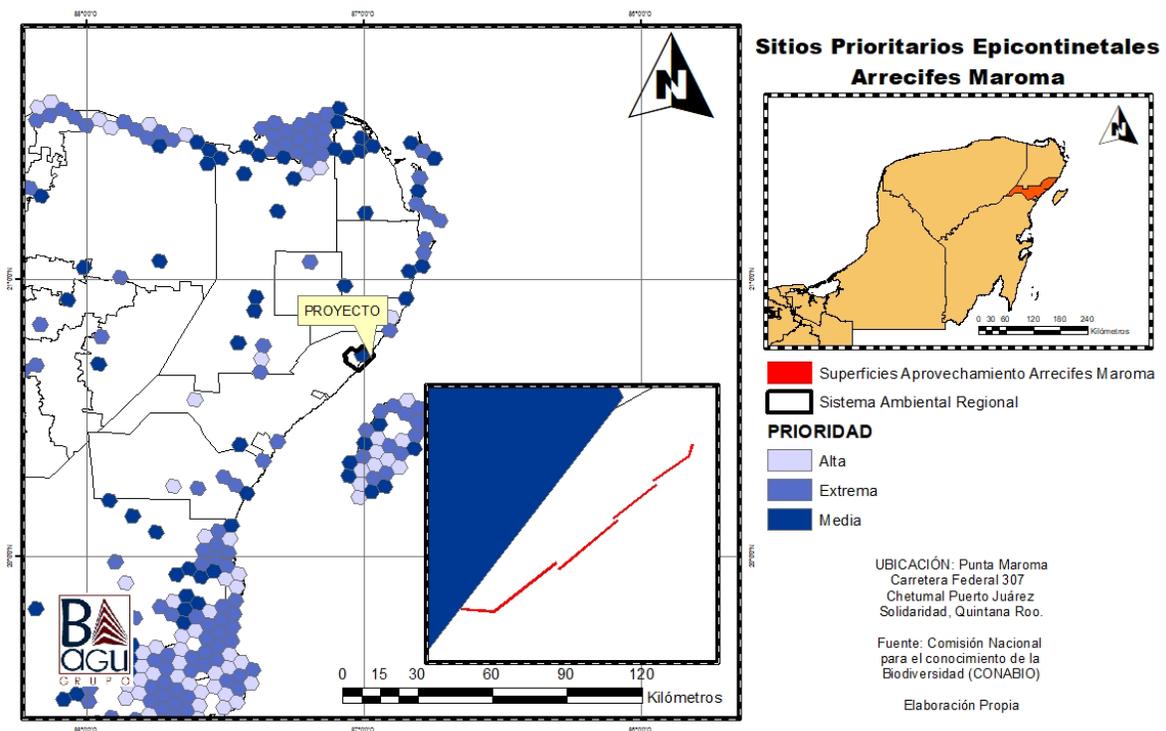


Figura 4.8.- Ubicación del SAR y proyecto con respecto a los Sitios Prioritarios Epicontinentales

Así, a nivel SAR, por un lado, se registra la presencia de un sitio de prioridad media, y referente al proyecto, este no se ubica dentro de ningún sitio, es importante mencionar que por la propia naturaleza del proyecto este no afectará a este sitio Prioritario Epicontinental, ya que el proyecto en la operación no generará residuos, aguas residuales, ni el aprovechamiento de ningún energético, el proyecto tiene como finalidad proteger a la costa de los embates de los fenómenos hidrometeorológicos y crear un ambiente de refugio y alimentación de diversas especies acuáticas.

Áreas Prioritarias Marinas

Con respecto a las Áreas Prioritarias Marinas, el SAR y el proyecto se extienden dentro del APM 63 Punta Maroma-Nizuc.

Las problemáticas asociadas a esta Área Prioritaria Marina está vinculada principalmente a los asentamientos urbanos y los desarrollos turísticos que se localizan en la franja costera.

Entre los problemas más relevantes, la ficha señala la modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, deforestación. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales, contaminación por basura y aguas residuales, el uso de recursos: presión sobre manatí y tortugas y por Regulación: falta de normatividad en

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

caletas y cenotes por parte del sector turístico. Cabe destacar que en el proyecto “Arrecifes Artificiales Maroma” los impactos descritos anteriormente serán mínimos, al ser únicamente los trabajos sobre el área donde se asentaran e instalaran los arrecifes artificiales.

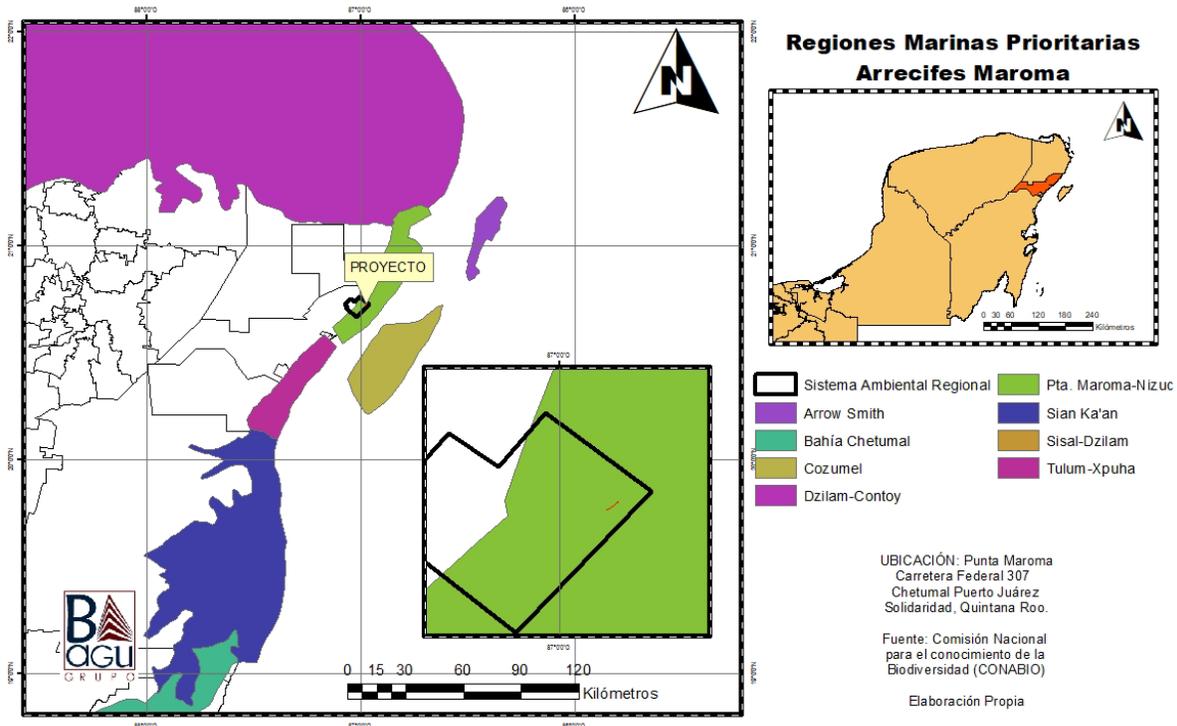


Figura 4.9.- Ubicación del SAR y predio con respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

El Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

Ni el SAR, ni el área del proyecto de interés no se ubican dentro de alguna de las AICA's identificadas para la Península de Yucatán como se ve en la siguiente imagen.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

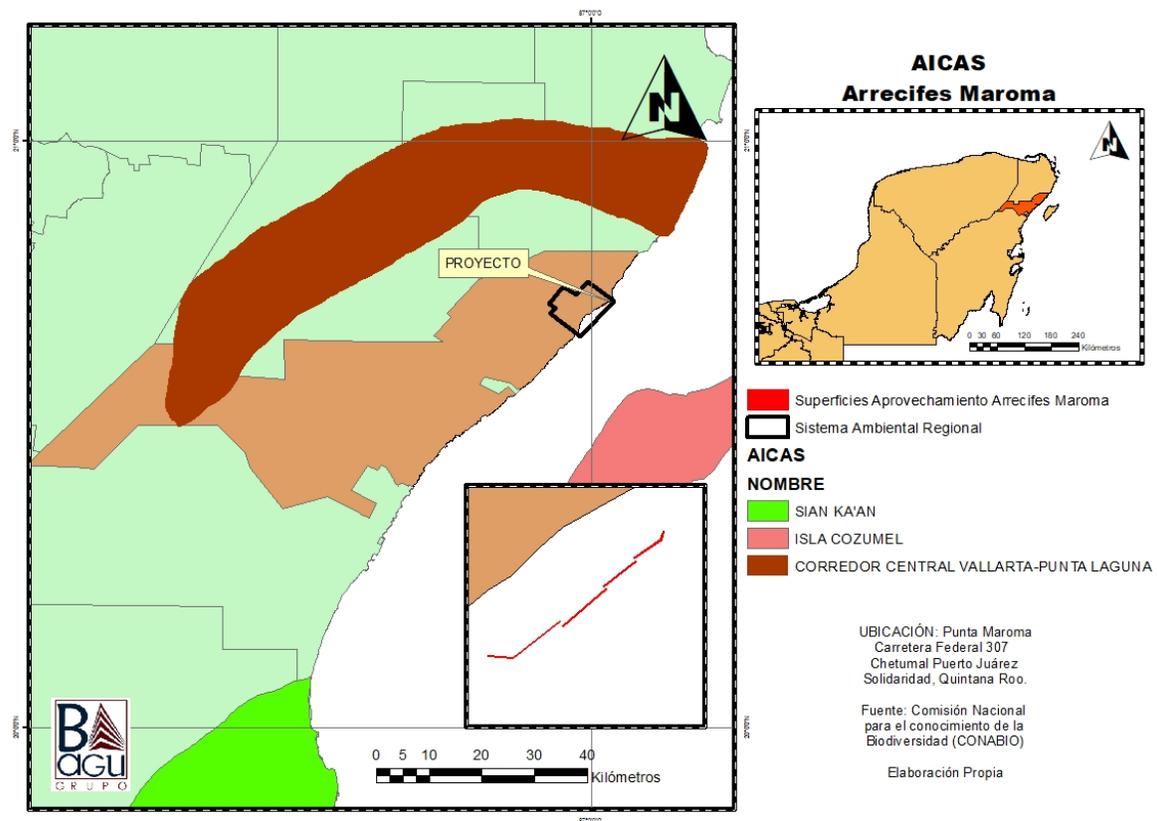


Figura 4.10.- Ubicación del SAR y predio con respecto a las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's)

• Clima y fenómenos meteorológicos

A nivel regional, la Península de Yucatán presenta un régimen climático del tipo cálido subhúmedo (A). Sin embargo debido al efecto directo de la latitud, en el caso del Estado de Quintana Roo, éste se ve sometido a una intensa radiación solar durante el año, lo que provoca altas temperaturas diurnas, pero durante el invierno la radiación disminuye debido a que los rayos solares no se proyectan directamente en la superficie, sino sobre planos inclinados.

Por otro lado, y derivado de su vecindad con el mar, en la franja costera se registra una menor variación térmica en el transcurso del año razón por la cual, la temperatura de las localidades ubicadas en la costa o en sus alrededores es más baja que en el resto de la entidad, mientras que las temperaturas mínimas son ligeramente más elevadas.

Mientras que tierra dentro las condiciones varían, ya que los días son más calurosos y las noches más frescas. La brisa marina también juega un papel muy importante en el régimen de lluvias pues contribuye al desplazamiento de las nubes hacia el suroeste antes de agotar su humedad; de esta manera, modifican la trayectoria normal de las

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

masas de aire húmedo, que al entrar en la tierra por las costas siguen un curso sensiblemente orientado de este – sureste a oeste – noroeste. Lo anterior explica en parte la distribución territorial de las lluvias, las cuales disminuyen conforme avanzan en la dirección que siguen los vientos dominantes.

Las características y el comportamiento del régimen pluvial están determinados por las elevadas temperaturas y las condiciones generales de la circulación atmosférica, especialmente de los vientos alisios de los nortes y las tormentas tropicales, que transportan las formaciones nubosas tierra adentro. Estas masas de aire, al no encontrar montañas que interfieran su paso, llevan a todo el estado la carga de humedad que recogen de las aguas oceánicas, por lo cual puede llover en la misma proporción a lo largo del todo el territorio de Quintana Roo.

De esta manera, el conjunto de factores locales tales como: alta insolación; presencia de constante brisa marina; elevada humedad atmosférica; reducida elevación sobre el nivel del mar; y relieve muy suave sin fuertes contrastes altitudinales influyen directamente sobre los patrones de distribución e intensidad de precipitación y temperatura lo que permite que al interior de la Península y del Estado se registren diversos subtipos climáticos.

En el caso del Sistema Ambiental Regional establecido para este proyecto, el tipo de clima es el subtipo Aw1 (x') que corresponde a un clima cálido de humedad intermedia, se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 25.5°C, con diferencias de media mensual de 5 y 7°C entre el mes más frío y el mes más caliente, lo que implica poca variabilidad. En lo que se refiere a la precipitación media anual de 1224.7 mm.



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

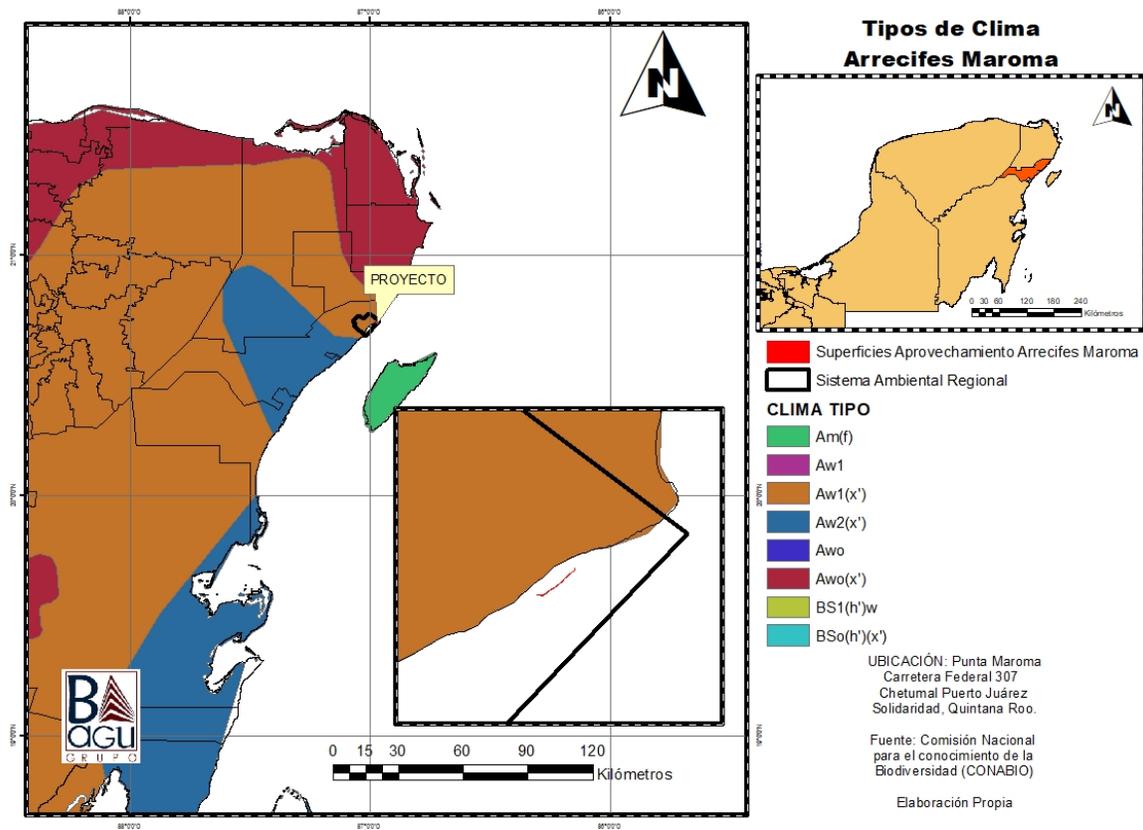


Figura 4.11.- Tipo de clima en el SAR y proyecto.

• **Temperatura**

En términos generales, todo el Estado de Quintana Roo presenta un clima cálido subhúmedo con una temperatura media anual de 26°C. El mes de enero es el menos caluroso mientras que el más cálido puede caer antes o después del solsticio de verano o sea, mayo, junio, julio o incluso agosto pero en cada estación la temperatura es uniforme. Los meses más calientes son de mayo a septiembre con temperaturas que oscilan de 25 a 29°C. Los meses más fríos van de diciembre a febrero con valores entre 21° y 24°C.

A los alrededores del SAR se localizan estaciones climatológica, todas ellas con las siguientes ubicaciones:

1. Estación Playa del Carmen (clave 23163), ubicada en la ciudad del mismo nombre hacia el sureste del SAR (Lat 20° 38´ 04” N Long 87° 04´40” W) con datos de 1998 a 2009 para algunas de las variables. Esta última queda comprendida en el subtipo Aw2 (x´), mientras que las otras dos anteriores así como la Estación Victoria corresponde al subtipo Aw1 (x´).

2. Estación Central Vallarta, Puerto Morelos (clave 23166), la cual se localiza sobre la carretera que une las localidades de Puerto Morelos y Leona Vicario en la porción noroeste del Sistema Ambiental Regional. Sin embargo, solo presenta registros para el periodo 1990-2000.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

3. Estación Victoria (clave 23027).

Los registros de la estación Leona Vicario abarcan un periodo amplio y cuentan con datos continuos para el período 1981-2010 reportando los siguientes valores con respecto a la temperatura:

Temperatura máxima normal: 31.9°C
Temperatura máxima mensual: 38.0°C
Mes más caliente: septiembre
Temperatura mínima normal: 19.3°C
Temperatura mínima mensual: 11.0°C
Mes más frío: marzo

Para la estación Central Vallarta solo existen registros para el periodo 1990-2000, reportando solo valores promedio. De tal modo, que en lo que se refiere a temperatura, el mes más caliente es julio con 27.4°C de temperatura media mientras que el mes más frío es enero con 23.0°C.

En el caso de la Estación Victoria también se tiene un registro continuo desde 1981 a 2010, con los siguientes valores:

Temperatura máxima normal: 29.7°C
Temperatura máxima mensual: 38.3°C
Mes más caliente: septiembre
Temperatura mínima normal: 19.0°C
Temperatura mínima mensual: 10.8°C
Mes más frío: enero

De este modo, el patrón de temperaturas responde a la condición previamente señalada, es decir, conforme el SAR se desarrolla hacia el noreste (tierra adentro) las temperaturas varían ligeramente, presentando entonces días más calurosos ya que alcanzan los 31°C y las noches son más frescas descendiendo hasta 19.3°C. En congruencia, entonces la Estación Victoria reporta los valores más bajos en lo que se refiere a temperatura, aunque las diferencias son sutiles entre ésta estación y la estación Leona Vicario, en términos generales representa una mayor humedad atmosférica disponible para los diferentes procesos ecosistémicos.

• **Precipitación**

INEGI, señala que la época de lluvias se presenta durante los meses de mayo a octubre con precipitaciones en forma de aguaceros aunque a veces se prolonga hasta noviembre (Herrera, 2011).

La temporada de secas abarca los meses de noviembre a abril. Esta época se puede dividir en dos periodos: época de nortes, que comprende de noviembre a febrero, ocasionada por masas de aire y nubes con vientos polares acompañados de rachas violentas y temperaturas bajas. El segundo período es de febrero al mes de abril y se considera de franca sequía.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

El régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe.

Para la estación Central Vallarta los registros de precipitación solo se presentan bajo el indicador de promedio diario, lo que dificulta su comparación con los datos de la Estación Leona Vicario. Así, para esta última, la cual se encuentra a 36 km de la línea de costa, la precipitación normal anual es de 1,139.0 mm; la máxima mensual se ha reportado para el mes de junio con un valor de 566.8mm siendo este mismo mes el que ha registrado las precipitaciones máximas diarias alcanzando 262.6 mm. En el caso de la Estación Victoria la precipitación media anual asciende a 1,379.9mm con una máxima mensual de 633.7 mm durante el mes de mayo y en lo que se refiere a la precipitación máxima diaria el registro señala que se ha reportado durante el mes de octubre con un valor de 305.0mm, este evento está muy probablemente asociado a la ocurrencia de algún ciclón tropical.

De esta manera, se aprecia un incremento en la humedad dentro del SAR de noreste a suroeste que inicia con valores de 1200 mm de precipitación media anual alcanzando los 1500mm en el extremo surponiente del proyecto, el cual se extiende hasta Majahual mientras que conforme se interna tierra adentro en el Estado se presentan algunas islas de menor humedad hacia la frontera sur entre Quintana Roo, Campeche y hacia los límites con Belice.

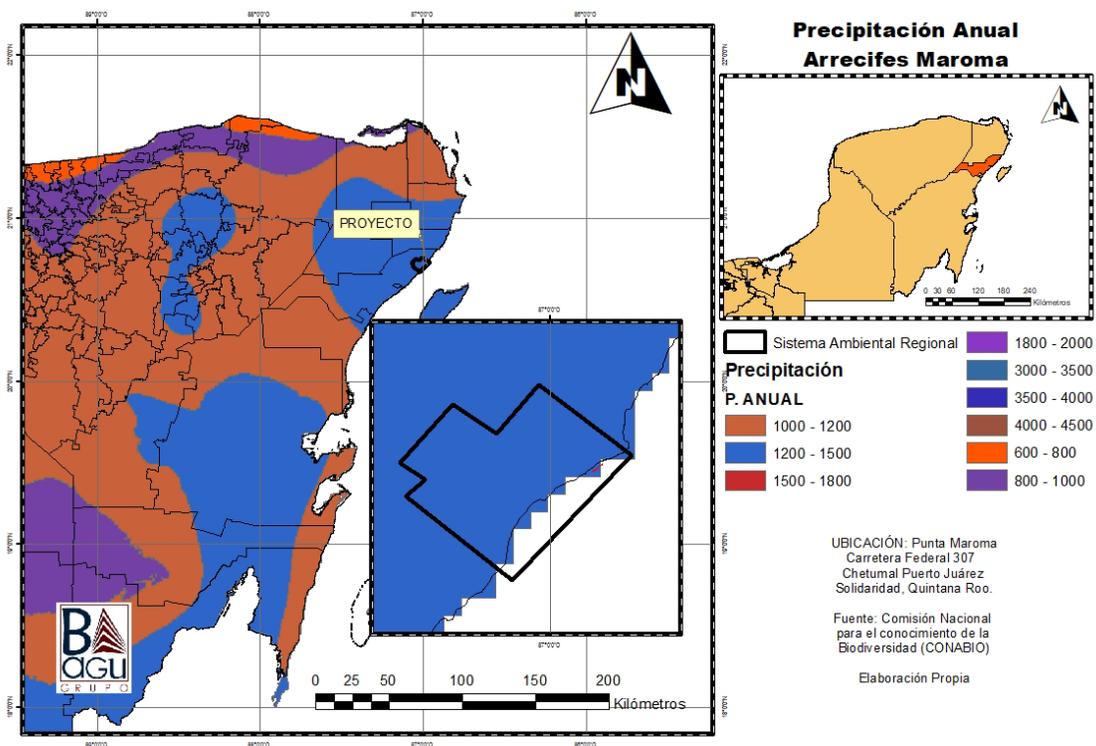


Figura 4.12.- Tipo de clima en el SAR y el proyecto.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Vientos dominantes

El Sistema Ambiental Regional está sujeto a la influencia de las masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico; para el área se cuenta sólo con los datos del período de 1998-1999. El SAR se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del Norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de viento tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial.

La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que presenta la Península de Yucatán.

Humedad relativa.

Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales.

• Riesgos hidrometeorológicos Ciclones Tropicales

Entre los principales eventos meteorológicos que tienen influencia sobre la costa de la Península de Yucatán son los ciclones tropicales y los “Nortes”

En el caso de los primeros, estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de Junio a Noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones.

La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo.

La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano. La mayor parte de estos fenómenos generados en esta zona, adquieren grandes magnitudes debido a que se desplazan a grandes distancias sobre las cálidas aguas del Atlántico tropical, que entre otros factores alimentan de energía a dichos fenómenos y sus efectos suelen ser devastadores.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.

Las tormentas tropicales y los huracanes se manifiestan a partir de junio y perduran hasta noviembre, siendo septiembre el de mayor incidencia y con los mayores efectos sobre el litoral. Con respecto a lo “Nortes” son de menor duración, y ocurren desde noviembre a mayo. A diferencia de los eventos anteriores, los “Nortes” no causan daños significativos.

Herrera Sansores (2011), señala que Quintana Roo ocupa el tercer lugar en incidencia de huracanes, después de Baja California Sur y Sinaloa; en la Península de Yucatán, es el estado donde impactan con mayor fuerza y poder destructivo.

Los huracanes salen por las costas yucatecas y campechanas, a su paso aumenta el caudal de las rías yucatecas o crean nuevos bancos arenosos. Otro factor que influye en la actividad ciclónica es la variabilidad inducida por el fenómeno del Niño en la temperatura (temperaturas oceánicas calientes) y su contraparte La Niña (temperaturas oceánicas frías). Así, Herrera (2011), cita el trabajo de Banichevich y Lizano, quienes al estudiar esta relación entre los huracanes y el fenómeno El Niño/La Niña, encontraron que durante los años que se presenta El Niño se ha observado una reducción en el número y fuerza de los ciclones originados en el Caribe, mientras que cuando se presenta la Niña se registra una mayor actividad ciclónica.

Eventos históricos

Según datos de la Comisión Nacional del Agua para el período 1970-2011, se ha reportado la entrada de 30 ciclones tropicales a las costas del Estado de Quintana Roo.

Entre los huracanes más impactantes que han tocado las costas de Quintana Roo en los últimos 20 años han sido Gilberto en 1988, este causó daños sobre la vegetación y las playas del norte del Estado, aunque sus efectos fueron perceptibles en prácticamente toda la Península de Yucatán.

El huracán Wilma, se presentó en 2005 y causó daños a la infraestructura turística en Cancún y Puerto Morelos, también causó daños a la vegetación en el Noreste de la Península de Yucatán, lo que propició gran cantidad de incendios durante la época de estiaje del 2006.

El huracán Emily también se presentó en el 2005 y tocó tierra entre Tulum y Playa del Carmen. Los daños se tradujeron en pérdida de vegetación arbórea y el necrosamiento parcial de la biomasa vegetal, así como numerosas inundaciones debido a la precipitación recibida.



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

En la siguiente tabla se resume los principales huracanes que han tocado las costas de Quintana Roo, en las cercanías del Sistema Ambiental Regional.

Fecha	Nombre	Contacto en tierra
14 de septiembre de 1988	Gilberto	Cozumel y Playa del Carmen
21 de noviembre de 1988	Keith	Cancún
5 de agosto de 1990	Diana	Chetumal
18 de septiembre de 1993	Gert	Chetumal
27 septiembre de 1995	Opal	Bahía de Espiritu
2 de octubre de 1995	Roxanne	Costa Central de Q. Roo
20 de agosto de 1996	Dolly	F.C. Puerto
14 septiembre de 2000	Gordon	Tulum
3 de octubre del 2000	Keith	Costa Sur de Q. Roo
21 de agosto del 2001	Chantal	Costa Sur de Q. Roo
22 de septiembre del 2002	Isidore	Costa norte de la Península de Yucatán
18 de Julio del 2005	Emily	Centro y Norte de Q. Roo
21 de Octubre del 2005	Wilma	Centro y Norte de Q. Roo
21 de Agosto del 2007	Dean	Chetumal
21 julio de 2008	Dolly	Chetumal
8 noviembre 2009	Ida	No toca tierra
13 octubre 2010	Paula	No toca tierra

Figura 4.13.- Datos históricos de huracanes (Fuente: CNA, Comisión General del Servicio Meteorológico Nacional, 2011.)

Los daños no solamente se traducen en la infraestructura existente, también se presenta sobre los ecosistemas. Entre los daños más evidentes sobre la vegetación es la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles e incluso la pérdida de árboles. La recuperación de dichos ecosistemas se produce después de varios meses ocurrida la afectación.

Mientras que en los ecosistemas de manglar y la vegetación de dunas costeras (las dunas son de importancia pues en muchos casos constituyen una barrera de protección para las comunidades de vegetación aledañas), la recuperación suele ser más lenta que incluso algunos años.

Así, el Estado de Quintana Roo está sujeto a intensas precipitaciones derivado de su ubicación con respecto a las trayectorias de los ciclones siendo la zona costera la más vulnerable por su cercanía con el mar, un relieve casi plano así como por el gran número de

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

asentamientos humanos que se han desarrollado a lo largo de la línea costera como resultado de la creciente industria turística.

Debido a la ocurrencia de este fenómeno en esta región del país, el CENAPRED ha definido que el grado de peligrosidad para el Municipio de Solidaridad, donde se emplaza el proyecto y el Sistema Ambiental Regional está en la categoría de peligro muy alto por presencia de ciclones tropicales.



Figura 4.14.- Mapa de Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales.

Fuente: CENAPRED. 2012. Atlas Nacional de Riesgos.

Mientras que en lo referente al grado de riesgo, el nivel se incrementa a muy alto ya que este indicador se construye con base en tres índices: densidad de población, el índice de vulnerabilidad social así como el peligro por presencia por ciclón tropical.

En conclusión, a partir de la información analizada se puede señalar que el SAR se caracteriza por presentar tasas de precipitación, temperatura y evaporación relativamente homogéneas, siendo los ciclones tropicales y los “nortes” los principales eventos meteorológicos que definen una marcada estación de lluvias, la cual comprende 5 meses.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

En lo que se refiere a la temperatura, a lo largo del año predominan las temperaturas cálidas, las cuales se acentúa durante la temporada de secas lo que incrementa los índices de evaporación.

Todos estos en conjunto representan una entrada constante de energía al Sistema Ambiental Regional y que al interactuar con el resto de los componentes ambientales definen ciertos tipos e intensidad de procesos que le confieren su configuración actual.

Nortes

En la zona de interés, con periodicidad anual se registran, durante los meses de noviembre a febrero, frentes fríos de tipo anticiclónico que descienden desde Norteamérica, conocidos comúnmente como Nortes.

Al considerar la magnitud de sus características, en lo que respecta a cambios en la temperatura ambiente, aportes a la precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los Nortes no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por su ocurrencia, razón por la cual se les denomina intemperismo no severos.

Su arribo a la zona de interés, se manifiesta por medio de la formación de masas húmedas y frías provenientes de la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. Estos fenómenos tienen un desplazamiento hacia el sudeste hasta que son disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. En la época invernal en que se manifiestan, los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran grandes extensiones de nubosidad e incrementan de manera importante la precipitación pluvial.

Aire

Las condiciones naturales de típicas de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán, con un relieve plano, con brisa marina constante, vientos dominantes estacionales que facilitan la dispersión de partículas y por consiguiente impiden su concentración determinan que la calidad del aire en este sistema ambiental sea satisfactorio.

Los impactos ambientales previstos para este proyecto son irrelevantes ya que no se realizará remoción vegetación y por lo tanto no se necesitara maquinaria pesada para tales actividades, el proyecto al realizarse en una porción marina y el proceso para la colocación de los pilotes es por medio de Sifoneo, solamente se utilizara un compresor a base de diesel mismo que se encontrara en una sección en tierra firme, no se generaran emisiones a la atmosfera significativas. Este impacto se considera temporal, adverso e irreversible con medidas de prevención, de escasa magnitud e importancia; ya que se aplicarán los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables y los sedimentos generados por las actividades de construcción serán contenidas por medio de mallas geotextiles.

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar

- **Hidrología**

Quintana Roo es uno de los estados donde las lluvias son abundantes, ya que su precipitación es de más de 1,000 mm anuales; sin embargo, tal y como lo señalan varios autores (Gutiérrez Aguirre, M., Cervantes Martínez, A., (2011); Lugo Hubp, J., Aceves-Quesada, J., (1992); López Ramos, (1975); Raisz, (1959) debido a su origen y procesos, la Península de Yucatán presenta sustratos litológicos con una alta permeabilidad que ha favorecido, entre otros factores, el desarrollo del relieve cárstico. Razón por la cual, carecen de ríos o arroyos, excepto por el Río Hondo, corriente superficial que sirve de límite natural entre nuestro país y Belice.

La mayoría de las corrientes superficiales existentes son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas; suelen formar redes dendríticas, surgencias y pérdidas; el régimen de la mayoría de las corrientes es intermitente y muchas de ellas sólo circulan cuando la inclinación del terreno es mayor a 1.5% por lo que al llegar a una zona de ruptura de la pendiente su cauce desaparece en la superficie y continúa en la profundidad.

Para facilitar el manejo y gestión del agua a nivel nacional, la Comisión Nacional del Agua ha dividido el territorio nacional en Regiones Hidrológicas, las cuales a su vez, se subdividen en cuencas y éstas a su vez en subcuencas. Así, por cuestiones administrativas, el estado de Quintana Roo forma parte de la Región XII denominada Península de Yucatán, y al interior de éste se pueden definir dos Regiones Hidrológicas (RH): Yucatán Norte (32) y Yucatán Este (33).

La Región Hidrológica Yucatán Norte se ubica en el extremo Norte del territorio estatal, ahí se encuentra la Cuenca Quintana Roo. Los cuerpos de agua que la constituyen son la Laguna Nichupté, Laguna Chakmochuk y Laguna Conil.

La Región denominada Yucatán Este, se encuentra subdividida a su vez en dos cuencas que ocupan más de 70% del estado de Quintana Roo. La primera cuenca es denominada Bahía de Chetumal, en donde se encuentran las corrientes superficiales Hondo-Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua Laguna Bacalar, Laguna San Felipe, Laguna Mosquitero, Laguna Chile Verde, Laguna Nohbec y Laguna La Virtud. La segunda cuenca es denominada Cuencas cerradas conformada por los cuerpos de agua: Laguna Chunyaxché, Laguna Chinchancanab, Laguna Campechen, Laguna Boca Paila, Laguna Paytoro, Laguna Ocom y Laguna Esmeralda.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

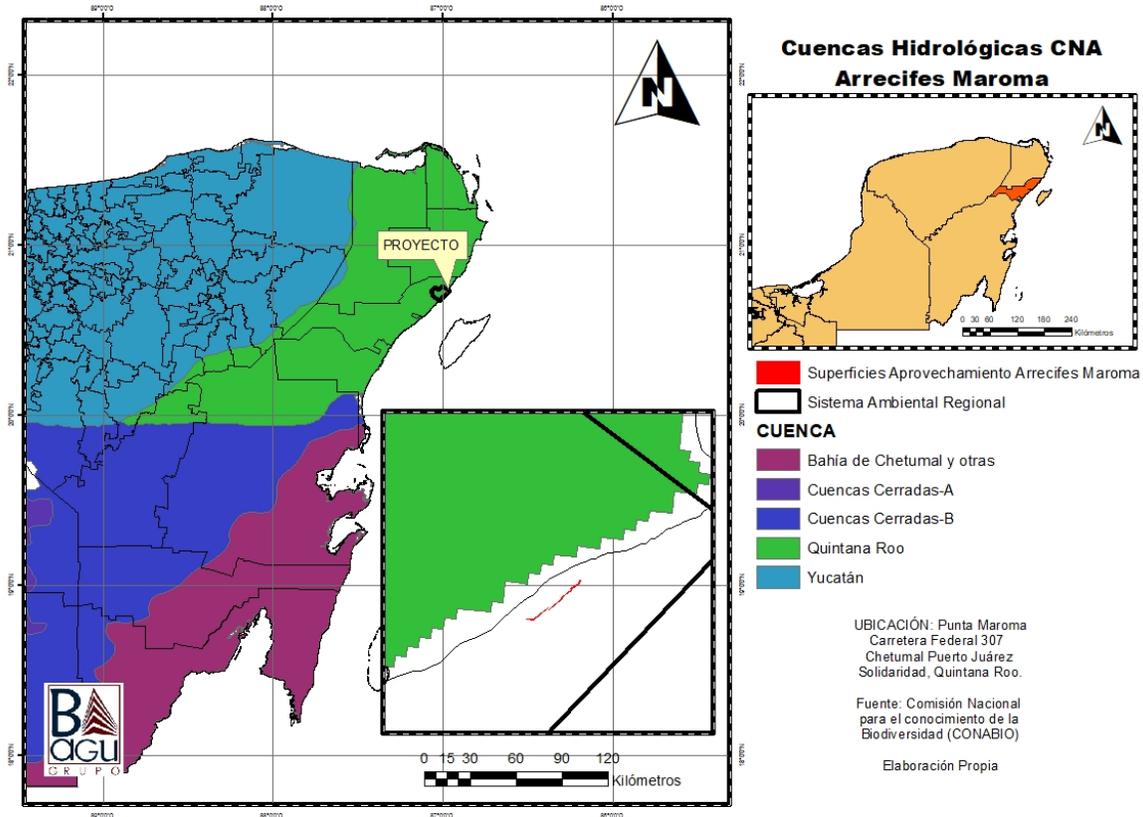


Figura 4.15.- Regiones hidrológicas de la península de Yucatán.

El Sistema Ambiental Regional del polígono del proyecto se localiza en la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a una porción de la cuenca 32A Quintana Roo. El escurrimiento superficial de la cuenca correspondiente al Sistema Ambiental Regional presenta un coeficiente de escurrimiento mínimo y la infiltración es alta, los cuerpos de agua de mayor tamaño corresponden a las lagunas costeras como la Nichupté Conil y Chachmochuch; en la porción continental existen numerosos cenotes, aguadas y algunas lagunas pequeñas como Punta Laguna.

Retomado los datos de la carta hidrológica superficial (INEGI), en el Sistema Ambiental Regional del polígono del proyecto se presentan dos rangos de escurrimiento:

El coeficiente de escurrimiento de 0 a 0.5% se presenta en casi toda la porción continental y abarca la mayor extensión del Sistema Ambiental Regional. Mientras que los coeficientes de escurrimiento de 10 a 20% solo se presentan en porciones aisladas paralelas a la línea de costa.

Estas unidades de escurrimiento son áreas donde el escurrimiento tiende a ser uniforme debido principalmente a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media. En este caso los valores bajos que INEGI identifica para toda la península de Yucatán y en esta porción del estado de Quintana Roo, confirma la alta

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

permeabilidad del sistema, ya que menos del 5% del escurrimiento es de carácter superficial, mientras que el resto se infiltra o se evapora como resultado de las cálidas temperaturas.

Funcionamiento hidrológico subterráneo

En lo que se refiere a la hidrología subterránea, diversos autores (CONAGUA, 2006, Foro Estatal “El sistema Hidrológico de Quintana Roo), coinciden en señalar la complejidad de las características y comportamiento del acuífero de la Península de Yucatán y destacan que las fuerzas que rigen la hidrodinámica del agua subterránea en este tipo de acuíferos dependen, entre otros factores, del fracturamiento preferencial asociado a las distintas zonas geomorfológicas presentes en dicho territorio así como del contenido salino del agua.

El proyecto al estar construido sobre la porción marina colindante al predio de la promovente, no afectará de ninguna manera el funcionamiento hidrológico de la zona.

El Sistema Ambiental Regional y el polígono del proyecto, se ubican dentro de la categoría 1A, cuyas características principales son: ser la unidad de mayor extensión en el Estado y que al interior de ella se encuentran los pozos más importantes de los cuales se extrae el agua para las ciudades de Cancún, Playa del Carmen y Cozumel.

Desde la perspectiva gubernamental y para facilitar el manejo del recurso hídrico subterráneo, la Comisión Nacional del Agua considera a la Península de Yucatán como una Unidad Regional denominada “Acuífero Península de Yucatán”, la cual está conformada por trece Unidades Hidrogeológicas, de las cuales seis están ubicadas en el Estado de Quintana Roo:

1. Cerros y valles.
2. Cuencas escalonadas.
3. Planicie interior.
4. Costas bajas.
5. Costera de Quintana Roo.
6. Isla Cozumel.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

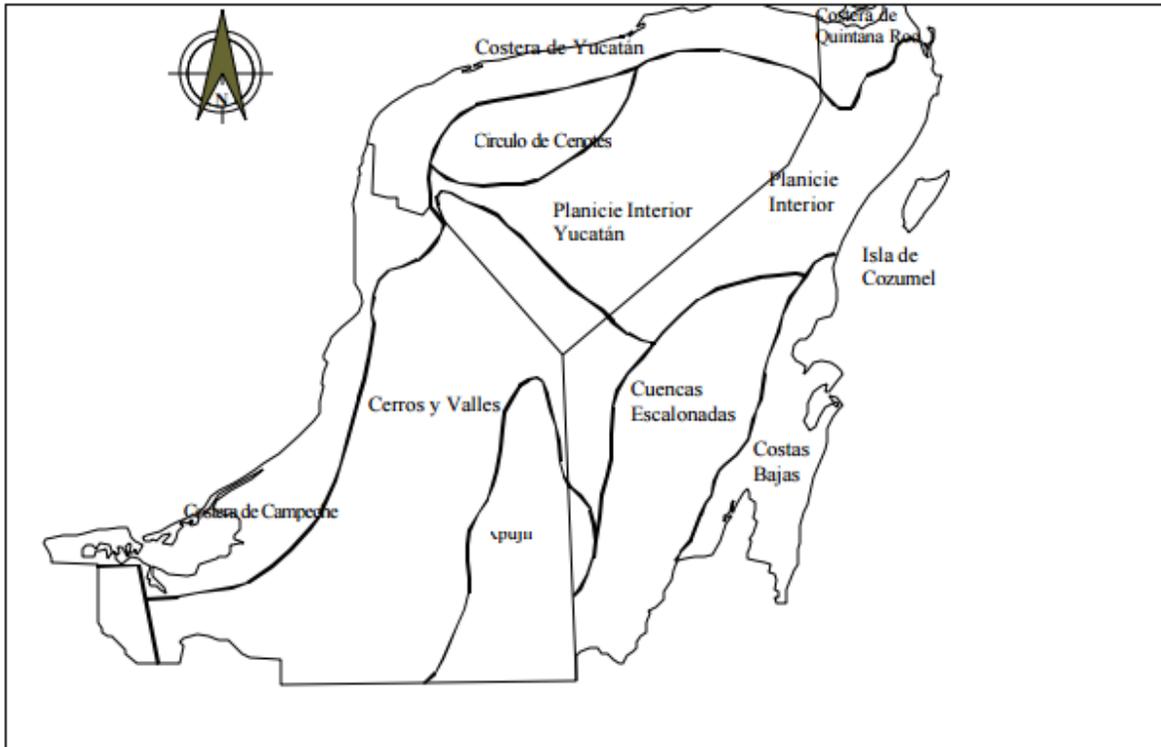


Figura 4.16.- Mapa de Unidades hidrogeológicas de la Península de Yucatán según CNA.

El SAR y el polígono del proyecto se localizan dentro de la zona tres denominada Planicie interior. Esta zona comprende el norte del Estado y los municipios de José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad, Lázaro Cárdenas, Benito Juárez e Isla Mujeres. Está formada por rocas calizas de origen marino perteneciente a la Formación Carrillo Puerto de edad Mioceno superior-plioceno, así como también por rocas del Terciario superior.

Las calizas presentan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituye un buen acuífero.

El acuífero es libre, la dirección del flujo es hacia el este y tiene una profundidad de 20 a 50m hacia su interior y disminuye hasta menos de un metro en las costas; su espesor medio es de 19 m.

Características del acuífero

El sistema acuífero de la Península de Yucatán consiste en rocas carbonatas y evaporíticas de origen marino y se localiza en la más antigua de estas formaciones: caliza cristalina dentro de un sistema cárstico maduro (Escolero Fuentes, 2007). Como resultado de la naturaleza cárstica del relieve, la precipitación se infiltra rápidamente alcanzando el nivel freático. Razón por lo que la circulación del agua subterránea se da a través de fracturas y conductos de disolución definiendo diferentes niveles de porosidad primaria, secundaria y terciaria.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

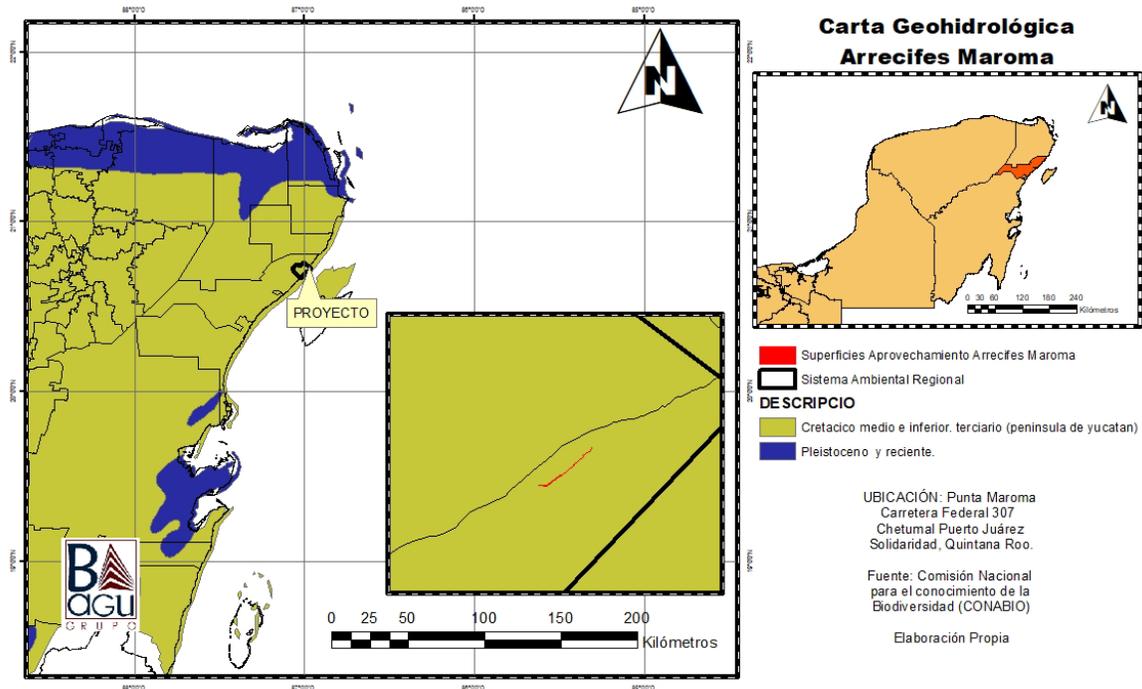


Figura 4.17.- Mapa de Carta Geohidrológica del SAR.

La porosidad y permeabilidad del acuífero dependen de su litología, de tal forma, que los valores más altos de permeabilidad generalmente se localizan en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos, así como en los lugares con bastante disolución de la roca. Este acuífero se caracteriza por ser una lente delgada de agua dulce que se ubica sobre otra capa de agua salada (Ver la siguiente Figura).

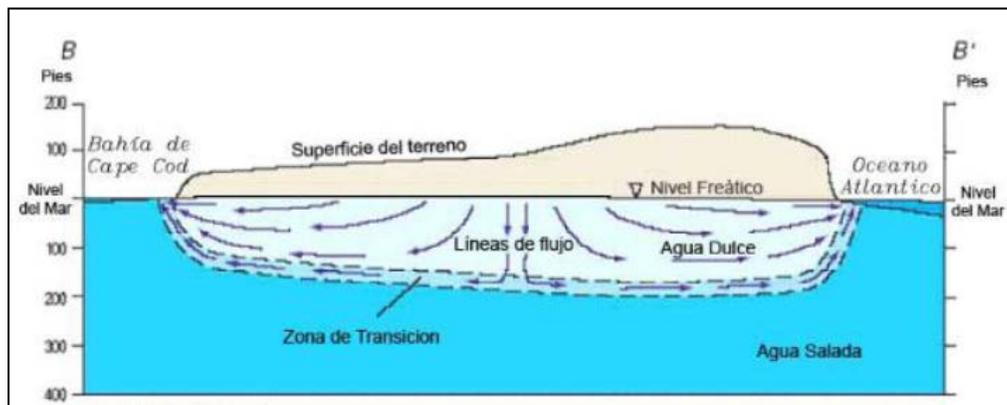


Figura 4.18.- Representación gráfica del acuífero regional de la Península de Yucatán

A escala estatal, se trata de un acuífero libre a excepción por una banda paralela a la costa (Perry et al., 1980; Perry, 1990), también es heterogéneo y anisotrópico. Por las diferencias altitudinales y las características cársticas del sustrato, se considera que el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa (Ver la siguiente Figura):

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

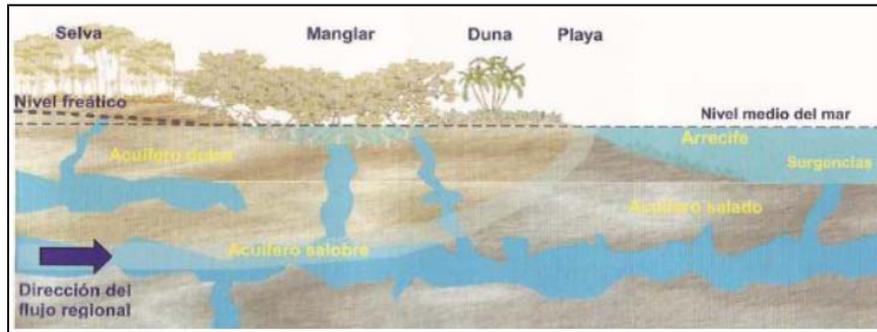


Figura 4.19.- Esquema del flujo de agua subterráneo que se caracteriza en la zona costera del norte de Quintana Roo (retomado de SEMARNAT, 2006).

En general, el acuífero de la Península de Yucatán está rodeado de agua de mar y el agua dulce flota sobre el agua salada. Ésta última penetra de la costa hacia el centro de la península. La profundidad de la capa de agua salada en el acuífero está en función de la altura del nivel freático con respecto al nivel promedio del mar, la densidad del agua salada así como a la presencia y densidad de fracturas, cavernas, cavidades, ductos de disolución y cenotes, los cuales permiten el acceso del agua salada hacia el interior de la península. La profundidad del nivel freático es de 120 m aproximadamente en la zona de lomeríos, de 30 metros en la zona de planicies, y de 5m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa.

De esta manera, existe una intrusión salina a lo largo de la zona costera debido a la permeabilidad de los estratos carbonatados. La capa de agua dulce se localiza a unos cuantos centímetros por arriba del nivel del mar y su espesor se incrementa conforme se avanza hacia el interior de la península. Razón por la cual, los asentamientos humanos emplazados a lo largo de la zona costera deben extraer agua de fuentes ubicadas a 15 o más kilómetros tierra adentro.

La intrusión del agua salina se da en ciclos anuales. La falta de recarga de agua dulce durante la temporada de secas aunado a la extracción para consumo humano incrementa la cantidad de agua salada en el acuífero. Mientras que durante la temporada de lluvias, la interfase salina se mueve rápidamente hacia el mar debido a la recarga que se da tierra adentro y a los bajos niveles de extracción durante este período, todo esto como resultado de la alta permeabilidad de los sustratos litológicos.

El parámetro más representativo para determinar la intrusión salina es la conductividad eléctrica del agua, que depende de la concentración de sodio y cloro.

A nivel del estado de Quintana Roo, el acuífero se ha desarrollado en un suelo joven y poroso con un flujo subterráneo perpendicular a la costa. Los diferentes trabajos geohidrológicos muestra cierta complejidad, señalando un medio altamente dinámico, tanto en la calidad química del agua, volumen y dirección preferencial de los flujos de agua subterránea, que presentan variaciones diurnas, estacionales, anuales e incluso hipercíclicas (Villasuso Pino, 2006; Gonzáles Hita y Gutiérrez Ojeda, 2006). De ahí la importancia de

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

estudios a diferentes escalas y específicos de la diferentes regiones que comprende el acuífero.

En un estudio más detallado del comportamiento geohidrológico del acuífero norte del Estado de Quintana Roo, Matthes (en Gutiérrez Aguirre, 2008), monitoreó y calculó que para el período de marzo a septiembre de 2007, en los límites del Municipio Solidaridad, el nivel de agua subterránea se localiza alrededor de los 3m de profundidad. Asimismo confirma que la dirección del flujo general es hacia el este, es decir, hacia la línea de costa. Sin embargo, detecta una ligera variación hacia la porción noroeste de Cancún, donde el flujo se dirige hacia el norte de manera paralela a la costa. A lo largo de la zona costera entre Tulum y Playa del Carmen el nivel del agua es de 1 m muy cercana a la costa lo que indica un alto gradiente hacia el mar.

En lo que se refiere al Sistema Ambiental Regional, este se ubica entre la zona de transición de 1 a 2 m de profundidad.

Cabe mencionar que dentro del Proyecto “Arrecifes Artificiales Maroma”, no se tendrá ningún aprovechamiento o extracción de agua y por lo mismo no se generarán aguas residuales.

• **Fisiografía**

El sistema ambiental regional al igual que toda la Subcuenca “a” y la Cuenca Quintana Roo, se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, cuya mayor parte está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm, hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche, alrededor de Zoh Laguna, Campeche y en la parte suroeste del estado de Quintana Roo, extendiéndose esta zona con dirección aproximada norte-sur; el paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas en el este de Quintana Roo, se realiza por una serie de escalones bruscos que corresponden a líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el sur.

En la zona de interés presenta junto a las elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes de 20 a 40 m. Las planicies presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad.

En términos de las subprovincias fisiográficas que se encuentran en Quintana Roo, a saber, Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo; el sistema ambiental se localiza en la Subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco que ocupa las porciones centro y norte del estado de Quintana Roo, la cual está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el este y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste¹.

Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, además, muestran una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

En su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones y espolones, así como lagunas pantanosas intercomunicadas con el mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con vegetación de manglar. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo.

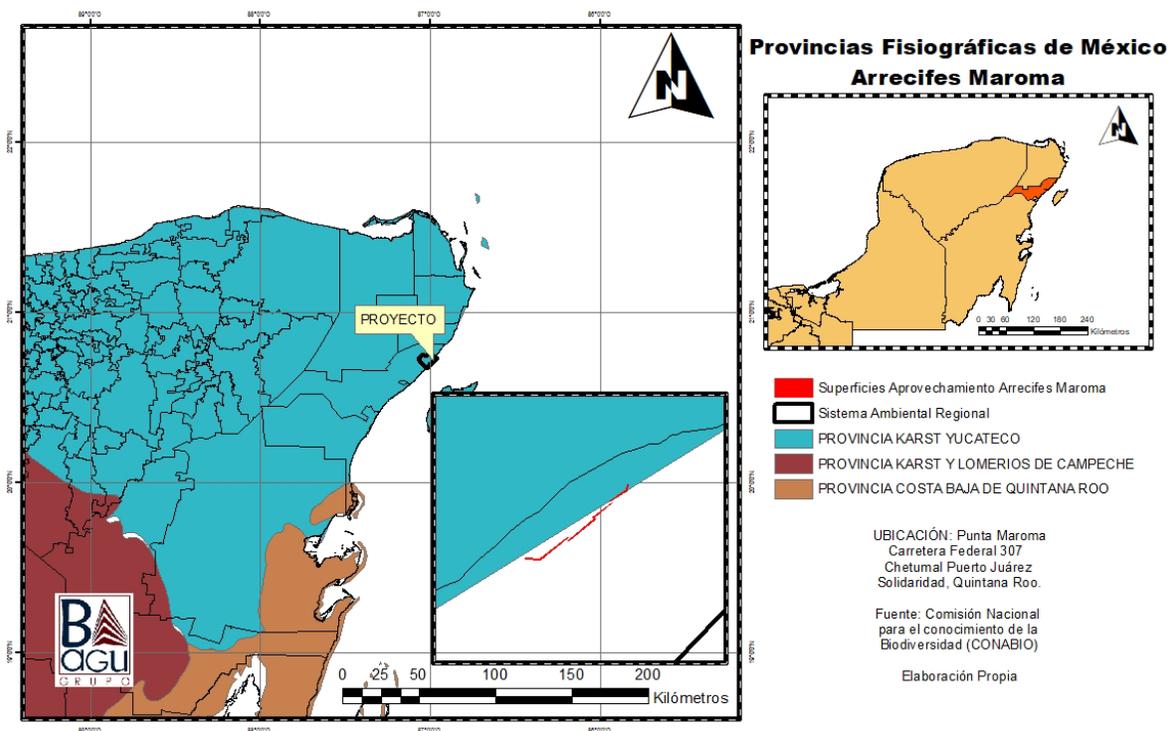


Figura 4.20.- Carta fisiográfica. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco.

• Edafología

La descripción edafológica se elaboró con base en la carta edafológica escala 1 a 250,000 de INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en

¹ INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México. 79 p.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

1970. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).

La Cuenca Quintana Roo presenta en general suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas. Desde el punto de vista edáfico la Cuenca se distingue por la predominancia de los suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café. Asimismo, estos suelos muestran, en común, un abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Es común hallarlos en pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los que corresponden casi exactamente a la combinación de topofomas que configuran el relieve de cada lugar.

En la Subcuenca “a” están presentes los suelos Litosol, Rendzina, Regosol, Gleysol y Solonchak que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos. El tipo Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) es el predominante, mientras que en la vecindad de la costa están presentes los tipos Rendzina con Litosol de clase textural fina y fase Lítica (E+I/3/L); Solonchak con Gleysol mólico de clase textural media (Zo+Gm/2); Solonchak con Regosol calcárico de clase textural gruesa (Zo+Rc/1), Litosol con Regosol calcárico y Rendzina de clase textural media (I+Rc+E/2) y Regosol calcárico con Litosol y Rendzina de clase textural gruesa y fase Lítica (Rc+I+E/1/L).

El Litosol, conocido como suelo de piedra, presenta profundidades menores de 10 cm, y está limitado por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido, su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable. Son suelos de color café claro a casi negro y por su textura y características presentan fuertes restricciones para su utilización con fines agrícolas, sin embargo, presentan buen drenaje, lo que favorece la infiltración de las aguas pluviales. Por su parte, las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm- reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

En el sistema ambiental regional definido para el proyecto está dominado por suelo tipo Litosol con Rendzina de clase textura fina (I+E/3/L) que abarca la porción oeste y Solonchak con Gleysol mólico de clase textural media (Zo+Gm/2) en la porción este.



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

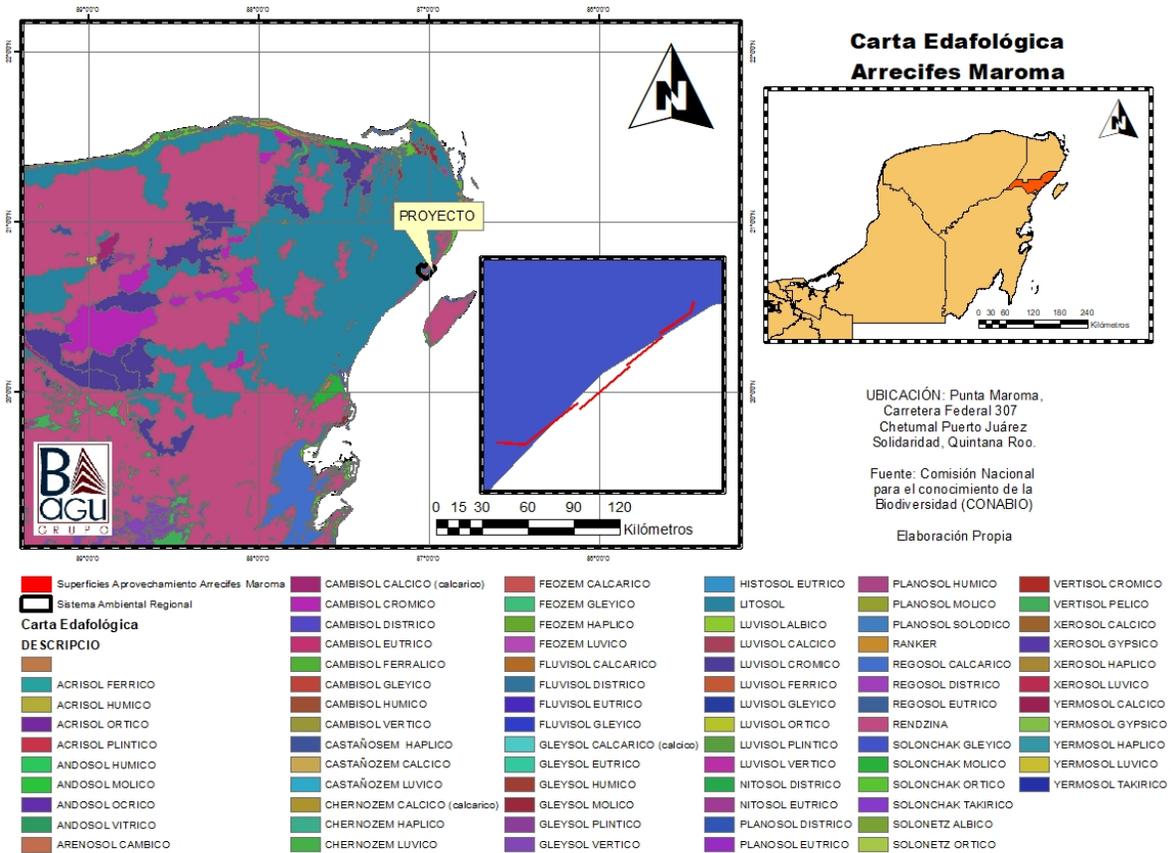


Figura 4.21.- Carta edafológica para el sistema ambiental regional.

• **MEDIO MARINO**

El transporte litoral es un proceso natural de remoción y depositación de arena en las playas. Este movimiento de arena es paralelo a la costa y ocurre a lo largo del litoral, los factores que lo determinan son las corrientes, la energía del oleaje y los eventos de tormenta.

El Mar Caribe está dominado por la Corriente del Caribe que corre de S-N, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo. Esta corriente está caracterizada por aguas cálidas y salinas, que al pasar por el Canal de Yucatán reciben el nombre de Corriente de Yucatán. Presenta un flujo de 25 a 35 millones de m³/s, con una velocidad promedio de 80 cm/s en la superficie, y hasta de 150 cm/s a una profundidad de 300 m (Reyes, 2005). Dicho flujo de agua es la fuente principal que irriga al Golfo de México y da origen a la Corriente de Lazo, que sale al Atlántico Norte por el Estrecho de Florida como la Corriente del Golfo.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

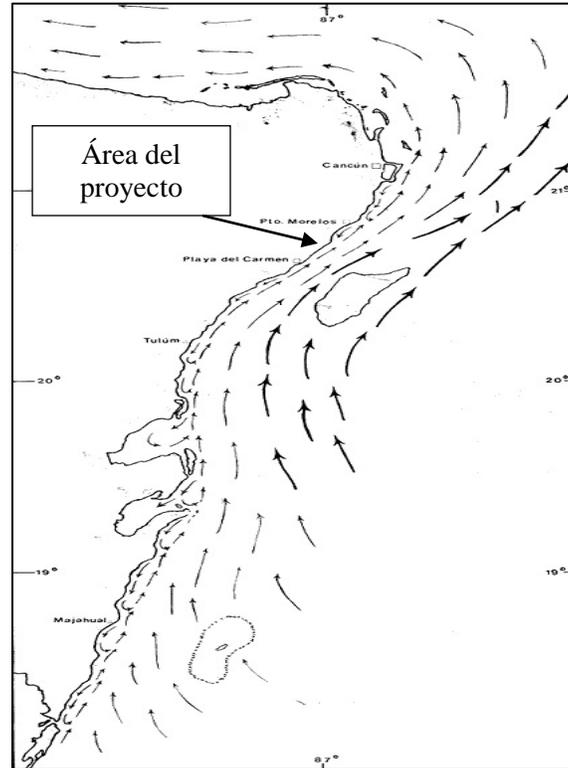


Figura 4.22.- Diagrama del flujo de la corriente en la zona costera y oceánica cercana en el mar Caribe de México (modif. de Merino,1986)

Granulometría

Esta zona está gobernada por arenas no consolidadas. El diámetro medio que se encuentra es de 0.19 a 0.49 mm, con una clasificación según Besrnikov y Lissitsin de arena fina y de igual forma arena fina según la clasificación de Wentworth.

La densidad relativa del material, es de 2.50 a 2.75 g/cm³ y el ángulo de reposo natural de estas arenas es de 35 a 42.5 grados. Por lo que toca a la forma del material granular, es de tipo redondeado.

Transporte de Sedimentos

Las corrientes de agua poseen capacidad para transportar sedimentos. Dicha capacidad depende en primer lugar de la velocidad y en menor medida de la profundidad de la corriente, cuando se trata de arenas y rodados acarreados por arrastres. El fenómeno ocurre de la siguiente manera: Por ejemplo, en un río con lecho de arena, si la corriente fluye muy lentamente, no existe transporte alguno. Cuando el flujo supera una cierta velocidad crítica, comienza a arrastrar sedimentos. El valor de la misma depende del tamaño del grano del sedimento, la arena fina y mediana comienza a moverse cuando la corriente alcanza 15 centímetros por segundo, mientras que un rodado de 70 milímetros de diámetro recién entra en velocidad a los 270 centímetros por segundo de velocidad. Los limos y arcillas, debido a su cohesión, tienen velocidades críticas mayores que las de las arenas.

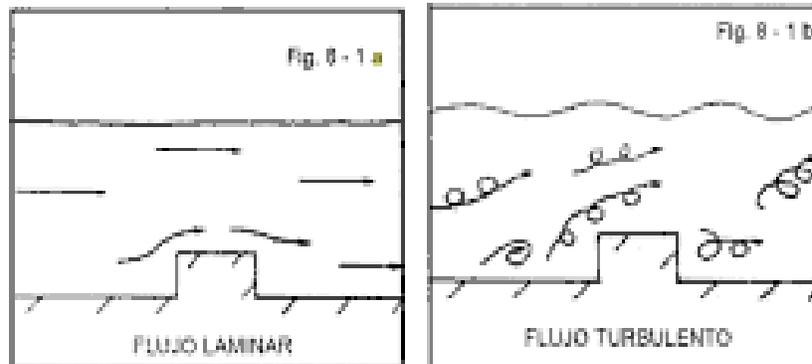


Figura 4.23.- Diferentes tipos de flujo

En el transporte por arrastre los granos se mueven individualmente, saltando, rodando y resbalando unos sobre otros. Sin embargo, el movimiento de la masa de arena no es caótico, sino que se ordena en un conjunto de estructuras sedimentarias de transporte. Si la velocidad del agua es apenas superior a la velocidad crítica y con escasa turbulencia la arena del fondo se distribuye en ondulas, pequeñas estructuras de perfil triangular, de 1 a 5 cm de altura. Los granos de arena suben la pendiente de la ondula saltando y rodando, y al llegar al tope caen hacia el otro lado en forma de pequeñas avalancha, avanzando así todo el conjunto. El tamaño de las ondulas depende del tamaño de los granos de arena; el volumen de material transportado es pequeño.

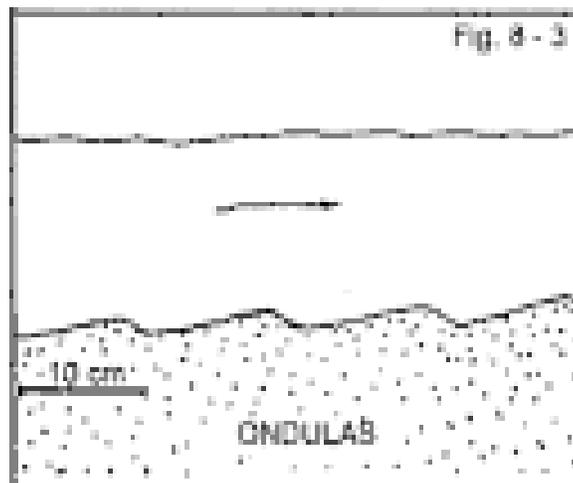


Figura 4.24.- Esquematización de ondula

Cuando, por alguna causa, la velocidad del agua aumente, las ondulas son reemplazadas por dunas, estructuras de forma similar pero más irregulares y de mucho mayor tamaño. Los granos de arena recorren la duna saltando por la pendiente de aguas arriba y cayendo en avalancha por la pendiente opuesta, como en el caso de las ondulas, pero aquí las avalanchas son lo suficiente grandes como para producir laminación interna en el cuerpo de la duna.

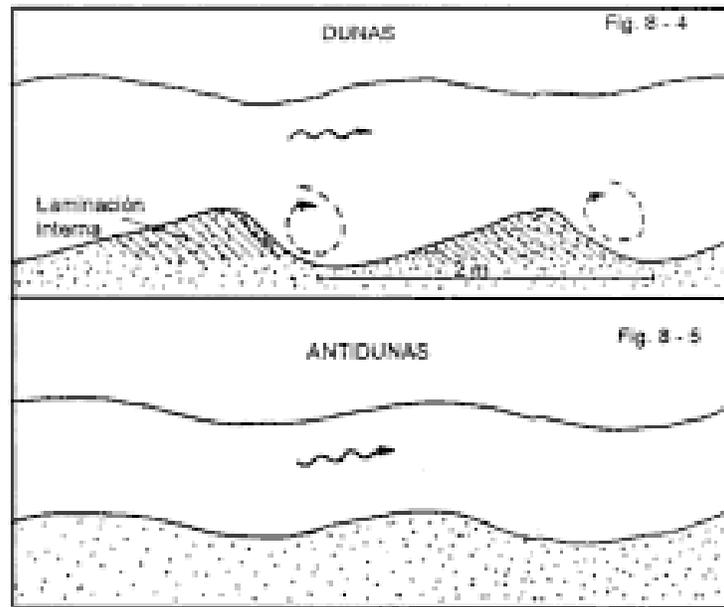


Figura 4.25.- Esquematización de duna y antiduna.

En este sentido al ser la arena del fondo marino fina comienza su transporte de sedimento a partir de los 15 centímetros sobre segundo.

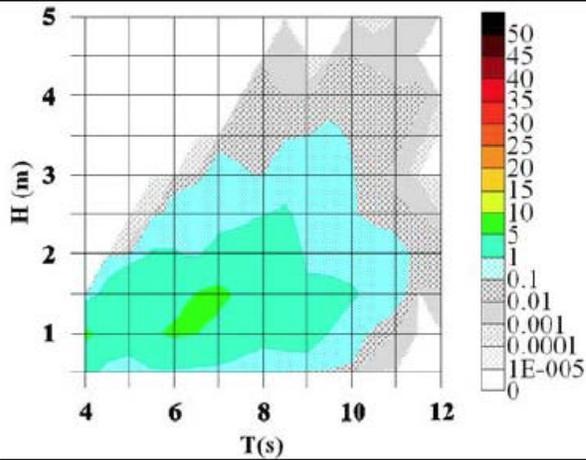
Oleaje

La dirección de oleaje más frecuente (anual) en aguas profundas frente a la zona de interés es la Este, muy de cerca la sigue la dirección Sureste-Este y con menor frecuencia se presentan la Noreste-Este y la Noreste.

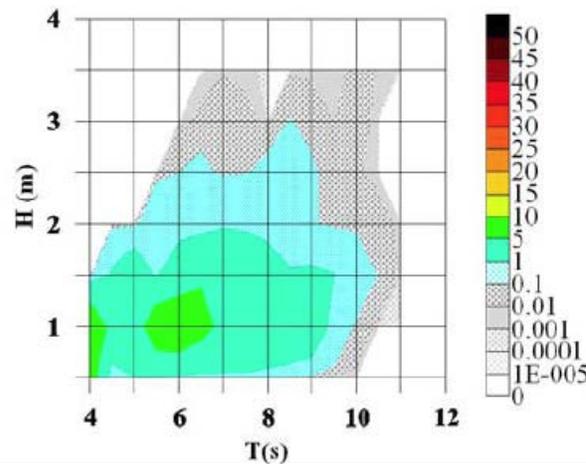
La altura de ola con mayor frecuencia anual es de un metro y periodo de seis segundo (mayor probabilidad de ocurrencia), sin embargo, dada la frecuencia con la que se presentan tormentas y nortes, una altura de ola significativa de 8 m tiene un periodo de retorno menor de 5 años.

Datos obtenidos de un proyecto cercano al área de estudio señalan que el oleaje se comporta de la siguiente manera:

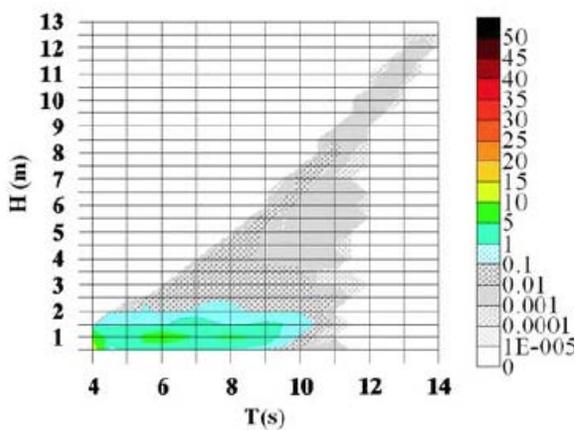
MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA



Invierno.- Se alcanzan oleajes máximos de 5 m de altura con dirección noreste, un periodo de 8.5 segundos y vientos sostenidos de 8 m/s



Primavera.- Llegan olas 3.5 m cada 8 segundos del sureste, cuya velocidad oscila entre 7.5-9.8 m/s



Verano.- El oleaje arriba a la costa con alturas del orden de 12.5 m del este, con un periodo de 13 segundos y una velocidad de 7.5 m/s



GRUPO-BAGU

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

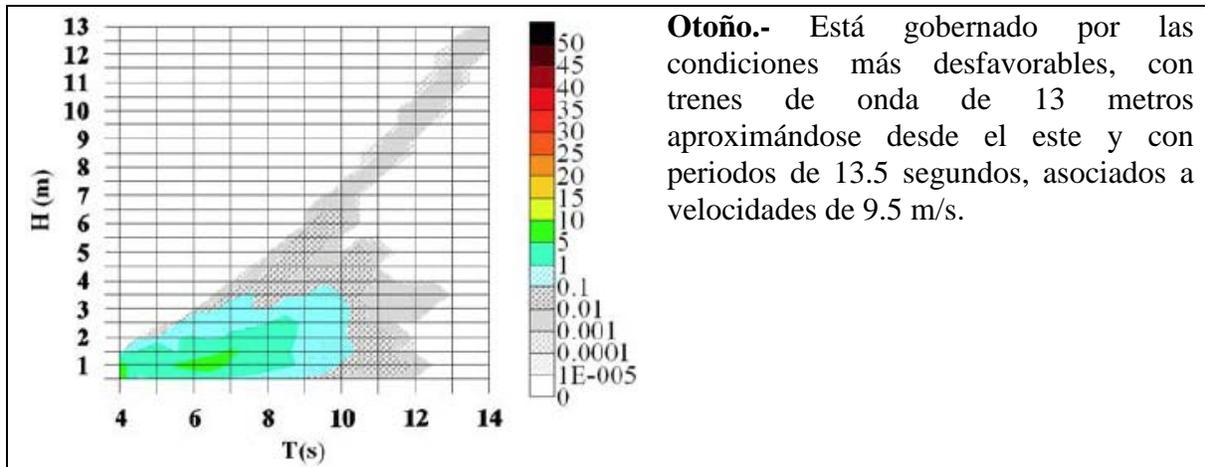


Figura 4.26.- Probabilidad conjunta de altura y periodo de ola

Generalmente, el oleaje que se propaga hacia la costa está gobernado por direcciones que varían desde el norte hasta el este-sureste ($0-162^\circ$) para todas las épocas del año.

Sin embargo, si se toma la altura de ola de un metro, el 15-20% de las veces el oleaje se propaga hacia la costa con un ángulo de $90-112.5^\circ$ y con un periodo de 7 segundos, que corresponde a un tren de ondas proveniente del este o este-sureste con una velocidad probable que varía de 9-10m/s en la época de invierno. En verano las olas aparecen en la misma dirección que en invierno pero con mayor probabilidad, entre un 20-25%, para un periodo de onda de 6 segundos y con velocidades comprendidas entre 5-5.8m/s. Para primavera las condiciones varían, pues el oleaje procede del este-sureste únicamente y en esta etapa se presenta la mayor probabilidad de aparición 25-30%, asociado a un periodo de 6 segundos y vientos sostenidos de 6 m/s. En otoño el oleaje incidente cambia su rumbo y se acerca del este con un periodo de 6.5 segundos y un 15% de frecuencia de aparición, generado por vientos aproximados de 9m/s.

Batimetría

Un Batimetría es el levantamiento del relieve de Superficies Subacuáticas, ya estemos hablando del fondo del mar, como cursos de aguas, lagos, embalses, etc. es decir, la cartografía de los fondos, como si se tratara de un terreno seco.

Al igual que en los levantamientos convencionales, se hallará las coordenadas (X, Y, Z), de manera que pueda describirse los fondos y todas aquellas anomalías que en ellos puedan existir. Desde siempre han destacado las cartas de navegación, donde se plasmaban las zonas donde era posible navegar y donde era imposible saberse de otra manera.

Dentro del SAR podemos apreciar que entre los segmentos de arrecife (sistema arrecifal mesoamericano) y la costa, las profundidades son someras, van de 0 a -7.5 m, presentando, a partir de la cresta del arrecife y hasta la isobata de los 30 m, una pendiente suave que se extiende a un poco más de los 2,000 m después del arrecife.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

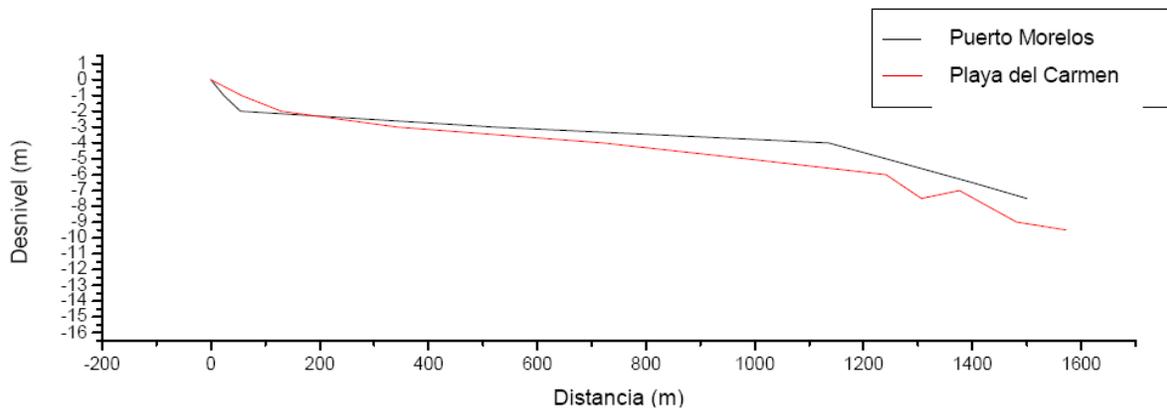


Figura 4.27.- Perfiles batimétricos de la línea de costa hacia mar adentro.

En la Figura siguiente podemos observar la batimetría a detalle frente a Playa del Carmen,

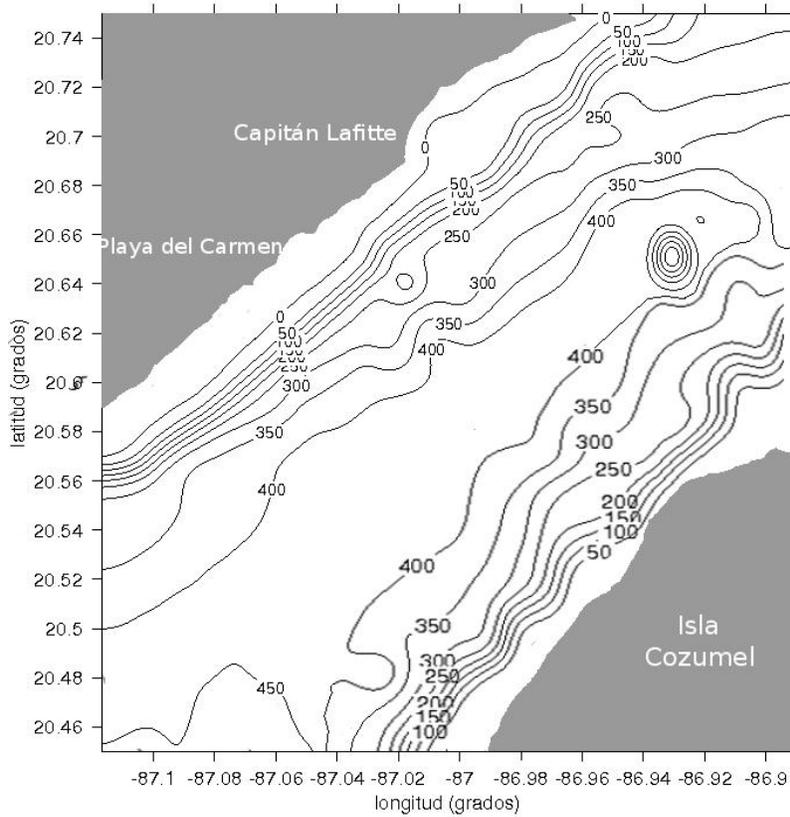


Figura 4.28.- Perfil batimétrico del frente de playa del Carmen.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

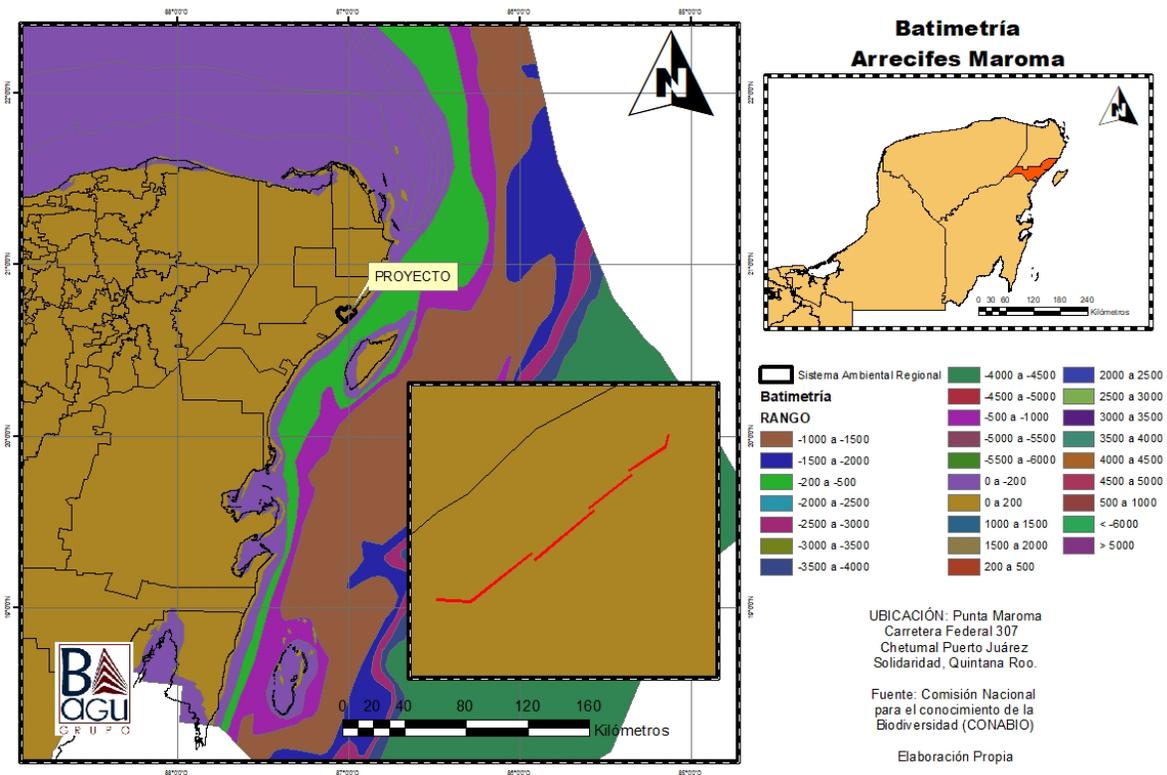


Figura 4.29.- Perfil batimétrico del SAR frente de playa del Carmen.

Se puede observar que en el SAR el perfil batimétrico oscila entre el 0 y -200 m

IV.2.2.2 Medio biótico.

De acuerdo al área de SAR del proyecto, se incluyeron medio marino, playa y la porción terrestre. Por lo que es importante mencionar los aspectos bióticos que presenta está antes de los efectos que traerá consigo el desarrollo del proyecto.

• **VEGETACIÓN**

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V de INEGI, el tipo de vegetación prevaleciente en la Cuenca Quintana Roo corresponde al ecosistema selva mediana subperennifolia, con diferentes estados de desarrollo –vegetación secundaria arbórea, arbustiva y en buen estado de conservación- cuya distribución se extiende más allá de sus límites, incluso más lejos de los límites del Estado de Quintana Roo, como se observa en la Figura siguiente. Sólo en la costa en la parte Norte de la Cuenca se aprecian otros tipos de vegetación entre los que se cuentan la selva baja subcaducifolia, manglar y vegetación de dunas costeras, entre otros.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

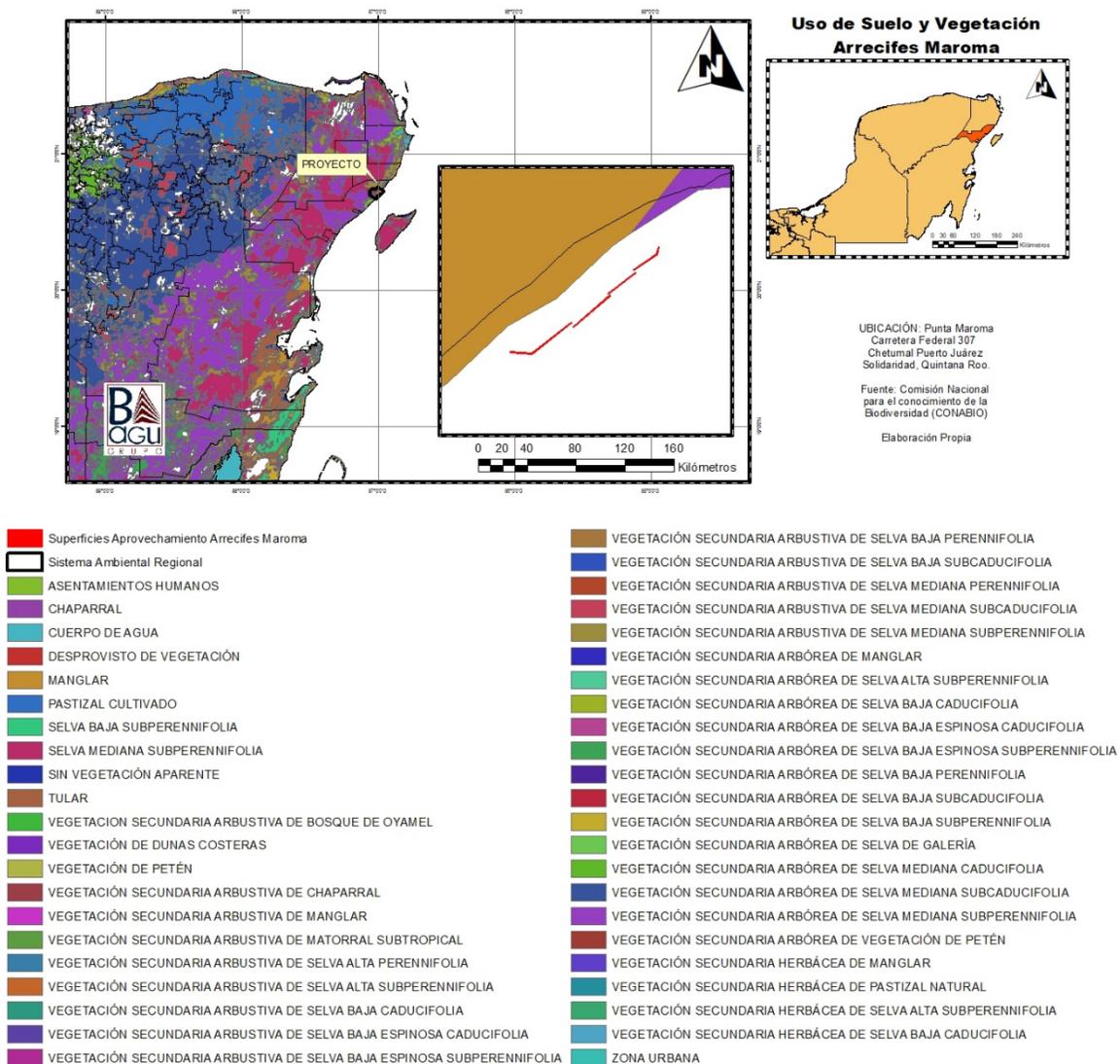


Figura 4.30.- Carta de uso de suelo y vegetación.

A) Descripción de los principales tipos de vegetación adyacentes a la porción marina en el sistema ambiental.

- **Duna Costera.** La duna costera a lo largo de la unidad fisiográfica se interrumpe en algunos sitios de la parte sur y central por la construcción de infraestructura costera. En este ecosistema, se tiene el registro de al menos 30 especies vegetales. En términos faunísticos, este ecosistema también es relevante, pues se tiene el registro de al menos 43 especies animales.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA



Figura 4.31.- Dunas costeras con vegetación típica, presentes en el SAR. Las dunas costeras se caracterizan por su gran dinamismo, de ahí la importancia de conservar la vegetación que en ellas se desarrolla, la cual previene y/o reduce procesos erosivos y la pérdida de arena.

- **Humedales de Manglar.** Adyacente a la zona de duna, existe un sistema de planicies de inundación que permiten el desarrollo de un ecosistema de humedales de manglar. El humedal en cuestión, se distribuye desde el sur de Puerto Aventuras hasta la parte norte de Playa del Carmen, donde su continuidad se interrumpe totalmente por la construcción y operación de infraestructura turística. Desde el punto de vista hidrológico y geomorfológico, el humedal se ubica en una planicie o llanura de inundación. El drenaje superficial en dichas zonas, está determinado por la época del año:

En la época de lluvias, existen dos componentes uno dominante que es perpendicular y en dirección hacia la línea de costa determinado por el drenaje regional y el segundo componente, que es secundario y determinado por las lluvias y la pendiente del terreno (la orientación dominante es en sentido NE-SO).

En la época de secas, el drenaje superficial, corresponde estrictamente a la exposición del manto freático que forma una unidad continua en todo el humedal.

El proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades. Se estima para la unidad fisiográfica un volumen promedio de descarga de agua subterránea de 175 m³/d por m² de área unitaria ubicada sobre la línea de costa. En esta zona, el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo que sus características físico-químicas y calidad dependen del rango de mareas y del drenaje subterráneo de agua dulce (CAPA, 2005 y 2006).

En el ecosistema de manglar se registran al menos 20 especies vegetales, de las cuales 4 se encuentran catalogadas bajo la aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En términos faunísticos, el humedal es utilizado como hábitat de al menos 69 especies animales, de las cuales 7 especies se encuentran en la NOM antes citada.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- **Ecotono Selva-Manglar.** En la parte posterior de la franja de manglar, existe una planicie ligeramente más elevada que la del humedal. La topografía en esta unidad, determina la formación de un ecotono entre el ecosistema de manglar y de selva. Esta zona de transición dominada por elementos de selva baja subcaducifolia se distribuye de sur a norte sin rebasar los límites de la unidad fisiográfica. Estudios para la región, revelan la existencia de cuando menos 20 especies vegetales y 36 animales, de las cuales 2 y 6, respectivamente se encuentran catalogadas bajo la aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 4.32.- Humedales de manglar, presentes en el SAR. La función y estructura de este ecosistema está determinada por procesos hidrológicos particulares.

- **Selva Baja Subcaducifolia.** Entre la carretera y el ecotono selva-manglar, existe una zona de cordones litorales correspondientes a antiguas líneas de costa, que forman una planicie que se extiende de sur a norte más allá de los límites de la unidad fisiográfica. En esta planicie se desarrolla una selva baja subcaducifolia con diferentes grados de conservación. La diversidad de este ecosistema es más elevada en comparación a los ecosistemas antes analizados. Se tiene el registro de al menos 111 especies vegetales y 99 especies de fauna. De las cuales 11 y 6 respectivamente se encuentran catalogadas como especies amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a las especies vegetales, se tiene el registro de 16 especies vegetales endémicas y 1 especie de fauna.



Figura 4.33.- Selva Baja Subcaducifolia, presente en el SAR.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- **Selva Mediana Subperennifolia.** En la selva mediana subperennifolia del norte de Quintana Roo predominan los rodales con vegetación secundaria arbustiva, en menor proporción se presentan parches con dominancia arbórea. Esta vegetación presenta una amplia distribución formando extensos macizos con distintos estados de desarrollo y conservación que colindan con los otros tipos de vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas. Este tipo de vegetación ha sido severamente afectado y de manera recurrente por huracanes, incendios forestales y actividades antropogénicas.

Según Miranda y Hernández X. (1963); en la selva mediana subperennifolia madura entre el 25 % y el 50 % de los árboles dominantes pierden sus hojas durante la época de sequía. Según la clasificación de alturas de INEGI, la selva mediana presenta una altura de más de 15 m y menor que 30 m. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 20 m y de 22 a 25 m de altura total. En condiciones de una vegetación madura, entre las especies dominantes del dosel destacan el chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), huaya (*Talisia olivaeformis*), zapotillo (*Pouteria reticulata*) y yaité (*Gymnanthes lucida*). Mientras que entre las especies más abundantes en la vegetación secundaria, destacan el chaca (*Bursera simaruba*), chechén (*Metopium brownei*), tsalan (*Lysiloma latisiliquum*) y sacchaca (*Dendropanax arboreus*). En el sotobosque son comunes las palmas xiat (*Chamaedorea seifrizii*), chit (*Thrinax radiata*) y huano (*Sabal japa*).

- **Vegetación Secundaria de Selva.** Algunos autores como Flores y Espejel (1994), coinciden en señalar que la vegetación primaria o agrupaciones óptimas que fueron descritas para la región a mediados del siglo XX han desaparecido (Miranda, 1958). De tal manera que su lugar ha sido tomado por la vegetación con desarrollo secundario. Por lo tanto, dentro del sistema ambiental se distribuyen extensas zonas en donde la vegetación natural de selva (en su nivel más alto), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza alturas entre los 2 y 10 m y en donde sobresalen especies arbóreas solitarias o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. La composición florística es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada.

Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como son: el impacto de huracanes y la presencia de incendios. Además de las acciones de uso del suelo con fines agropecuarios como son las acciones de desmote bajo el sistema tradicional de Rosa-Tumba-Quema una práctica milenaria en la región, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, a no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío. Así como el propio desarrollo urbano.

Dentro de esta zonas en mayor abundancia dominan individuos de tallas bajas como: *Bursera simaruba* (chaka roja), *Drypetes lateriflora* (kekenche), *Guettarda combsii*



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

(tastab), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Nectandra coriacea* (laurelillo), *Piscidia piscipula* (habin), *Sabal yapa* (huano), entre otras. Estas especies alcanzan alturas entre los 4 y 12 m.

Los arbustos que integran una inmensa mayoría de los elementos de esta vegetación, se intercalan entre las especies de árboles y le dan a la comunidad un carácter de impenetrable y una alta densidad de individuos. Estas especies alcanzan las alturas referidas (de 4 a 10 m), Algunas especies de este estrato son; *Ardisia escallonioides* (Plomoche), *Casearia corymbosa* (isinche), *Cupania glabra* (palo chachalaca), *Hampea trilobata* (mahahua), *Malvaviscus arboreus* (tulipancillo), *Psychotria nervosa*, *Pithecellobium stevensonii* (cacaoche), entre otras.

Además se debe considerar que dentro de toda esta zona se distribuyen especies estrictamente secundarias dentro de las cuales sobresalen: el helecho *Pteridium aquilinum* el cual alcanza una cobertura de 100 % en terreno incendiados; *Viguiera dentata* (tajonal) y *Trema micrantha* (pixoy) propias de orillas de caminos y terrenos abandonados; *Acacia collinsii* (cornezuelo), *Acacia gaumeri* (katzim), *Carica papaya* (papaya cimarrona), *Cecropia peltata* (guarumbo), *Colubrina greggii* (pixoy), *Hamelia patens* (xcanan), todas ellas ampliamente distribuidas en acahuals jóvenes; *Guazuma ulmifolia* (guazima), propia de potreros.

- **Sin Vegetación Aparente.-** Las zonas urbanas y los asentamientos humanos generan las alteraciones más severas a los ecosistemas naturales, así como alto riesgo de contaminación del acuífero y de los cuerpos de agua. También se observan extensos cuerpos de agua y otras áreas sin vegetación aparente como los caminos y carreteras, los bancos de materiales pétreos, entre otras áreas desmontadas de menor extensión.

B) Descripción de las características acuáticas y organismos bentónicos en la porción marina en el sistema ambiental.

En el SAR existe una unidad fisiográfica costera, en la que el litoral es de tipo arenoso y expuesto al efecto del oleaje y de los fenómenos hidrometeorológicos característicos de la región como son las tormentas y huracanes.

La unidad fisiográfica está delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción litoral, cuya existencia está determinada por estructuras coralinas tipo bordeantes que generan un ambiente de baja energía. Esta zona de acumulación, existe una zona con forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud y predominante en sentido N-S (Juanes et al., 2004 y 2005).

La producción natural de arena biogénica en esta zona es insignificante y el proceso litoral dominante es el de erosión que varía en sentido Norte a Sur de 2.5 m/año a 4.5 m/año (Juanes et al., 2004 y 2005; GPPA, 2004 y 2006).



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

La causa de que el ecosistema arrecifal se interrumpa, se debe a que la zona corresponde a una región de gran descarga de agua dulce subterránea directamente a la zona marina adyacente. En términos generales, el sistema arrecifal que se desarrolla en el SAR, se encuentra poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la estructura comunitaria. Los corales escleractinios están pobremente representados; solamente existen algunas colonias aisladas de tamaño pequeño y los crecimientos coralinos masivos de gran tamaño están prácticamente ausentes. En la zona costero marina se tiene el registro de 12 especies de escleractíneos, 2 de hidrocorales, 17 de gorgonáceos, 31 de macroalgas, 2 de fanerogamas, 32 de peces y 13 de esponjas. De estas especies una (*Plexaura homomalia*) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En la zona marina del SAR, en sentido perpendicular a la línea de costa es factible identificar estos tipos de ambientes:

- a) **Pastos marinos.** Zona de fondo arenoso cubierto por pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*). En las zonas con menor influencia de agua dulce, existe una dominancia de *Thalassia testudinum* y alberga una mayor diversidad de especies tanto de macroalgas como de invertebrados y hasta la presencia de pequeñas colonias de coral de los géneros *Porites* y *Siderastrea*. Las zonas de pastos marinos ubicadas frente a los sitios de descarga de agua dulce, presentan las dos especies.



Figura 4.34.- Pastos marinos de las especies *Thalassia testudinum* A y *Syringodium filiforme* B, encontradas en la zona marina del SAR, así como en el resto del Caribe Mexicano.

- b) **Arenal.** Es el tipo de fondo dominante y corresponde a planicies de arena donde se encuentran parches pequeños de pastos marinos y algas, así como pequeños manchones aislados de sustrato duro en donde se desarrollan gorgonaceos y algas marinas. En estos ambientes, se encuentran gorgonaceos aislados, principalmente de la especie *Pterogorgia anceps*, así como colonias de coral de la especie *Manicina aerolata* y del hidrocoral pétreo *Millepora*, que son especies que se desarrollan en sitios de elevada sedimentación. En las zonas donde más ha incidido el proceso de erosión litoral, el tipo de fondos es de turba.



Figura 4.35.- Fondo arenoso, dominante en la zona marina del SAR.

- c) **Asociaciones coralinas aisladas.** Al este de la zona marina del SAR se ubican estructuras coralinas aisladas cercanas a la parte profunda del arrecife y que corresponden a vestigios de la barrera arrecifal que se ubica frente a Playa del Carmen. Su estructura está formada por una matriz de *Acropora palmata* muerta, en donde crecen gorgonáceos y algunas colonias de coral. En la parte más profunda de la rompiente, la matriz de *A. palmata* está mejor consolidada y en algunos sitios se ha cubierto de sedimento formando una matriz arrecifal. Existe una mayor cantidad de colonias de coral, principalmente de la especie *Porites asteroides* de crecimiento incrustante, hay presencia de colonias de los géneros *Zoanthus* y *Millepora*.

Esta zona forma parte de los manchones de asociaciones de arrecife ubicada entre Playa del Carmen y Paamul. Este sitio se caracteriza por la presencia de cabezos de coral de tamaño mediano, formados principalmente de la especie *Montastrea annularis*, en donde abundan colonias de coral del género *Agaricia*. Se encuentran abundantes colonias de gorgonáceos de diversas especies y formas de crecimiento, es una de las zonas de mayor diversidad íctica de la región. La profundidad oscila entre 5 y 15 metros, y el sustrato que se deposita entre los cabezos coralinos es principalmente de pedacería y arena gruesa, también frente al proyecto a una distancia aproximada de 800 metros podemos observar una barrera arrecifal conservada.



Figura 4.38.- Comunidades arrecifales presentes en la zona marina del SAR. Las zonas arrecifales se caracterizan también, por ser hábitat o refugio de una gran diversidad de peces.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

C) Descripción de las características acuáticas y organismos bentónicos en el área donde se desarrollara el proyecto.

A continuación se realizara un análisis de las características bióticas del área marina donde se desarrollara el proyecto:

• Organismos bentónicos

Para el análisis y caracterización de los organismos bentónicos que se encuentran en el área donde se desarrollará el proyecto, se realizó un método de manta para determinar dichos organismos, con esta metodología se realizó el listado de los organismos bentónicos en el área del proyecto y zonas colindantes. Con esto se pretendió identificar las especies dentro del polígono y determinar el porcentaje que ocupan por especie identificada.

Debido a la profundidad que presentaba el área de estudio la metodología se adaptó, dando como resultado que los recorridos por los transectos se llevaron a cabo con apoyo de una embarcación menor con motor fuera de borda.

Área de estudio

Para la caracterización se realizaron los siguientes transectos, se buscó abarcar la superficie donde se colocaran las estructuras del proyecto, pero también en áreas donde no se realizará ninguna actividad con la finalidad de tener un análisis integral de toda la zona donde se desarrollará el proyecto.

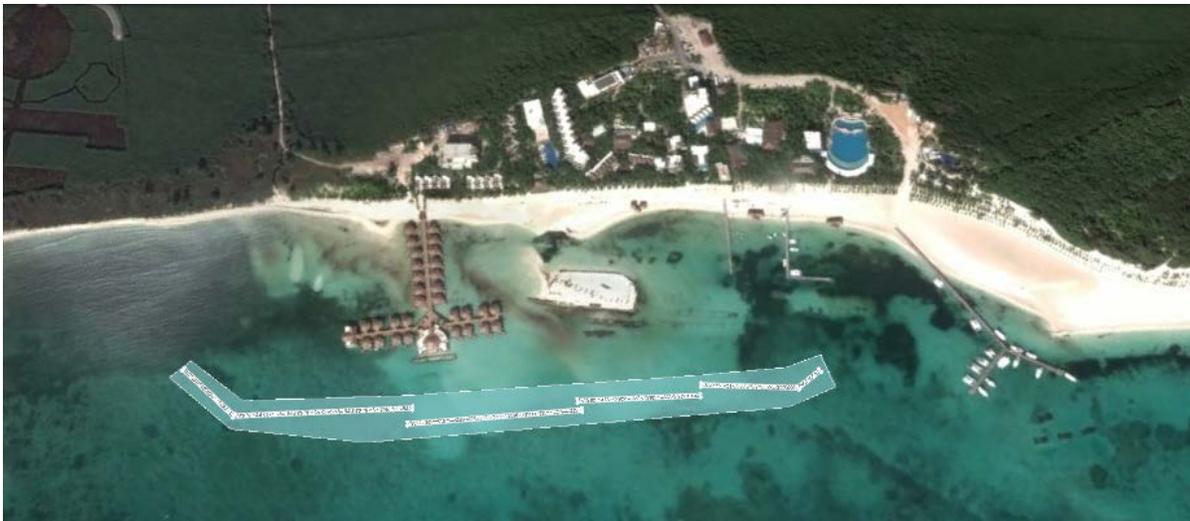


Figura 4.39.- Área de estudio de organismos bentónicos del área donde se desarrollará el proyecto, esta superficie constituye aproximadamente 25,790 m²

Los transectos se desarrollaron de la siguiente manera:

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA



Figura 4.40.- Transecto realizado en el Área de estudio.

Metodología

Imágenes satelitales y fotografías aéreas.

- Se utilizan para realizar evaluaciones generales y mapeos de los sitios de interés.
- Representan un muy buen punto de partida para los reconocimientos de sitio y planeamiento de las estrategias de evaluación y monitoreo (Rogers et al.1994).
- Fotografías e imágenes a escala 1:5,000 ya permiten identificar muchas de las características del arrecife y mapearlos.
- En días claros estas pueden ser discernibles hasta los 60 pies (20 m) de profundidad.
- Se puede cubrir un área relativamente grande en poco tiempo.
- Sin embargo, es extremadamente importante que esta información sea validada en campo.
- Estas imágenes permiten apreciar desde el aire la extensión e impactos reales de los proyectos.
- Es imprescindible que toda la información esté georreferenciada en los Sistemas de Información Geográficos.
- Permitiendo ahorrar innumerables horas de trabajo en campo.

De esta metodología podemos observar que satelitalmente el sitio está compuesto principalmente de suelo arenoso y en los extremos norte y sur con una composición de arena-algas, de la interpretación satelital se puede observar que en la colindancia inmediata a la ZOFEMAT es donde se desarrollan mayores poblaciones de algas y pastos marinos, lugar donde se puede observar estructuras y actividad humana.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA



Figura 4.41.- Interpretación satelital.

Método de la Manta

Este es el principal método de muestreo para cubrir áreas grandes en un periodo de tiempo relativamente corto.

La metodología permite realizar:

- Selección y mapeo de sitios
- Descripciones generales de los sitios
- Estimaciones a gran escala sobre comunidades bentónicas, impactos, prácticas destructivas, macroinvertebrados, porcentaje de cobertura de coral (%), extensión, diversidad, abundancia de impactos (blanqueamiento, enfermedades, depredadores, deterioro).
- Capturar cambios de abundancia, distribución y cobertura de organismos (ciclones, Acanthaster, blanqueamiento)
- Estimación de diversidad alfa.

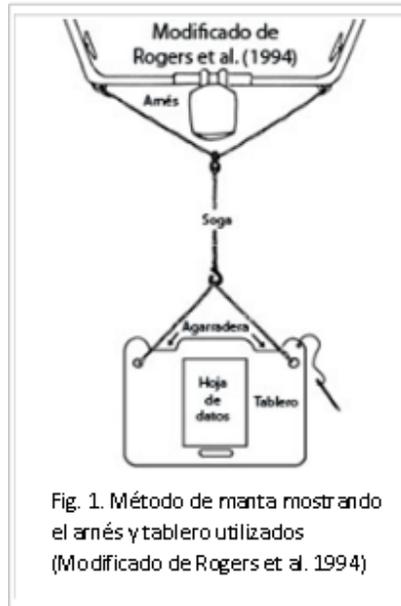


Figura 4.42.- Método de manta mostrando el arnés y tablero utilizado.

Descripción de método

- Un buzo a snorkel o con tanque de buceo es arrastrado detrás de un bote (troleo) a velocidad constante de aproximadamente
- Se realizan troleos paralelos al area de estudio. Sin embargo, la dirección del reconocimiento varía con las condiciones ambientales (viento, corrientes, ángulo del sol, densidad de organismos a contar, etc.).
- Se pretende cubrir profundidades 5 y 10 m y un ancho de 10 y 12 m si la visibilidad lo permite.
- Se divide el reconocimiento en periodos de dos minutos.
- Se realizan paradas regulares en estos lapsos a fin de que el observador tome sus apuntes y el botero anote la posición geográfica y el no. de troleo.
- El método puede combinarse con reconocimiento con scuba a fin de afinar la calidad de la información recopilada.

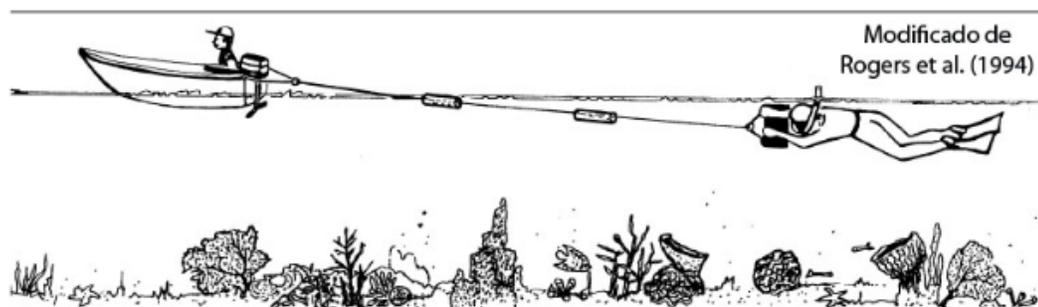


Figura 4.43.- Esquemático del método de manta mostrando (Modificado de Rogers et al. 1994)

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Equipo requerido

- Un Patrón de embarcación y observador de superficie
- Dos observadores entrenados
- Soga de 17 m de largo y 10 mm de diámetro para el troleo del observador
- Un arnés para amarrar la soga a la embarcación
- Un tablero de manta con su arnés y lápiz
- Foto aérea del área a monitorear.

Metodologías para peces

Los peces presentan la problemática de que al ser móviles no pasan mucho tiempo en un mismo lugar por lo que es difícil un método uniforme de muestreo único.

Censo visual rápido para peces

- Se utiliza para determinar la diversidad de especies y estimar la abundancia relativa y frecuencia de las especies.
- El método se fundamenta en que la probabilidad de encontrar una especie incrementa con su abundancia.
- Por ende, las especies más comunes deben ser observadas más frecuentemente (Jones y Thompson 1978; Kimmel 1985).

Descripción de método

- El observador debe nadar al azar en el sitio y registra la mayor cantidad de peces posibles.
- Los observadores realizan este reconocimiento a velocidad constante por un periodo de tiempo determinado.
- Las especies de peces observadas se registran la primera vez que se ven en un intervalo de 10 m.
- Se hacen cinco réplicas.
- Los intervalos de 10 m permiten estimar las abundancias relativas y presencia ausencia de especies.
- Los peces observados en los primeros 10 minutos reciben 5 puntos, 4 los del segundo intervalo, 3 los del tercer intervalo y así sucesivamente.
- Los valores son sumados para indicar la frecuencia de ocurrencia.
- Se debe limitar las observaciones a hábitat específicos (profundidad, zona arrecifal, etc) y realizar ocho observaciones por sitio.

Personal de campo requerido

- Dos buzos, uno entrenado en la metodología de conteo de los peces, el otro como compañero de buceo
- Un Patrón de embarcación.

La fuerza del viento y condición del mar son muy importantes cuando se monitorea peces.



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

La abundancia de los peces cambia de acuerdo a las condiciones ambientales.

Las categorías de medición son las siguientes (Ver siguientes figuras).

Categoría de fuerza del viento	Fuerza del viento (nudos)
0	0
1	0-5
2	6-10
3	11-15
4	16-20
5	21-25

Figura 4.44.- Categorización del viento (ver Hill and Wilkinson 2004)

Condición del mar	Descripción
Calmado	Como un espejo, pequeñas olas
Ligero	Olas grandes, las crestas rompiendo
Moderado	Numerosas crestas blancas evidentes
Picado	Olas grandes de 2-3 m, numerosas crestas blancas

Figura 4.45.- Categorización del nivel del mar (ver Hill and Wilkinson 2004)

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS.

Después realizar las metodologías para la identificación de organismos bentónicos se obtuvieron los siguientes resultados.

id	Fondo	Porcentaje	Área (m ²)
1	Arena	90	17,910
2	Organismos bentónicos	10	2,579
			23,211

Tabla 4.1- Categorización de área estudiada

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**



Figura 4.45.- Grafica de composición de la zona de estudio.

ALGAS Y PASTOS.

Después de la toma de datos en campo se procedió a generar tablas y graficas con las especies identificadas en el 10 % del total del área que equivalen **2,579 m²** las cuales se detallan a continuación.

Foto	Identificación	Nombre científico
1	Pastos marinos	<i>Thalassia testudium</i>
2	Pastos marinos	<i>Syringodium filiforme</i>
3	Alga verde	<i>Caulerpa prolifera</i>
4	Alga verde	<i>Penicillus pyriformis</i>
5	Alga café	<i>Sargassum natans</i>

Tabla 4.2.- Inventario de especies encontradas.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

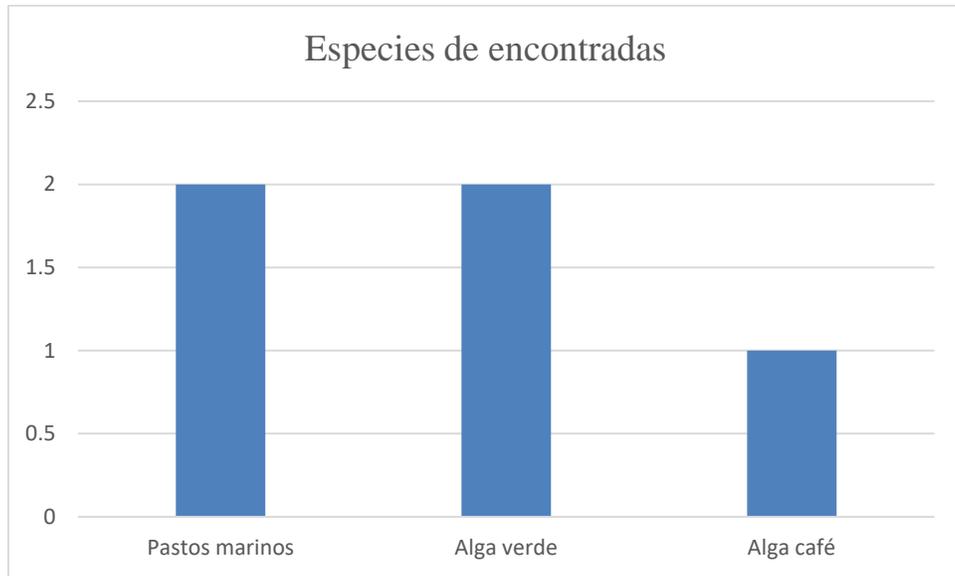


Figura 4.46.- Grafica de porcentaje de composición de la zona de estudio.

A continuación se presentan fotografías de organismos observados:



Foto 1



Foto 2

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**



Foto 7

Figura 4.47.- Fotografía del fondo marino y algas observadas.

PECES Y CRUSTACEOS.

Dentro de los diferentes recorridos que se realizaron fue difícil avistar especie de peces, ya que el área de estudio se encuentra fuera del área donde se tienen actividades humanas y obras, ya que en estas últimas se crean algas que sirven de alimento a peces, sin embargo, se listaran las especies que pueden observarse en la colindancia del área de estudio.

De avistamiento directo solo se observó la estrella de mar (*Oreaster reticulatus*).

Identificación	Nombre científico	Identificación	Nombre científico
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	Haemulidae	<i>Haemulon plumierii</i>
Haemulidae	<i>Haemulon sciurus</i>	Haemulidae	<i>Haemulon aurolineatum</i>
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>
Lutjanidae	<i>Lutjanus apodus</i>	Diadematidae	<i>Diadema antillarum</i>
Lutjanidae	<i>Lutjanus spp</i>	Oreasteridae	<i>Oreaster reticulatus</i>

Tabla 4.3- Inventario de especies encontradas.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

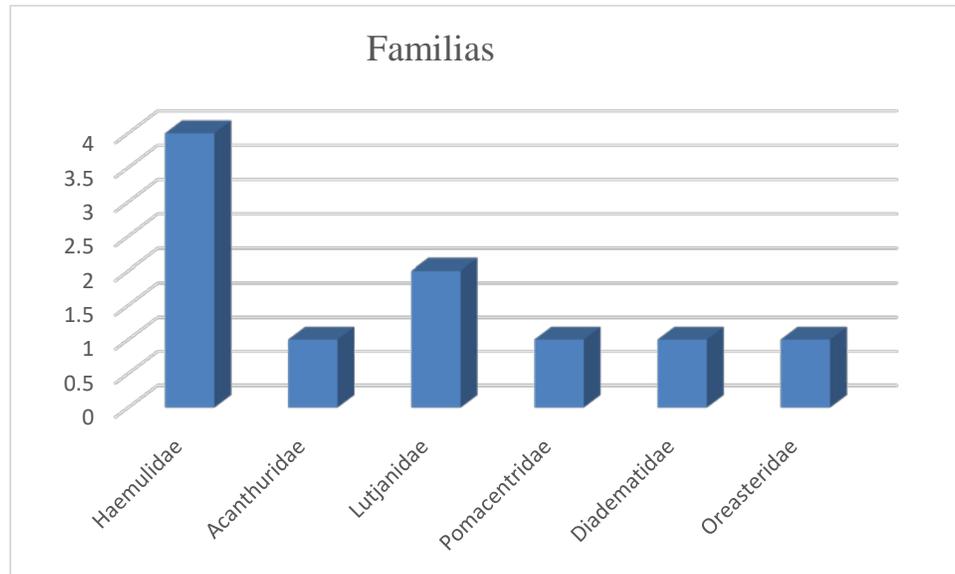


Figura 4.48.- Grafica especie por familia.

CONCLUSIONES

- 1.- El fondo marino predominante está compuesto por arena y en límites norte y sur con una formación de algas y pastos con arena.
- 2.- La clara ocupación de las algas en los límites norte y sur indica la concentración de nutrientes cerca de las obras existentes (muelle y palafito), la cual influye directamente en su abundancia y distribución.
- 3.- Se identificaron 15 especies de organismos bentónicos presentes en el área, de los cuales sobresalen Algas verdes, pastos marinos y los Haemulidae.
- 4.- No se encontraron especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con algún estatus de protección dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto.
- 6.- Los Pastos Marinos realizan una función de ser sitio de crianza, refugio y alimentación de muchas especies juveniles de peces, e invertebrados.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

BATIMETRIA DEL AREA DE ESTUDIO

Se realizó un recorrido por el área de estudio con aparatos de precisión instalados en una embarcación como se muestra en la siguiente imagen.

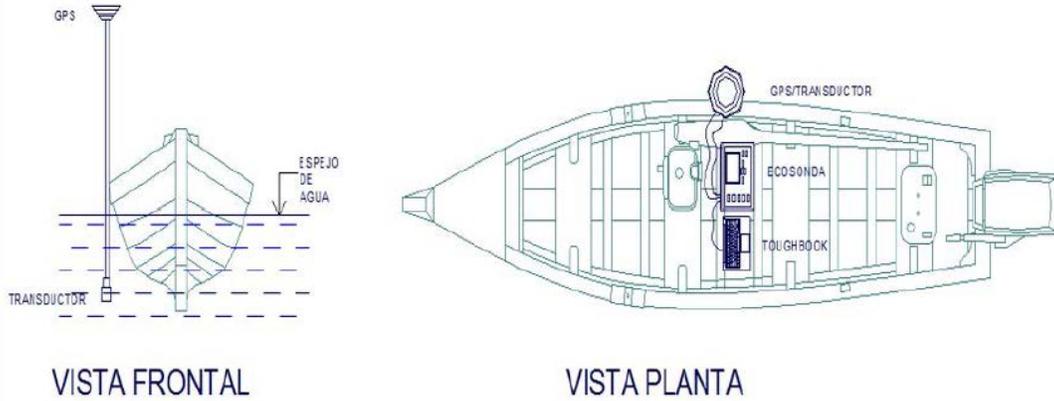


Figura 4.49.- Instalación de equipos para realizar batimetría.

La batimetría del área donde se desarrollara el proyecto se representa en la siguiente imagen.



Figura 4.50.- Perfil batimétrico del área de estudio.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

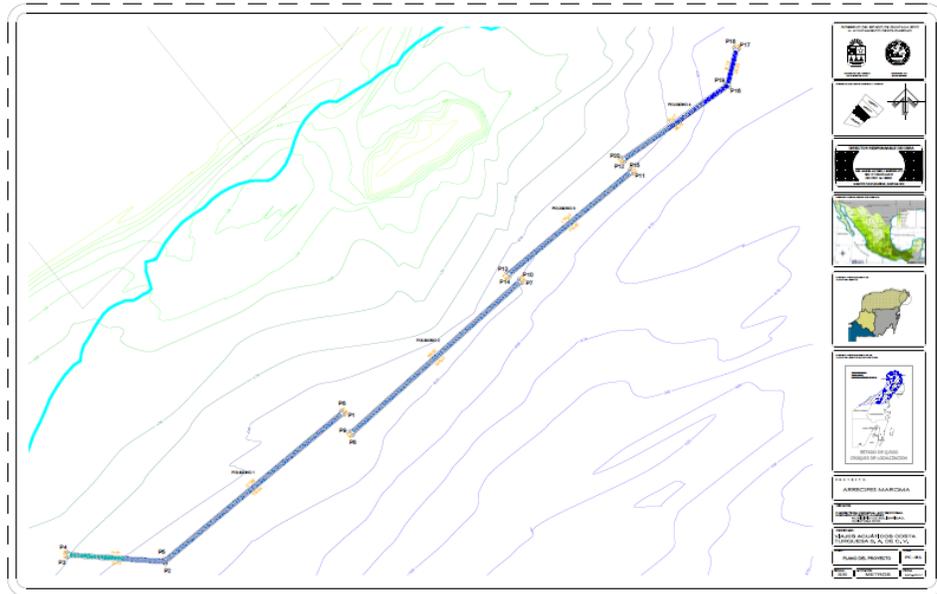


Figura 4.51.- Contorno de líneas del Perfil batimétrico del área de estudio.

***En la sección de anexos se puede encontrar el plano y descripción de estudio batimétrico

CORRIENTES MARINAS EN EL AREA DE ESTUDIO

Se realizó un estudio de corrientes marinas en el cual se utilizaron 3 derivadores, teniendo los siguientes resultados.



Figura 4.52.- Vector de dirección de corrientes marinas día 1.

***En la sección de anexos se puede encontrar la descripción de estudio de mareas.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

IV.2.2.3 Medio socioeconómico.

Población.

De acuerdo con los resultados del conteo 2010 del INEGI, la población de los estados de la Península de Yucatán es de 4,103,596 habitantes, de los cuales el 20% corresponde al estado de Campeche, el 32% a Quintana Roo y el 48 % a Yucatán. La densidad de población para la Península de Yucatán es de 29 habitantes por cada km² de territorio. Los espacios territoriales con mayor densidad de población son las ciudades de Mérida en Yucatán, Cancún en Quintana Roo y Ciudad del Carmen en el estado de Campeche.

Debido a la constante migración que existe del campo a las ciudades el número de personas que habitan zonas rurales ha disminuido, mientras que la población urbana continúa en ascenso.

Estado	% Población urbana	% Población rural
Campeche	75	25
Quintana Roo	88	12
Yucatán	84	16

Tabla 4.4 Porcentaje de población urbana y rural en los estados de la Península de Yucatán (INEGI, 2010).

La población urbana dentro de la Península de Yucatán es del orden de 3'424,060 habitantes, que se concentra en 158 de las 6,287 localidades de la región, lo cual nos demuestra el grado de concentración de la población en los centros urbanos de la región, así como el alto grado de dispersión de la población rural.

De acuerdo con INEGI, en su encuesta intercensal, se estima un total de 1, 501,562 habitantes en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2015). El comportamiento de la tasa de crecimiento promedio anual de la población disminuyó constante del 6% en el 1999 -2000 a 2.7% en el 2010 - 2015 El total de residentes en viviendas particulares en Quintana Roo en 2015, se distribuye en 50.1% hombres y 49.9% mujeres.

El Municipio de Solidaridad cuenta con 209, 634 habitantes (Figura 4.53). Está conformado por 142 localidades las cuales se agrupan en la cabecera Municipal Playa del Carmen y su delegación Puerto Aventuras, ya que estos cuentan con mayor población en el Municipio.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

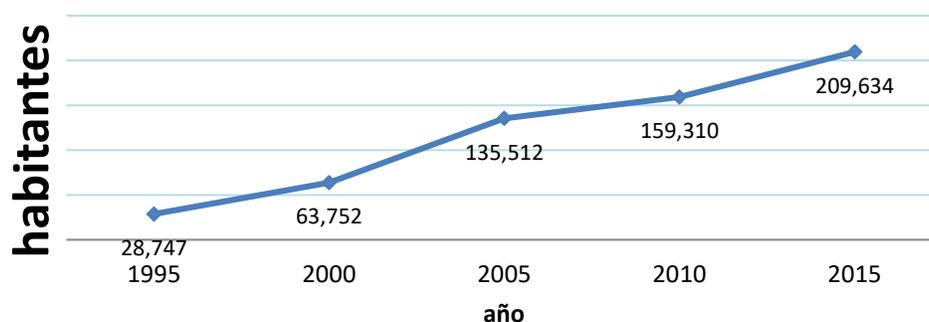


Figura 4.53- Población para el Municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).

Del total de localidades dentro del municipio, 33 de ellas se consideran bajo algún grado de marginación, donde el 30.30% tiene un grado muy alto, el 24.24% alto, 21.21% bajo, 15.15% medio y finalmente el 9.09% con muy bajo. La mayor parte de las localidades con muy alto grado de marginación, se ubican en la porción oeste del municipio, seguido de algunas en el centro y noreste. Esto podría deberse a la lejanía de los centros de población más urbanizados, así como de vías de transporte y servicios en el área (GMS et al., 2016).

Población económicamente activa.

Una característica distintiva en un Municipio es la actividad económica, así como la cantidad de Unidades Económicas que existen. En relación a ello, en el Municipio de Solidaridad las Unidades Económicas (UE) fueron en el año 2003 de 3153 (10.8% de las Unidades Económicas del Estado) y para el año de 2008 aumentaron a 5350 (13.8% de las Unidades Económicas), aun cuando en ese año se crea el Municipio de Tulum perdiendo Solidaridad una superficie considerable de su territorio (GMS et. al, 2016).

La economía del Municipio está fundamentada en el turismo. Este es el principal componente de ocupación en el sector terciario de actividad económica (comercio y servicios), predominante en el Municipio frente a las actividades agropecuarias e industrial.

Sector	Actividad	Absolutos	%
Primario	Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca	1, 561	5
Secundario	Minería, Manufacturas, Electricidad, gas y Agua, Construcción	5, 441	19
Terciario	Comercio, Restaurantes y Hoteles, transportes y comunicaciones servicios a fin, seguros y relacionados, servicios comunales, sociales y personal	20, 931	73
No especificado		671	
Total		28, 604	100

Tabla 4.5- Población Económicamente Activa ocupada en el Municipio de Solidaridad (GMS et al., 2016).

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

La participación de los sectores primario y secundario es mínima. Gran parte de la Población Económicamente Activa en el Municipio está empleada en actividades del sector terciario.

Actividad	Porcentaje
Comercio; mayoreo y menudeo	23.73
Hospedaje y alimentos	31.56
Construcción	21.68

Tabla 4.6 - Actividades económicas del sector terciario en el Municipio de Solidaridad (GMS et al., 2016).

De las 6, 392 unidades económicas registradas en el Municipio por el INEGI en 2010; 1,183 se dedicaban al rubro de servicios de alojamiento temporal, preparación de alimentos y bebidas, aportando el 46.82% del valor agregado censal bruto en el Municipio. El segundo rubro de actividad, correspondía a los servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (309 unidades y 15.01% del valor agregado censal), seguido por el comercio al menudeo (2,864 unidades económicas y aportación de 13.11% del valor agregado censal). Los servicios de esparcimiento, culturales, deportivos y recreativos (con apenas 53 unidades económicas y una aportación al valor agregado censal bruto de 8.34%), comercios mayoristas (171 unidades económicas y 4.29% del valor agregado censal), y servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (221 unidades y aportación de 1.81% al valor agregado censal) que ocupan un tercer grupo de actividades relevantes para ese periodo (GMS et al., 2016).

En el rubro industrial (manufacturas), la estimación del valor agregado censal generado por las 316 unidades económicas dedicadas a actividades de este sector en 2010, sólo representa el 1.16% del valor agregado censal, el suministro de agua y energía 0.64%, en tanto que la construcción en ese año se ubicó con un 1.93% (GMS et al., 2016).

La actividad agropecuaria ocupaba no más del 1% de las personas dependientes de alguna de las unidades económicas. Se clasifica a más de 95% del suelo del Municipio no apto para la agricultura, considerando apenas el 4.76% apto para la agricultura manual estacional y el 0.19% apto para la agricultura mecanizada continua. Al valorar el uso potencial para fines pecuarios, el INEGI califica como no apta para uso pecuario el 99.68% de los suelos del Municipio, el 0.19% apto para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria y el 0.13% para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (GMS et al., 2016).

Indicadores turísticos.

El corredor Cancún-Riviera Maya, se considera la zona turística más importante y dinámica del país, debido a la generación de divisas, empleos y recursos fiscales. La zona incluye los principales polos turísticos de la región, desde Isla Blanca hasta la ciudad de Tulum, incluyendo a la ciudad de Cancún, Playa del Carmen, Isla de Cozumel e Isla Mujeres, que son las cuatro localidades más importantes de los municipios de Benito Juárez, Solidaridad, Cozumel e Isla Mujeres respectivamente (Díaz, 2016).



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Indicadores Turísticos emitidos anualmente por la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, muestran en el mes diciembre de 2015 una derrama económica en esta región de \$ 8,605.62 millones de dólares. El Estado fue visitado por 10.6 millones de turistas, de los cuales el 96% visitó la zona Cancún-Riviera Maya. Se observa el incremento en número de visitantes en la Riviera Maya en el periodo 2010 - 2015.

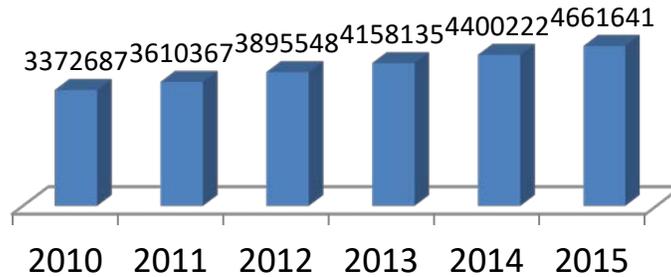


Figura 4.54- Afluencia turística en Riviera Maya, 2010 - 2015 (SEDETUR, 2016).

En relación a la infraestructura hotelera, el número de hoteles y cuartos hoteleros en el Municipio de Solidaridad en el periodo 2011 – 2015. En un periodo de 4 años la infraestructura turística en el Municipio de Solidaridad aumentó 2477 cuartos.

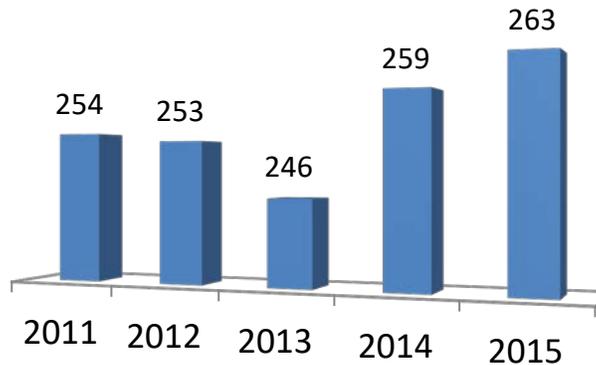


Figura 4.55 -Infraestructura hotelera en el Municipio de Solidaridad 2011 - 2015 (SEDETUR, 2016).

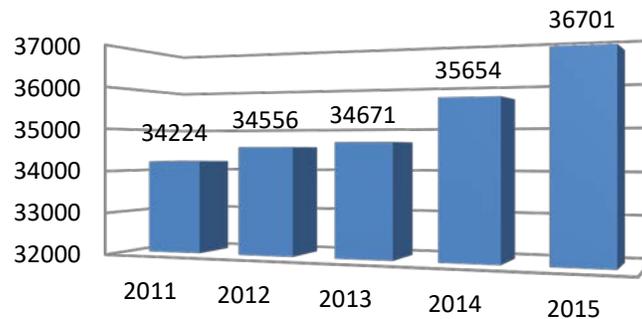


Figura 4.56- Cantidad de cuartos en operación hasta diciembre 2015 en el Municipio de Solidaridad. (SEDETUR, 2016).

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Servicios.

Algunos indicadores en atención a la vivienda y urbanización, medioambiente, educación, la salud, la cultura, desarrollo humano y finanzas públicas para el municipio de Solidaridad.

VIVIENDA Y URBANIZACIÓN	CANTIDAD
Total de viviendas particulares habitadas (Viviendas), 2010	48092
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas (Promedio), 2010	3.2
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda (Viviendas), 2010	45611
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje (Viviendas), 2010	45996
Inversión ejercida en programas de vivienda (Miles de pesos), 2011	1429272
MEDIO AMBIENTE	
Árboles plantados, 2011	134,001
Superficie reforestada (Hectáreas), 2011	267
Superficie de áreas urbanas (Kilómetros cuadrados), 2010	42.80
EDUCACIÓN	
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2011	145
Porcentaje de personas de 15 años y más alfabetizados (Porcentaje), 2010	94.2
Población de 18 años y más con nivel profesional (Número de personas), 2010	15458
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años (Años de escolaridad), 2010	9.5
SALUD	
Población derechohabiente a servicios de salud (Número de personas), 2010	98440
Personal médico, 2011	337
Unidades médicas, 2011	12
CULTURA	
Población de 5 años y más hablante de lengua indígena Nacional (Número de personas), 2010	18124
Bibliotecas públicas, 2011	2
DESARROLLO HUMANO	
Familias beneficiarias por el Programa de Desarrollo Humano Oportunidades, 2010	3865
Inversión pública ejercida en desarrollo social (Miles de pesos), 2010	140366
Monto de los recursos ejercidos por el Programa de Desarrollo Humano Oportunidades (Miles de pesos), 2010	33609
Ingresos brutos de los municipios (Miles de pesos), 2014	2, 244, 410
Egresos brutos de los municipios (Miles de pesos), 2014	2, 244, 410

Tabla 4.7- Indicadores sociales y de servicios en el Municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).

Para el 2010 el Municipio contaba con 48,092 viviendas, de las cuales la densidad media es de 3.3 habitantes por vivienda, con una amplia cobertura de los servicios en las viviendas particulares de: agua en red pública (88.1%), energía eléctrica (94.5%), drenaje (91.2%),



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

piso diferente de tierra (92,3%), disposición excusado o sanitario (93.2%). No obstante, se requiere ampliar las coberturas de tales servicios (GMS et. al, 2016). Para el 2020 y 2025 se considera un incremento en el número de hogares como se muestra en la Figura 4.57.



Figura 4.57- Proyección crecimiento de hogares en el Municipio de Solidaridad (INEGI, 2010).

La cobertura de los servicios de drenaje sanitario y agua potable para el 2014 fue de 91% y 98% respectivamente (Tabla 4.8). Incrementar o mantener coberturas de servicios de drenaje sanitario en la zona que ocupa la cuenca del Municipio de Solidaridad (Tabla 4.9) donde la tasa de crecimiento poblacional es de las más altas del país y de Latinoamérica significa un gran reto. La infraestructura para incrementar las coberturas del servicio se ha construido mayormente con recursos federales y estatales dentro de los diversos programas que promueve la CONAGUA, siendo la CAPA la ejecutora de obras (Díaz, 2016).

Cobertura de drenaje sanitario (%)				Cobertura de agua potable (%)			
2011	2012	2013	2014	2011	2012	2013	2014
62	90	90	91	97	98	98	98

Tabla 4.8 - Coberturas de Drenaje Sanitario y Agua Potable en Solidaridad.

Año		Incremento
2003	2015	150,580
64,588	215,168	

Tabla 4.9. Número de habitantes beneficiados con servicios de drenaje y saneamiento.

Actualmente el Municipio de Solidaridad cuenta con la infraestructura para el manejo de agua potable y tratamiento de aguas negras.

Infraestructura	
Pozos de captación	29
Redes de distribución y conducción	164 km
Estaciones de rebombeo de agua potable en Playa del	15

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Carmen y Puerto Aventuras	
Estaciones de cloración	2
Capacidad de producción	705 LPS

Tabla 4.10.- Infraestructura para agua potable en Solidaridad (Aguakan, 2016).

Infraestructura	
Redes de recolección de aguas negras	383 km
Estaciones de rebombeo de aguas negras en Playa del Carmen y Puerto Aventuras	17
Plantas de tratamiento	3
Capacidad de tratamiento	359 LPS

Tabla 4.11.- Infraestructura para aguas negras en Solidaridad (Aguakan, 2016).

En relación al manejo de los residuos sólidos urbanos, en el Estado de Quintana Roo se cuenta con instrumentos jurídicos como la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos y el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos promovidos por la Secretaría del Medio Ambiente. El Municipio de Solidaridad cuenta con un Programa Integral Municipal para el Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos, aunque no se aplica en la actualidad y con un Relleno Sanitario desde el año 2011 ubicado a 13 km al noroeste de la ciudad de Playa del Carmen, fuera de la mancha urbana, con 45 ha.

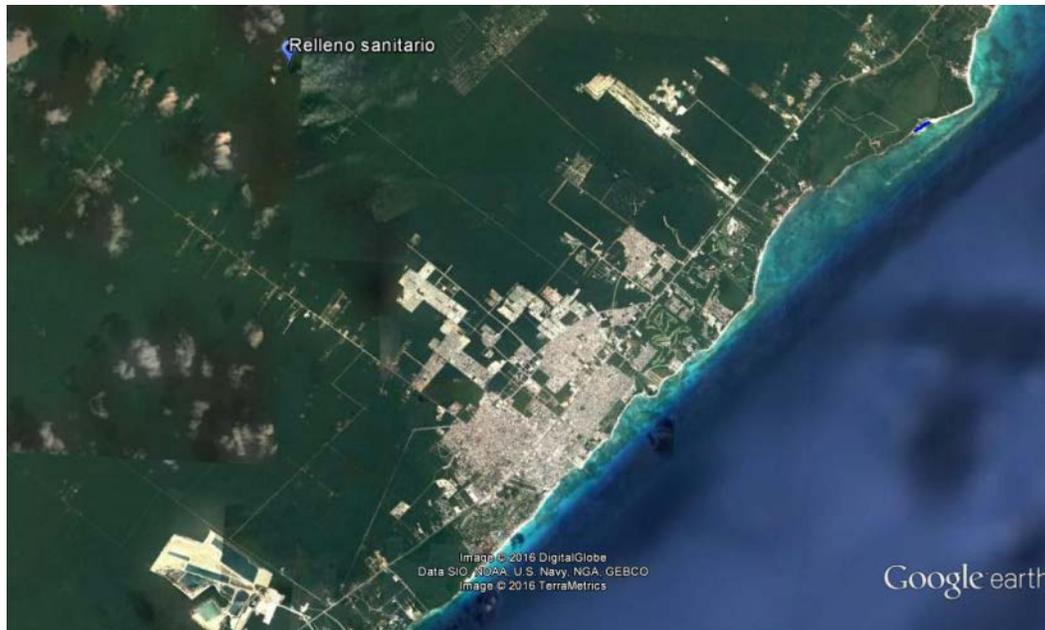


Figura 4.58 -Ubicación del relleno sanitario de Playa del Carmen.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

En la Figura 4.59 se observa el incremento de la disposición de los residuos sólidos urbanos en el Relleno Sanitario de Solidaridad, con un aumento del 10% entre los años 2014 - 2015 (DMA, 2016).

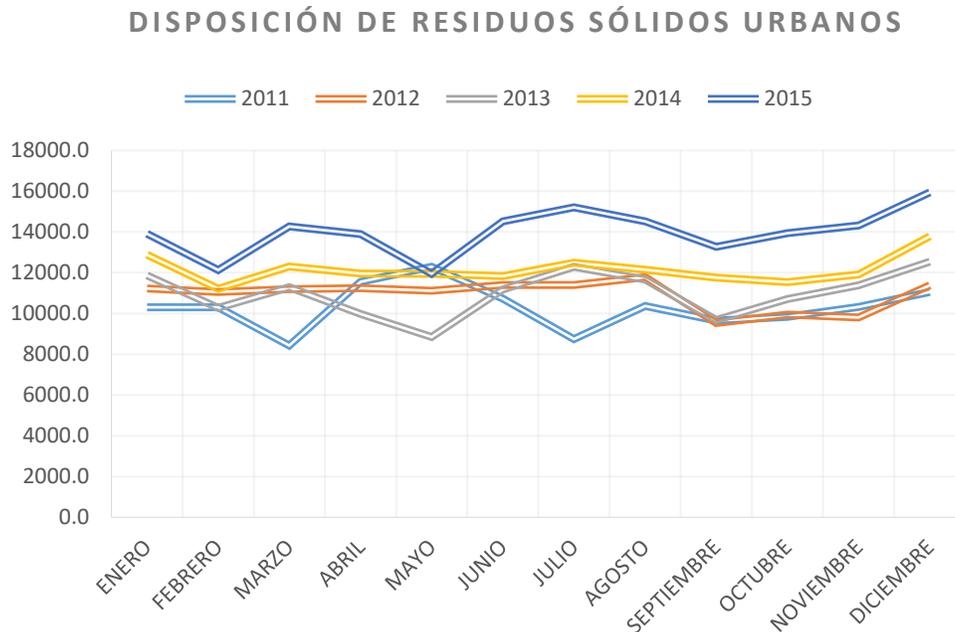


Figura 4.59 -Disposición de residuos sólidos urbanos (ton/mes) en el relleno sanitario del Municipio de Solidaridad en el periodo 2011 - 2015 (DMA, 2016).

La generación de residuos sólidos urbanos promedio en el Municipio de Solidaridad es de 560 ton/día (560 kg/día entre el total de habitantes de 209, 634 en el municipio, resulta en una generación promedio por habitante al día de 2.67 kg/hab). Tomando en cuenta la generación de la industria hotelera por día, que es de 1.11 kg/cuarto, se infiere que el total generado por la población es de 1.56 kg/hab, generándose por la industria hotelera el 42% de los residuos sólidos en el Municipio de Solidaridad (DMA, 2016).

IV.2.2.3.1 Paisaje

El área estudiada se localiza en una región muy susceptible a los fenómenos naturales y que ha sido afectada continuamente por fenómenos meteorológicos, que han originado no solamente la transformación de las características en el paisaje terrestre como consecuencia de su afectación (remoción de vegetación, daño a infraestructura hotelera, y vías de comunicación, etc), sino también del paisaje de playa; disminuyendo su área con el paso de cada uno de estos eventos.

Analizando el paisaje como la forma en que este se percibe, considerando la calidad, naturalidad y fragilidad; el paisaje en la playa y Hotel Dorado Maroma (proyecto colindante y propiedad del mismo promovente) ha tenido cambios significativos tanto por

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

los efectos naturales, como han sido los huracanes, que modificaron la distribución de la vegetación, como por las actividades propias de la marea.

Actualmente el paisaje forma parte de la unidad turística del corredor conocido comercialmente como Riviera Maya, donde se están construyendo hoteles y fraccionamientos residenciales y turísticos, lo que ha modificado el paisaje, disminuyendo su naturalidad, pero siempre buscando ofrecer una alta calidad paisajística.

Todas estas modificaciones hacen que esta unidad playa-zona marina colindante, aumente su fragilidad, ya que cualquier cambio es más notable, y los impactos visuales se irán acumulando, de ahí la importancia de que los nuevos complejos dejen libre el frente de playa, respetando la vegetación de la duna costera y se integren al ambiente natural con arquitectura apta para la región.

Este proyecto tiene como finalidad apoyar en la protección de este paisaje a través de un proyecto de arrecifes artificiales que minimizaran el impacto a la costa de los fenómenos hidrometeorológicos que pudieran impactar la zona.

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

La siguiente tabla contiene el diagnóstico ambiental realizado del proyecto “Arrecifes Artificiales Maroma”.

Factor ambiental	Sin proyecto	Con proyecto
Calidad del aire	<p>En la zona no existen problemas de la calidad del aire, pues no hay agentes emisores de contaminantes, no existen actividades industriales, la calidad del aire se ve afectada únicamente por el tráfico automovilístico de la carretera federal 307 que colinda con el predio.</p> <p>Se considera que sin proyecto la calidad del aire es la “normal” con su cercanía a la carretera, y los cambios a nivel global.</p>	<p>La calidad del aire se verá modificada de manera mínima y temporal por las obras de colocación y armado de los arrecifes artificiales.</p> <p>Los vehículos utilizados para el transporte de los componentes que integran la pieza consumen combustibles mismos que generan emisiones contaminantes, estas partículas en cuanto suben se dispersan por el viento que es constante en la zona, al no existir barreras que no permitan su dispersión. Al concluir la etapa de construcción la calidad del aire regresara a los niveles normales.</p>
Confort sonoro	<p>El paso de vehículos es la principal fuente de sonido sobre la carretera Federal 307 que es colindante con el predio donde se realizará en proyecto.</p>	<p>En la etapa de instalación del arrecife artificial aumentará el nivel de ruido por los trabajos que se desarrollaran en el armado de los arrecifes artificiales, el nivel sonoro no rebasará lo indicado en</p>

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		la normatividad vigente durante la operación del proyecto y una vez terminados los trabajos de armado del arrecife regresara a su nivel de confort.
Relieve y topografía	El relieve y topografía actualmente no se encuentra alterado.	No se realizará ninguna modificación del nivel del suelo, por lo que el relieve y topografía del lugar no se verán alterados.
Calidad del suelo	La calidad fisicoquímica y biológica del suelo, actualmente se considera que es la natural. La calidad podría ser afectada de no tomarse las previsiones para un destino final adecuado de los residuos sólidos y líquidos.	No se cambiara la composición del suelo, ya que únicamente se colocaran estructuras prefabricadas de concreto sobre la arena en la porción marina para el desarrollo del proyecto, por tal motivo no sufrirá ninguna modificación fisicoquímica ni biológica el suelo.
Calidad del agua	Se infiere que la calidad del agua no ha sufrido afectación alguna, ni es contaminada y cumple con los parámetros máximos permisibles por la norma ambiental vigente para aguas de uso recreativo	Se prevé que la operación del proyecto no genere la modificación en la calidad del agua, ya que se respetarán las normas ambientales, el proyecto no generara aguas residuales y se tendrá un monitoreo sobre la calidad del agua antes, durante y posterior a la colocación del arrecife artificial.
Vegetación	En los predios colindantes al proyecto se observan vegetación de manglar y selva mediana subperennifolia. En la porción marina únicamente se presentan pequeños manchones de pastos marinos y algas.	Las áreas de manglar no se verán afectadas por la obra, y las únicas zonas en donde se podría ver afectada la vegetación es en la zona de pastos marinos donde se instalaran las estructuras. Sin embargo este impacto será puntual y no representara grandes superficies de afectación.
Fauna	En la zona no hay afectación alguna por obras construidas, los peces utilizan los manchones de pastos marinos y estructuras (muelles y palafitos) como refugio.	La zona de pastos marinos se afectará moderadamente durante la instalación de las estructuras de arrecife artificial, pero una vez terminado, este arrecife también servirá como área de refugio y alimentación de especies de peces.
Calidad paisajística	La calidad paisajística es media, ya que aún presenta un nivel medio de naturalidad por sus cualidades estéticas intrínsecas, su fragilidad va aumentando conforme aumenta la fragmentación del ambiente.	Desde un punto de vista perceptivo, el paisaje se modifica formando uno nuevo pero en sintonía con el paisaje natural, ya que la estructura de arrecife solamente sobresaldrá aproximadamente 20 cm del nivel del mar.
Uso de suelo	El uso de suelo no está regido por algún Programa de Ordenamiento Ecológico.	El proyecto, no contraviene ningún instrumento legal, ya que el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino aplicable no prohíbe el desarrollo de este tipo de proyectos



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Empleo	El 33.5 % de las personas con alguna ocupación en el Municipio de Solidaridad, trabaja en el sector hotelero – restaurantero, el resto de los empleos esta en gran medida vinculado con el turismo. La necesidad de empleos se incrementa por la alta tasa de crecimiento poblacional en la Riviera Maya, resultado de la migración desde distintos puntos de la República mexicana y del extranjero.	El proyecto directamente no generará muchos empleos, pero indirectamente si, ya que el proyecto pretende apoyar en la conservación de la costa colindante al proyecto Dorado Maroma, al conservar y proteger la costa de los embates del mal tiempo, los turistas seguirán llegando al destino por su belleza paisajística y se mantendrán los empleos existentes.
Demografía	En la región de la Riviera Maya se registra la tasa más alta de crecimiento del Estado y es una de las mayores en el país, esto se debe a las grandes cantidades de migrantes, que llegan en busca de trabajo, lo que ha provocado un incremento en la tasa de desempleo.	El proyecto no afectará la demografía del sitio, ya que no promueve movimientos de migración, donde el personal que se requerirá en sus distintas etapas ya se encuentra establecido en la región, en busca de trabajo.
Vías de acceso	El proyecto se encuentra a un costado de la Carretera Federal 307 y una vialidad que lleva a la zona de playa desde la carretera.	No se requiere de construcción de más vialidades ni de caminos, a los ya existentes.
Economía local	La economía local se basa en el turismo, directa o indirectamente, y al ser una zona de alta afluencia de Turismo local, e Internacional, que transita por la Carretera Federal 307, será un punto estratégico para el desarrollo de la economía de las comunidades aledañas.	El proyecto directamente no favorece a la economía local, pero indirectamente si, ya que el proyecto pretende apoyar en la conservación de la costa colindante al proyecto Dorado Maroma, al conservar y proteger la costa de los embates del mal tiempo, los turistas seguirán llegando al destino por su belleza paisajística y se mantendrán los empleos existentes e incremento en la economía local.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la evaluación del impacto ambiental se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto, agrupadas por etapa de desarrollo.

Justificación de la metodología seleccionada

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.

De manera previa a la construcción de la Matriz de Causa-Efecto, se realizó una selección de indicadores de impacto, los cuales servirán para obtener una aproximación cercana a la realidad respecto de las interacciones que se establecerán en la matriz.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador, establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio” (Ramos, 1987); es por ello que se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Para fines prácticos y metodológicos, los indicadores de impacto fueron seleccionados con base en las siguientes características:

Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto del impacto global de la obra.

Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.

Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

V.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático

En la siguiente tabla se presenta la lista de los indicadores de impacto seleccionados para el proyecto de acuerdo con sus características de representatividad, relevancia y por ser excluyentes, cuantificables y de fácil identificación, por etapa del proyecto.

COMPONENTE DEL MEDIO	INDICADORES DE IMPACTO
Clima	No se identificaron indicadores de impacto.
Aire	Número de fuentes móviles
	Tiempo de operación de las fuentes móviles
	Cantidad de partículas suspendidas
Geología	No se identificaron indicadores de impacto.
Fisiografía	No se identificaron indicadores de impacto.
Paisaje	Superficie modificada
Suelos	No se identificaron indicadores de impacto.
Hidrología	Volumen de aguas residuales generadas

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Servicios ambientales	Superficie que será aprovechada
Biodiversidad (flora y fauna)	Superficie que será aprovechada
	Tiempo de vida útil del proyecto
Socioeconómico	Número de empleos temporales o permanentes
	Maquinaria y equipo requerido
	Inversión del proyecto
	Tiempo de duración de la instalación del proyecto
	Tiempo de vida útil del proyecto

Tabla 5.1.- Indicadores de impacto ambiental.

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez definidos los indicadores de impacto, a continuación se presenta la Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto propuesta para la evaluación de los impactos ambientales. En dicha matriz se establecerán las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones se incluirán en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosarán por filas; en este sentido, cuando una acción afecte uno o varios factores ambientales, se marcará la celda común a ambas. Cabe mencionar que en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de los mismos es de tipo cualitativa, y servirá de base para establecer la valoración a nivel cuantitativo. La matriz se presenta para cada etapa del proyecto.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA-EFECTO En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en el desarrollo del proyecto y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una "X".		ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO "ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA"																		
		PREPARACION DE SITIO					CONSTRUCCION (INSTALACION Y ARMADO DEL PROYECTO)				OPERACIÓN									
		Contratación de personal	Renta de equipo de trabajo	Trazo y delimitación de superficie	Colocación de malla geotextil	Rescate de flora y fauna	Recepción y Acarreo de piezas	Armado de estructuras	Limpieza de área de trabajo	Mantenimiento de Proyecto	Mantenimiento y Monitoreo Proyecto									
COMPONENTE DEL MEDIO																				
Abiótico	Aire						X	X												
	Suelo				X			X												
	Hidrología							X												
Biodiversidad	Flora					X		X											X	
	Fauna			X	X	X		X											X	
BServicios ambientales	Provisión de agua																			
	Protección de suelo				X			X												
	Protección de la biodiversidad					X													X	
	Captura de carbono							X	X											
	Generación de oxígeno							X												
	Paisaje							X	X											X
	Protección de Fenómenos								X											X
Socioeconómicos	Sector social	X																		X
	Sector económico		X																	X

Tabla 5.2.- Matriz de causa - efecto.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 27 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las actividades implicadas en el desarrollo del proyecto.

De los componentes del medio, la flora y la fauna, así como los elementos del medio socioeconómico serán los que tendrá mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los recursos que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración (descritos más adelante). A cada criterio se le asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue: Valor de importancia ($VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$). El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo, permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), a fin de establecer aquellos impactos relevantes o significativos que generará el proyecto.

CRITERIOS SELECCIONADOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

En la siguiente tabla se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, que permitirán valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
Nº	CRITERIO	ATRIBUTO
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Extenso/Parcial
5	Momento	Corto plazo/Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

Tabla 5.3.- Criterios de valoración de los impactos

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Como puede verse en la tabla anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizarán 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

Carácter (+ ó -)

Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

Intensidad (In)

Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación a éste criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
- Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

Relación-causa efecto (Ce)

Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Extensión (Ex)

La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.
- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

Momento (Mo)

Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de éste criterio se considerará lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre un mes después de que se produzca el factor que lo genera.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a seis meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a seis meses de haberse producido el factor que lo genera.

Persistencia (Pe)

Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse en un período que abarca de un día a un mes después de haber desaparecido el factor que lo genera.
- Temporal: si el impacto se manifiesta en un período de tiempo mayor a un mes pero sólo durante el cambio de uso de suelo, que se estima, durará 5 años.
- Permanente: si el impacto se manifiesta en forma posterior a la finalización del cambio de uso de suelo, es decir, durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr)

Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

Reversibilidad (Rv)

En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural,

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

Recuperabilidad (Rc)

No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irreparable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

ASIGNACIÓN DE RANGOS PARA LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

De manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al cambio de uso de suelo (ver tabla siguiente).

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (CE)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (MO)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (PE)	Fugas	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (PR)	Irregular	1
	Periódico	2
	Permanente	3
Reversibilidad (RV)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (RC)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

Tabla 5.4.- Criterios de valoración de impactos

CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados por cada etapa del proyecto, utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

$$\text{VIM} = +/- (3\text{IN} + 2\text{EX} + \text{CE} + \text{MO} + \text{PE} + \text{PR} + \text{RV} + \text{RC})$$

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

IN = Intensidad

EX = Extensión

CE = Causa-efecto

MO = Momento

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

PE = Persistencia

PR = Periodicidad

RV = Reversibilidad

RC = Recuperabilidad

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en la matriz de causa-efecto, descrita anteriormente. La valoración se presenta por etapa del proyecto.

PS. ETAPA PREPARACION DE SITIO.

Impacto ambiental identificado: Generación de empleos (PS1)	
Elementos del medio que serán impactados:	
<ul style="list-style-type: none"> • Socioeconómico (sector social) 	
Descripción del impacto ambiental:	
Según la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con el desarrollo del proyecto, será la contratación de personal especializado para realizar los trabajos involucrados. La acción de contratar personal, influye de forma directa en el sector social al ofrecer fuentes de empleo de carácter temporal.	

EVALUACION DEL IMPACTO (PS1)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Positivo	El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos.	+
Intensidad	Media	La cantidad de personal requerido para trabajos de preparación de sitio es media en comparación con las otras etapas del proyecto, ya que se requieren aproximadamente 20 trabajadores para llevar a cabo la delimitación y colocación de la malla geotextil, aunque no será mucho personal, este deberá ser especializado porque los trabajos se desarrollan en el mar.	2
Extensión	Externo	El personal que será contratado, será aquel que radique en la Localidad de Playa del Carmen; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos, rebasará los límites del sistema ambiental	3

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Causa-efecto	Directo	Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución de esta etapa del proyecto.	2
Momento	Corto plazo	La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio al desarrollo del proyecto.	1
Persistencia	Temporal	Al finalizar los trabajos preliminares, también cesará el contrato de los trabajadores.	2
Periodicidad	Continuo	Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso.	3
Reversibilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
Recuperabilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		$VIM = +/- (3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 3 + 0 + 0)$	VIM= +20

Impacto ambiental identificado: Activación de la economía local (PS2)

Elementos del medio que serán impactados:

- Socioeconómico (sector social)

Descripción del impacto ambiental:

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con el desarrollo del proyecto, será la renta de equipo acuático necesario para desarrollar los trabajos. Esta actividad influye de forma directa en el sector económico al activar la economía de la localidad donde serán adquiridos.

EVALUACION DEL IMPACTO (PS2)

CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Positivo	El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir fuentes de ingresos mercantiles.	+
Intensidad	Baja	La inversión que se tiene estimada para la contratación de mano de obra, así como la renta de equipo, es menor de 2 millón de pesos mexicanos, lo que se considera una inversión baja en comparación con las otras etapas del proyecto.	1



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Extensión	Externo	El material y equipo que se requiere para esta etapa, podrá ser adquirido en los comercios locales de la ciudad de Playa del Carmen o de otras partes del país, pudiendo adquirirlos fuera de los límites del sistema ambiental.	3
Causa-efecto	Directo	Sin la compra de material y equipo, resulta imposible la ejecución del proyecto en sus etapas iniciales	2
Momento	Corto plazo	La compra de material y equipo, será inmediata, ya que sin ello no se podrán dar inicio a los trabajos involucrados.	1
Persistencia	Temporal	La compra de materiales y equipo, se llevará a cabo en un solo momento, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será breve.	1
Periodicidad	Continuo	Estas actividades se llevarán a cabo en un solo momento, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será breve en el tiempo.	1
Reversibilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
Recuperabilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 2 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0)	VIM= +14

Impacto ambiental identificado: Perturbación del hábitat por delimitación y colocación de malla geotextil (PS3)

Elementos del medio que serán impactados:

- Biodiversidad (flora y fauna)

Descripción del impacto ambiental:

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, todos los trabajos de preparación de sitio que se realizarán en las zonas de aprovechamiento, que implican la delimitación del área de trabajo y la colocación de la malla geotextil para evitar la dispersión de sedimentos, tendrán una interacción indirecta con la flora y fauna del sitio. Al realizarse dichos trabajos, se estarán produciendo factores de perturbación del hábitat, además que se prevé que en esta fase del proyecto se realizará el rescate selectivo de flora y fauna.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

EVALUACION DEL IMPACTO (PS3)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Los trabajos a realizar en las áreas de aprovechamiento, y las actividades de rescate de flora y fauna, al ser actividades de tipo antrópica, producirá un elemento de alteración (perturbación) en los recursos naturales del medio en sentido negativo.	-
Intensidad	Baja	Las actividades de preparación de sitio tendrán un tiempo de duración aproximado de 12 meses, sin embargo, se realizarán en forma gradual y por segmento, por lo que se anticipa que el impacto no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio.	1
Extensión	Puntual	Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de aprovechamiento.	1
Causa-efecto	Directo	Las actividades a realizar en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación, forman parte directa de los trabajos preliminares.	2
Momento	Corto plazo	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se den inicio los trabajos, puesto que involucran la presencia humana en el medio desde su comienzo.	1
Persistencia	Temporal	Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 12 meses, por lo que a su término, también cesará el impacto.	2
Periodicidad	Periódico	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma continua pero intermitente, considerando que los trabajos	2

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		preliminares se realizarán en forma gradual a los largo de los 12 meses.	
Reversibilidad	irreversible	Al cesar la preparación del sitio en las áreas de aprovechamiento, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna no se podrán restablecer en forma natural	2
Recuperabilidad	Mitigable	En las inmediaciones de las áreas de aprovechamiento, se mantendrán áreas con suelo y vegetación acuática, que en su caso, servirán como zona de refugio o hábitat para las especies de fauna que serán desplazadas; así mismo, sin embargo, dicha situación sólo reducen el efecto del impacto, en magnitud.	2
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		$VIM = +/- (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2)$	VIM= - 16

CO. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

<p>Impacto ambiental identificado: Reducción de la cobertura vegetal acuática (CO1)</p> <p>Elementos del medio que serán impactados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biodiversidad • Servicios ambientales (protección del suelo, protección de la biodiversidad, regulación climática, amortiguamiento de fenómenos naturales, generación de oxígeno, captura de carbono). <p>Descripción del impacto ambiental:</p> <p>El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el aprovechamiento del suelo natural durante los trabajos de instalación de los arrecifes artificiales, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural (pastos y algas) dentro en las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna, la pérdida de la cobertura vegetal, que a su vez es una protección natural para el suelo; y la modificación del entorno natural, alterando también el medio perceptual.</p>

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

EVALUACION DEL IMPACTO (CO1)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso	-
Intensidad	Media	Se perderá el hábitat en las superficies aprovechadas, se considera media dado que el suelo donde se desarrollará el proyecto es principalmente arena..	2
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto	1
Causa-efecto	Directo	Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.	2
Momento	Mediano plazo	Los trabajos se llevarán a cabo en forma gradual, con un tiempo de duración aproximado de 36 meses; por lo tanto, el efecto del impacto en toda su magnitud o intensidad, se verá reflejado en forma posterior.	2
Persistencia	Temporal	La pérdida de la vegetación, el desplazamiento de la fauna y la alteración del paisaje, serán temporales, ya que con la operación del proyecto se creará una nueva área para la creación de vida marina.	2
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico, ya que los trabajos se realizarán de manera paulatina y por etapas, durante el plazo establecido en el calendario de actividades.	2
Reversibilidad	irreversible	En caso de cesar la actividad, la vegetación removida no puede recuperar su estado original por medios propios, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.	2
Recuperabilidad	Mitigable	Se llevará a cabo un rescate de vegetación y fauna, dirigido para	2



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		recuperar un porcentaje significativo de las especies que serán afectadas; contribuyendo con ello a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas, en especial de aquellas listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; así como reducir el deterioro del paisaje en la zona.	
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(2) + 2(1) + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2)	VIM= - 20

Impacto ambiental identificado: Reducción y pérdida del hábitat (CO2)

Elementos del medio que serán impactados:

- Biodiversidad (flora y fauna)
- Servicios ambientales (protección de la biodiversidad).

Descripción del impacto ambiental:

El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, serán la instalación de las estructuras de arrecife artificial, ya que dicha actividad implica remover la vegetación natural dentro de las zonas propuestas para el aprovechamiento y desarrollo del proyecto (pérdida del hábitat); superficies que actualmente fungen como hábitat para la flora y la fauna asociada, el cual se verá reducido en superficie.

EVALUACION DEL IMPACTO (CO2)

CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso	-
Intensidad	Media	Se perderá el hábitat en las superficies aprovechadas pero esta será de intensidad media, ya que la superficie que se aprovechara esta provista principalmente por suelo arenoso.	2
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie de aprovechamiento	1
Causa-efecto	Directo	El aprovechamiento del fondo marino que implica el proyecto a través de la remoción de la	2



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		vegetación, se relaciona en forma directa con la pérdida y reducción del hábitat	
Momento	Mediano plazo	La instalación del arrecife artificial corresponde a la etapa del proyecto donde se perderá el hábitat. No obstante, la magnitud total del impacto se manifestará al término de los trabajos, es decir, después de los 36 meses.	2
Persistencia	Temporal	La pérdida del hábitat será temporal, ya que en la operación del proyecto se crean un nuevo ambiente para el desarrollo de especies de flora y fauna acuática.	2
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico, ya que los trabajos se realizarán de manera paulatina y por etapas, durante el plazo establecido en el calendario de actividades.	2
Reversibilidad	irreversible	El hábitat para la flora y la fauna no podrá recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.	2
Recuperabilidad	Mitigable	Aunque se aprovechara una superficie de fondo marino, este está compuesto principalmente de área, con el desarrollo del arrecife artificial se producirá un ambiente para que puedan desarrollarse diversas especies de flora y fauna acuática	2
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(2) + 2(1) + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2)	VIM= - 20

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Impacto ambiental identificado: Suspensión de sedimentos (CO3)
Elementos del medio que serán impactados:
<ul style="list-style-type: none"> • Abiótico (hidrología)
Descripción del impacto ambiental:
Durante los trabajos de colocación y armado de los arrecifes artificiales, se prevé la generación de sedimentos y partículas que podrían quedar suspendidas en el agua debido a la acción del oleaje y las corrientes marina, lo que en su caso, podría ocasionar afectaciones al medio.

EVALUACION DEL IMPACTO (CO3)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Se considera un impacto negativo, debido a la afectación que puede ocasionar la suspensión de sedimentos y partículas sobre el medio.	-
Intensidad	Media	El volumen de sedimentos que podrían generarse no es considerable, tomando en cuenta que los trabajos se realizaran por etapas.	2
Extensión	Parcial	La acción de las corrientes marina podría aislar las partículas y sedimentos suspendidos y trasportarlas a zonas lejanas del área de trabajo, pero considerando que se instalaran mallas geotextiles, estas retendrán dichos sedientos evitando que se extiendan más allá de los límites de la zona.	2
Causa-efecto	Directo	El armado de los arrecifes dentro del mar forma parte de las fases de desarrollo del proyecto.	2
Momento	Corto plazo	El armado de los arrecifes dentro del mar forma, ocurrirá en forma inmediata cuando se inicié con esta fase.	1
Persistencia	Temporal	El armado de los arrecifes dentro del mar forma, tendrán un tiempo de duración equivalente al tiempo que	2

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		dure esta etapa de proyecto, puesto que se llevarán a cabo en forma paralela; sin embargo, al término de estas actividades, también cesará el impacto	
Periodicidad	Periódico	El armado de los arrecifes dentro del mar forma, se llevarán a cabo en forma gradual, por lo tanto, la suspensión de sedimentos ocurrirá en forma periódica.	2
Reversibilidad	Reversible	Las partículas suspendidas en el agua debido a su peso molecular, podrán precipitarse al suelo, cuando cese la acción de las corrientes marinas, por lo que éste impacto puede ser revertido.	1
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán acciones específicas encaminadas a suprimir el efecto del impacto, con la finalidad de evitar la alteración del medio por suspensión de sedimentos.	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		$VIM = +/- (3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)$	VIM= - 18

Impacto ambiental identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje (CO4)

Elementos del medio que serán impactados:

- Servicios ambientales (paisaje).

Descripción del impacto ambiental:

Durante los distintos trabajos involucrados en el desarrollo del proyecto, y principalmente durante el acarreo y armado de las piezas para el armado del arrecife artificial, así como la presencia de trabajadores en el sitio del proyecto y su área de influencia, se agregarán elementos de perturbación en el paisaje, lo que reducirá su calidad visual.

EVALUACION DEL IMPACTO (CO4)

CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Se considera un impacto negativo, debido a que produce una alteración del medio (perturbación), que reduce la calidad visual del paisaje.	-



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Intensidad	Media	Se aprovechara una superficie de suelo (fondo marino) pero este está provisto principalmente de arena; por lo que la intensidad del impacto se considera media.	2
Extensión	Parcial	La alteración de la calidad visual del paisaje se extenderá fuera del área de aprovechamiento, pero dentro del sistema ambiental.	2
Causa-efecto	Directo	El impacto está directamente relacionado con la percepción que tenga el observador en relación a las unidades que integran el paisaje, que en su caso, se podría ver afectada por la presencia de los trabajadores y el aprovechamiento de suelo natural, puesto que es el atributo más importante del paisaje en cuanto a su extensión; por lo que se trata de un impacto ambiental que se generará por el proyecto mismo	2
Momento	Mediano plazo	La contaminación visual ocurrirá desde el inicio de los trabajos implicados en el desarrollo del proyecto. La magnitud total del impacto se manifestará a los 36 meses de iniciado el proyecto, considerando que se realizará en forma gradual.	2
Persistencia	Permanente	Al término de esta etapa, los efectos sobre el paisaje derivados del aprovechamiento del fondo marino, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose.	3
Periodicidad	Continuo	Al término de esta etapa, los efectos sobre el paisaje derivados del aprovechamiento del fondo marino, permanecerán durante toda la vida	3

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose.	
Reversibilidad	Reversible	Al cesar esta etapa el paisaje podrá absorber el proyecto, considerando que los elementos entrópicos forman parte del entorno, por lo que dichos elementos pasarán de ser factores de perturbación, a formar parte del paisaje que prevalece en el sistema ambiental.	1
Recuperabilidad	Preventivo	Al cesar esta etapa, el paisaje podrá absorber el proyecto, considerando que los elementos entrópicos forman parte del entorno, por lo que dichos elementos pasarán de ser factores de perturbación, a formar parte del paisaje que prevalece en el sistema ambiental.	1
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(2) + 2(2) + 2 + 2 + 3 + 3 + 1 + 1)	VIM= - 22

Impacto ambiental identificado: Contaminación del medio (CO5)

Elementos del medio que serán impactados:

- Abiótico (suelo e hidrología)

Descripción del impacto ambiental:

Un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante los trabajos de acarreo y armado de los arrecifes artificiales, podría traducirse en la contaminación del suelo y del mar.

EVALUACION DEL IMPACTO (CO5)

CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la contaminación del recurso.	-
Intensidad	Baja	La contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados.	1
Extensión	Extenso	La contaminación del recurso puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante los trabajos de preparación del sitio,	3



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido al flujo hidrológico del mar.	
Causa-efecto	Indirecto	Los trabajos de preparación del sitio no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen.	1
Momento	Mediano plazo	Una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo mayor a seis meses, por lo que se considera un impacto que ocurrirá a mediano plazo.	2
Persistencia	Temporal	Un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos (aguas residuales generados en baños para los trabajadores), podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias y plantas	2
Periodicidad	Irregular	Se considera irregular, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo	1
Reversibilidad	Reversible	Los agentes contaminantes podrían llegar a ser biodegradados con el paso del tiempo, y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio	2
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste (ver capítulo de medidas preventivas).	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		$VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)$	VIM= - 17

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Impacto ambiental identificado: emisión de gases contaminantes (CO6)
Elementos del medio que serán impactados:
<ul style="list-style-type: none"> • Servicios ambientales (captura de carbono)
Descripción del impacto ambiental:
La operación del compresor para generar aire y la wave runner para acarreo de piezas serán una fuente temporal de emisión de gases contaminantes durante el armado del arrecife artificial, ya que funcionan a base de combustibles, lo que contribuirá a la emisión de carbono hacia la atmósfera.

EVALUACION DEL IMPACTO (CO6)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la contaminación del recurso.	-
Intensidad	Baja	La contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados de los mismos. La volumen de gases emitidos será bajo en comparación con los procesos industriales, aunado a que la operación de la maquinaria no será constante a lo largo del tiempo	1
Extensión	Extenso	La contaminación del recurso puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido a que los gases pueden ser dispersados por la acción del viento en la atmósfera	3
Causa-efecto	Indirecto	El proyecto en sí no será el factor causante de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con el funcionamiento de la maquinaria.	1
Momento	Corto plazo	La emisión de gases contaminantes ocurrirá desde el inicio de esta etapa.	1
Persistencia	Temporal	Los gases contaminantes pueden permanecer por períodos prolongados de tiempo en la atmósfera; sin embargo, estos pueden precipitarse o ser captados	2

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		por la cobertura vegetal existente en la atmósfera; lo que otorga una persistencia temporal al impacto. Aunado a que al cesar esta etapa, la maquinaria dejará de funcionar y por lo tanto el impacto dejará de manifestarse	
Periodicidad	Irregular	Se considera irregular, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo.	1
Reversibilidad	Reversible	Los agentes contaminantes podrían llegar a ser suprimidos de la atmósfera con el paso del tiempo, y por lo tanto podrían ser eliminados del medio	2
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas para reducir la cantidad de gases que serán emitidos hacia la atmósfera, con la finalidad de reducir su volumen en la atmósfera.	2
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 2)	VIM= - 18

OP. ETAPA DE OPERACIÓN.

Impacto ambiental identificado: Generación de empleos (OP1)
Elementos del medio que serán impactados:
<ul style="list-style-type: none"> Socioeconómico (sector social)
Descripción del impacto ambiental:
Según la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con la operación del proyecto, será la contratación de personal especializado para realizar los trabajos involucrados. La acción de contratar personal, influye de forma directa en el sector social al ofrecer fuentes de empleo de carácter temporal.

EVALUACION DEL IMPACTO (OP1)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Positivo	El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse	+

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		como una fuente de empleos directos e indirectos.	
Intensidad	Media	La cantidad de personal requerido para el desarrollo de la etapa operativa es media en comparación con las otras etapas, ya que se generarán aproximadamente 10 empleos pero con la distinción de que estos serán de tipo permanente.	2
Extensión	Extenso	El personal que será contratado, será aquel que radique en la Localidad de Playa del Carmen o de otra parte del país siempre y cuando tenga conocimientos de diversidad acuática; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos, rebasará los límites del sistema ambiental.	3
Causa-efecto	Directo	Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución de esta etapa del proyecto	2
Momento	Corto plazo	La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio a la operación del proyecto.	1
Persistencia	Permanente	El contrato de los trabajadores involucrados en las distintas actividades que dicha etapa implica, serán vigentes durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Continuo	Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso.	3
Reversibilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
Recuperabilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		$VIM = +/- (3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0)$	VIM= +21

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Impacto ambiental identificado: Generación de empleos monitoreo de hábitat (OP2)
Elementos del medio que serán impactados:
<ul style="list-style-type: none"> Biodiversidad (flora y fauna)
Descripción del impacto ambiental:
De acuerdo con la matriz de causa y efecto, todos los trabajos de mantenimiento y monitoreo que se realizarán en las zonas de aprovechamiento, tendrán una interacción indirecta con la flora y fauna del sitio. Al realizarse dichos trabajos, se estarán produciendo factores de perturbación del hábitat.

EVALUACION DEL IMPACTO (OP2)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Positivo	Los trabajos de mantenimiento y monitoreo del arrecife artificial, al ser actividades de tipo antrópica, producirá un elemento de alteración (perturbación) en los recursos naturales del medio pero esta será de forma positiva, ya que busca tener un cuidado y control sobre el desarrollo de la flora y fauna que se desarrolle en este nuevo hábitat.	+
Intensidad	Baja	Las actividades de mantenimiento y monitoreo del arrecife artificial se realizarán en forma programada, por lo que se anticipa que el impacto no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio.	1
Extensión	Puntual	Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de aprovechamiento.	1
Causa-efecto	Directo	Las actividades de mantenimiento y monitoreo a realizar en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación, forman parte directa de la operación del proyecto	2

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Momento	Largo plazo	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma programada después de haberse concluido la etapa constructiva (instalación del arrecife artificial), por lo que se espera que el impacto se manifieste a largo plazo.	3
Persistencia	Temporal	Las actividades referidas se realizarán en forma programada, por lo que a su término, también cesará el impacto.	2
Periodicidad	Periódico	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma continua pero intermitente, considerando que los trabajos de mantenimiento y monitoreo se realizarán en forma programada.	2
Reversibilidad	Reversible	Al cesar las actividades de mantenimiento y monitoreo, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la flora y fauna se podrán restablecer en forma natural	1
Recuperabilidad	Mitigable	Solamente se realizara mantenimiento y monitoreo sobre el arrecife artificial, en las superficies no aprovechadas del proyecto no se realizara ninguna actividad permitiendo que se desarrollen naturalmente las diversas especies de flora y fauna acuática..	2
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 2 + 2 + 1 + 2)	VIM= +17

JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambientales, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental será jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: **1) significativo o relevante, 2) moderado y 3) bajo o nulo.**

- **Impacto significativo o relevante**

Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3(3) + 2(3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$\text{VIM} = +/- 31$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante será aquel que obtenga un valor de importancia igual a +/-31.

- **Impacto moderado**

Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Así mismo, cuando al desaparecer la acción que

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia:

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = +/- 20$$

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 20, pero menor que +/- 31.

- **Impacto bajo o nulo**

Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo, será para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$\text{VIM} = +/- 10$$

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 10, pero menor que +/- 20.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos. En la siguiente tabla se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA DE JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
CATEGORIA	VALOR
Bajo, nulo o irrelevante	10 a 19
Moderado	20 a 30
Significativo o relevante	= ó > 31

Tabla 5.5.- Jerarquización de impactos ambientales

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales, se describe como sigue:

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.

Moderado

Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

Bajo o nulo

Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en las siguientes tablas se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental y por etapa del proyecto.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Preparación de sitio)				
No.	Impacto ambiental	Elemento del medio	Valor de importancia	categoría
PS1	Generación de empleo	Socioeconómico	+20	Moderado
PS2	Activación de la economía local	Socioeconómico	+14	Bajo
PS3	Perturbación del hábitat por delimitación y colocación de malla geotextil	Biodiversidad	-16	Bajo

JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Construcción)				
No.	Impacto ambiental	Elemento del medio	Valor de importancia	categoría
CO1	Reducción de la cobertura vegetal acuática	Biodiversidad Servicios ambientales	-20	Moderado
CO2	Reducción y pérdida del hábitat	Biodiversidad Servicios ambientales	-20	Moderado
CO3	Suspensión de sedimentos	Abiótico	-18	Bajo
CO4	Reducción de la calidad visual del paisaje	Servicios ambientales	-21	Moderado
CO5	Contaminación del medio	Abiótico	-17	Bajo
CO6	Emisión de gases contaminantes	Servicios ambientales	-18	Bajo

JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Operación)				
No.	Impacto ambiental	Elemento del medio	Valor de importancia	categoría
O1	Generación de empleo	Socioeconómico	+21	Moderado
O2	Generación de empleos monitoreo de hábitat	Biodiversidad	+17	Bajo

CONCLUSIONES.

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que este es un proyecto atípico ya que no se generaran impactos por el aprovechamiento de superficie terrestre, ya que las actividades se realizaran en una porción marina, en total se generarán 11 impactos ambientales, de los cuales 7 serán negativos (3 con categoría media o moderados y 4 de categoría baja o nula); así mismo, se prevé la generación de 4 impactos positivos (2 con categoría media o moderados y 2 de categoría baja o nula).

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

De los impactos identificados, 3 se producirán en las etapas de preparación de sitio; 6 en la etapa de construcción (instalación del arrecife artificial); y 2 en la etapa operativa; siendo la etapa constructiva la que generará el mayor número de impactos negativos con 6 en total.

V.4 IMPACTOS RESIDUALES.

Considerando que el proyecto se pretende e integra como la instalación de estructuras que en sí mismas con leve efectos de mitigación y compensación sobre impactos preidentificados como la afectación a la costa por fenómenos naturales, y que a su vez desarrollaran áreas para la reproducción, crianza y desarrollo larval de diversas especies acuáticas; y que estas no se ubican dentro de rutas mercantes, a profundidades adecuadas que no interrumpan la navegación de barcos ni deportivos o recreativos, cuya distribución entre ellas, no represente una barrera submarina para modificar corrientes o sedimentos, si afecte la morfología costera de forma positiva; los impactos estimados por el desarrollo del proyecto con su ubicación, dimensiones y características no prevén impactos significativos que puedan generar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidas por disposiciones jurídicas referentes a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, además que los efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados, podrán ser mitigados y/o compensados con las medidas preventivas, de mitigación y compensación señaladas en los incisos correspondientes, con el fin de minimizar o evitar los efectos negativos sobre el sistema ambiental regional del proyecto.

Los posibles efectos residuales se estiman relacionados con el seguimiento de posibles cambios esperados con el desarrollo de la actividad biología que como estructuras de arrecifes artificiales, se desarrollen y formen un hábitat que contribuya con el mejoramiento y restablecimiento de especies de flora y fauna marina, a su vez manteniendo y/o incrementando la biodiversidad local.

V.5 IMPACTOS ACUMULATIVOS.

Considerando la naturaleza del proyecto, así como las características del mismo se estima que su instalación y operación no ocasionaran impactos ambientales significativos, sobre las corrientes marinas y el transporte de sedimentos, siendo por otra parte, benéfica su instalación y operación para las comunidades de bentos y necton, de igual forma beneficiara en la protección de las costas ante fenómenos naturales. La actividad biología que como estructuras arrecifales artificiales, se estima que presente impacto benéfico sobre la zona del proyecto y estos se desarrollen y formen nuevos hábitats que contribuyan con el mejoramiento y restablecimiento de esta zona, a su vez manteniendo y/o incrementando la biodiversidad local, cuyo efecto será de corto, mediano y largo plazo.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN
Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Después de analizados y evaluados los impactos ambientales generados en el proyecto, se establecen las correspondientes medidas Preventivas, de Mitigación y de Compensación, mismas que tienen como objetivo fundamental, la minimización del efecto de dichos impactos en el proyecto.

Para las etapas de preparación del sitio y construcción (instalación del arrecife artificial) se trabajará en horario diurno y con equipo afinado y óptimo funcionamiento para minimizar ruidos; los residuos sólidos generados se enviarán a sitio autorizado por el Municipio de Solidaridad.

Durante la etapa de operación no se generaran residuos, aguas residuales, ni el aprovechamiento de recursos energéticos, el proyecto tiene como finalidad proteger a las costas de los fenómenos hidrometeorológicos y crear un hábitat de refugio y alimentación de vida marina.

En lo que se refiere a las medidas preventivas específicas que se aplicarán se incluyen y describen a continuación:

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

Derivado de la evaluación de los impactos y de acuerdo con el procedimiento de evaluación desarrollado, se eliminaron del proceso las acciones y los impactos irrelevantes, por lo que a continuación se presentan las tablas de medidas de prevención, mitigación y/o compensación para todos y cada uno de los impactos negativos moderados identificados para las tres etapas y acciones del proyecto, ya que no se identificaron impactos críticos. Es necesario reiterar que en la tabla siguiente NO aparecen aquellas actividades del proyecto que resultaron con impactos irrelevantes.

Se subrayan aquellos impactos y actividades que resultaron con una mayor evaluación en la matriz de importancia, siendo éste el principal criterio de ponderación de las medidas propuestas, así como la consideración de los componentes ambientales del sitio identificados como críticos.

Etapas del Proyecto o Actividad	Impacto en el medio (ya alterado)	Medidas Preventivas y/o compensación a efectuar
PREPARACIÓN DEL SITIO		
RETIRO DE RESIDUOS EXISTENTES	PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	<ul style="list-style-type: none">• Retiro de residuos que se encuentren dentro del área del proyecto.• Se prohibirá arrojar basura en la playa o zona marina.

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		<ul style="list-style-type: none"> • Se seleccionará y separarán los materiales obtenidos y se dispondrán según su clasificación. • Se prohibirá la quema, se reutilizarán los materiales recolectados, en el caso de las algas marinas, estas si no se pueden reubicar dentro del fondo marino, se utilizaran para hacer composta y ser utilizada en las actividades de reforestación de la duna costera que lleva a cabo el Hotel Dorado Maroma.
AGUAS RESIDUALES	GENERACIÓN DE AGUAS NEGRAS	En esta etapa no se generaran aguas residuales, los trabajadores utilizaran los sanitarios de trabajadores del proyecto Hotel Dorado Maroma.
CONTRATACIÓN DE PERSONAL	RESIDUOS SÓLIDOS POR CONSUMO DE PRODUCTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberán colocar depósitos de basura en sitios estratégicos. • Se prohibirá arrojar basura en la playa o zona marina. • Se seleccionará y separarán los residuos producidos para disponerlos de forma adecuada. • Se prohibirá la quema de materiales, se reutilizaran todos aquellos materiales que puedan ser utilizados. • Se contratará personal de la zona para apoyar la economía local.
CONSTRUCCIÓN (INSTALACION DE ARRECIFE ARTIFICIAL)		
ACARREO DE PIEZAS Y ARMADO DE ARRECIFE ARTIFICIAL	EMISIÓN DE POLVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Los camiones que transporten cualquier tipo de material, incluyendo las piezas que integran la estructura de arrecife artificial, deberán ser cubiertos con lonas para evitar la dispersión de polvos y materiales al aire. • Todos los troncos y tablones de maderas antes de colocarse, deberán ya de contar con su tratamiento, por ningún motivo se aplicará el tratamiento a la madera después de haberlos colocado.
	EMISIÓN DE GASES Y PARTÍCULAS	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar equipos en buen estado y debidamente afinados. • Deberán cumplir con las Normas Deberán cumplir con las Normas NOM-041-SEMARNAT-1996 y NOM-045-SEMARNAT-1993.
	EMISIÓN DE RUIDO	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá cumplir con la NOM-080-SEMARNAT-1994. • Trabajar en horario diurno y con equipo en óptimas condiciones, no se trabajara en horario nocturno.
	LIGERO AUMENTO DE TURBIEDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Se delimitará el área de colocación de cada segmento de arrecifes artificiales con boyas y se armaran uno por uno cada estructura de arrecife artificial para minimizar la turbulencia del mar. • Las actividades de colocación de los arrecifes artificiales se llevaran a cabo a partir de las 8:30 am, ya que durante los trabajos de campo se detectó que la mayor presencia de fauna marina se ve aprecia antes de este horario es decir de 6 a 8 am. Y posterior a esta hora se reduce la presencia de especies, en afán de afectar lo menos posible a



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

		<p>dichas especies se realizan las actividades a partir de las 8:30 am</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se colocará malla geotextil para delimitar la superficie donde se desarrollan trabajos, esto con la finalidad de confinar los sedimentos que pudieran generarse y evitar la dispersión de los mismos.
	PRODUCCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberán colocar depósitos de basura en sitios estratégicos (en la ZOFEMAT y en la balsa que transportara los componentes para armar el arrecife artificial). • Se prohibirá arrojar basura en la playa o zona marina. • Se seleccionará y separarán los materiales obtenidos
	PERDIDA DE FLORA Y FAUNA MARINA	<ul style="list-style-type: none"> • Las algas marinas que no se puedan colocar en el mismo suelo arenoso, se retirarán y serán utilizadas para realizar composta y ser aprovechadas para las actividades de reforestación de duna costera que lleva a cabo el Hotel Dorado Maroma. • La fauna (peces y aves) no representarán un problema por la movilidad que estos presentan. Y dentro de las pláticas con los trabajadores se pedirá que no se realice ningún tipo de extracción o molesta de la fauna que habita en el proyecto. • Dentro del área marina no se registró ninguna especie de flora o fauna protegida, se impartirán pláticas de concientización para el cuidado de todas las especies de flora y fauna que interactúan en el proyecto. • No se deberán dejar materiales de construcción ni herramientas en la playa, ni en la zona de trabajo e instalación de los arrecifes artificiales. • Se delimitará el área donde se colocarán los arrecifes artificiales, y se retirara únicamente lo que se encuentre dentro de esa área, en el caso de que la superficie presente material rocoso, este será retirado y se depositara en el límite inmediato del área donde se colocará la estructura, es decir solamente se moverá unos cuantos metros de su lugar de origen.
	CAMBIO EN LAS CORRIENTES Y DINÁMICA COSTERA.	<ul style="list-style-type: none"> • Se mantendrá constante vigilancia y monitoreo de las condiciones de la playa, se deberán llevar a cabo monitoreos para medir la erosión y acreción de las playas en la zonas de influencia del proyecto y determinar acciones a realizar en caso de que las afectaciones sean mayores a las previstas en los modelos realizados. • Se realizaran análisis periódicos para monitorear las condiciones fisicoquímicas del agua.



**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
AUMENTO DE PERSONAS EN EL ÁREA	AUMENTO DE PRESIÓN SOBRE EL ECOSISTEMA COSTERO	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar a cabo un programa continuo de educación ambiental con los trabajadores de las instalaciones para concientizarlos en el cuidado de las diversas especies de flora y fauna acuática que habitan en el proyecto. • Se llevara a cabo un monitoreo de flora y fauna marina para conocer el aumento o disminución de especies y en su caso tomar medidas para el cuidado de estas especies. • Implementar programas de erradicación de especies exóticas e invasoras marinas en caso de registrarse en los monitoreos, tomando mayor énfasis en el Pez León (<i>Pterois volitans</i>). • Quedará prohibido alimentar o molestar a la flora y fauna presente en el proyecto.
INFRAESTRUCTURA INSTALADA	CAMBIO EN LAS CORRIENTES Y DINÁMICA COSTERA.	<ul style="list-style-type: none"> • Se mantendrá constante vigilancia y monitoreo de las condiciones de la playa, se deberán llevar a cabo monitoreos para medir la erosión y acreción de las playas en la zonas de influencia del proyecto y determinar acciones a realizar en caso de que las afectaciones sean mayores a las previstas en los modelos realizados.

Tabla 6.1.- Medidas preventivas por aplicarse en el proyecto.

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

En la presente MIA-R en el Capítulo V se han identificado y evaluado los impactos ambientales que potencialmente puede inducir el proyecto en el Sistema Ambiental Regional, y en virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es prevenir y corregir los efectos adversos al ambiente en la realización de un proyecto, las medidas propuestas en el presente capítulo, atenderán los impactos con mayor valor, es decir aquellos considerados como relevantes.

Bajo la premisa anterior, se asume el hecho que identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitirán la mitigación, prevención, o compensación de los mismos. Para ello se ha diseñado un instrumento que, además de atender en conjunto las medidas solicitadas, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente bajo objetivos Regionales. Por lo anterior se llevará a cabo la implementación de un Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SGMA) como un instrumento, en el que establecen los siguientes objetivos:

Construir, remodelar y operar infraestructura con fines turísticos en un contexto de conservación, protección y uso sustentable de los ecosistemas involucrados, los bienes y los servicios ambientales que estos brindan, con la finalidad de que el proyecto se caracterice por tener estrategias de desarrollo ambientalmente viables. Implementar medidas para prevenir y mitigar los impactos, comprometidas en la presente MIA-R, para prevenir, mitigar

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.

Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga en el caso de autorizarlo.

Verificar el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que se pretenden aprovechar, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículo 44 del Reglamento en la Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

Para valorar el impacto al ambiente del proyecto: **“Arrecifes Artificiales Maroma”** primeramente fue necesario identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio y los elementos del medio susceptibles de recibirlos. Luego se procedió a identificar las interrelaciones entre las acciones del proyecto y el factor del medio, determinando la temporalidad del impacto al ambiente y su mitigabilidad; así como el factor de cambio esperado. Posteriormente se procedió a establecer las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias de los impactos al ambiente.

La implementación de cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, generará impactos directos y sinérgicos en el sitio y sus áreas de influencia; para establecer las medidas de prevención y mitigación de estos impactos y en su caso su compensación, se llevó a cabo la identificación, descripción y análisis de los impactos ambientales que potencialmente pueden ser inducidos por el proyecto; en particular, nos enfocaremos en la etapa de construcción (instalación de arrecife artificial) ya que el proyecto se enfoca propiamente en la instalación de infraestructura en una porción marina.

Las acciones de mitigación son diseñadas para moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos adversos que la realización o desarrollo de un proyecto Regional pueda generar sobre el entorno. Además la mitigación puede contribuir a restituir uno o más componentes o factores del medio, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser posible, se restablecerán al menos las propiedades básicas iniciales. Bajo este contexto el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) se encuentra estructurado por un programa general tal y como se establece en la siguiente figura.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

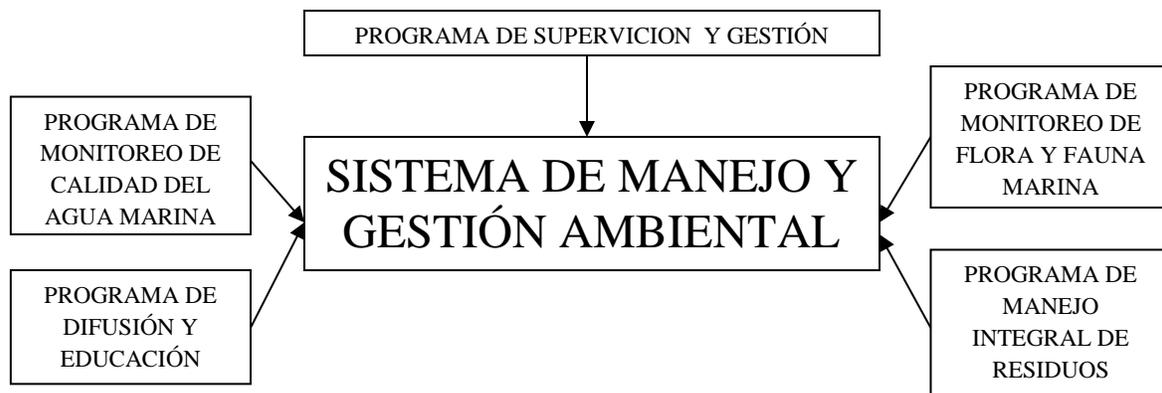


Figura 6.1.- Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA).

VI.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA) constituye la herramienta principal del SMGA y tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de obligaciones aplicables, así como las medidas establecidas en el presente capítulo y de las que establezca la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados. Por esta razón el logro de las metas de todos los demás programas y subprogramas es verificado de manera sistemática a través del PSGA para confirmar su congruencia con el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto. Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- A.** Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación incluyendo: a) Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en la autorización correspondiente en caso de ser afirmativa; y b) La legislación y normatividad ambiental aplicable.
- B.** Verificar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en la presente MIA-R, y que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos adversos ambientales que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.
- C.** Integrar la información y las comprobaciones documentales necesarias para informar periódicamente a la Delegaciones en el Estado de Quintana Roo de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto entregando copias del mismo en las oficinas centrales de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecerán estrategias e indicadores como a continuación se citan:

- I. Supervisión y vigilancia del correcto cumplimiento de las actividades del proyecto.
- II. Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.
- III. Indicadores de cumplimiento del Programa.

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT al proyecto durante sus etapas de operación y mantenimiento, se propone establecer un responsable de la supervisión ambiental, quien estará encargado de coordinar de manera sistemática el cumplimiento de los acuerdos previos que permitan cumplir en la práctica diaria con las obligaciones ambientales aplicables a cada etapa. También se propone identificar en términos verificables que no se está rebasando el impacto ambiental previsto y aplicar medidas complementarias para reducirlo hasta donde sea posible.

Con base en dichos acuerdos previos, en cada etapa se revisará directamente en campo y de manera periódica las zonas de operación, así como las actividades regulares de mantenimiento y extraordinarias relacionadas con objeto de:

- Observar el cumplimiento de obligaciones por parte de los actores involucrados en las etapas;
- Supervisar la implementación de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales previstos para cada etapa;
- Coordinar la ejecución los Programas de Gestión y Manejo Ambiental.
- Dar seguimiento al estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio partiendo como línea base la información contenida en esta MIA-R.

Los indicadores de dicho del SISTEMA DE MANEJO Y GESTIÓN AMBIENTAL:

- Reporte de las acciones cumplidas de acuerdo a lo establecido en la resolución emitida por la SEMARNAT,
- Número de reuniones de planificación con responsables de la operación y mantenimiento del proyecto. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- Número de inspecciones para supervisión de operación y para verificación del estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio.
- Informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT
- Listas de verificación de cumplimiento de obligaciones por parte de los actores involucrados en las etapas e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

Programas

Se anexan a la presente MIA-R los programas que se llevarán a cabo dentro del proyecto:

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Programa de Manejo de Residuos
Programa de Monitoreo de Organismos Bentónicos
Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua
Programa de Monitoreo de la línea de playa.

VI.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.

Por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, por lo que el promovente deberá presentar a la Secretaría una fianza o un seguro de acuerdo a lo establecido en el Artículo 51 del RLGEEPAEIA respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental.

A continuación se realiza un análisis del costo que representa llevar a cabo el cumplimiento de las medidas preventivas en el proyecto, a fin de garantizar que no se llevaran afectaciones a la biota que se desarrolla en el área de proyecto y el sistema ambiental que rodea al proyecto:

Colocación de boyas y malla geotextil: Se tienen contemplado la compra de 800 metros de malla geotextil para colocar dentro del proyecto y evitar la dispersión de sedimentos durante la etapa de armado de los arrecifes artificiales, el costo por la adquisición de esta malla será de aproximadamente \$125,000.00 (Ciento veinticinco mil pesos). Para la colocación de las boyas se realizará la compra de 20 boyas y 60 metros de cabo marino teniendo un costo aproximado de \$60,000.00 (Sesenta mil pesos) teniendo un total aproximado para estas tareas de aproximadamente de \$185,000.00 (Ciento ochenta y cinco mil pesos).

Realización de análisis de la calidad del agua: Se tienen estimado que se realizaran semestralmente análisis de la calidad de la columna de agua donde se desarrollara el proyecto, el costo unitario de cada análisis ante un laboratorio acreditado por la EMA es de \$5,800 (Cinco mil ochocientos pesos), se tendría una inversión total contemplando los 15 años de operación de \$174,000.00 (Ciento setenta y cuatro mil pesos).

Así mismo para el desarrollo y cumplimiento de las medidas preventivas y cumplimiento de los términos y condicionantes, el proyecto contara con programa de vigilancia ambiental, el cual realizará las actividades de seguimiento y verificación del cumplimiento de las medidas preventivas que propuso el proyecto, este tendrá un presupuesto mensual de \$15,000.00 (Quince mil pesos) para el desarrollo y cumplimiento de estas medidas, si contéplanos que la autorización se solicita para desarrollar el proyecto en un término de 3 años, este seguimiento tendrá una inversión de \$540,000.00 (Quinientos cuarenta mil pesos).

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

ACTIVIDAD	INVERSION EN PESOS MEXICANOS
Compra de malla geotextil, boyas y cabo marino	\$185,000.00
Análisis de la calidad de agua	\$175,000.00
Implementación por 5 años del programa de vigilancia ambiental	\$540,000.00
Total	\$900,000.00

Tabla 6.2.- Monto para propuesta de garantía para el desarrollo del proyecto.

La propuesta de garantía que se solicita validar ante la SEMARNAT es de \$900,000.00 (Novecientos mil pesos)

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

La realización del proyecto tal y como se plantea en la presente manifestación, y llevando a cabo la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el capítulo VI del presente estudio, no supone impactos ambientales de gran magnitud tanto para el área del proyecto como para el Sistema Ambiental Regional del mismo.

Teniendo en cuenta toda información anterior, se describen a continuación tres posibles escenarios para el sistema ambiental del proyecto, mismos que se definen como:

Escenario 1: Sin el desarrollo del proyecto.

Escenario 2: Desarrollo del proyecto, sin aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación.

Escenario 3: Desarrollo del proyecto aplicando las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.

Tomando como escenario que no se desarrollara el proyecto, tal vez no se modificaría el entorno actual pero no se estaría aprovechando la vocación de uso de suelo destinado para esta zona, a continuación se describen los aspectos fundamentales de este escenario.

Aspectos fundamentales del escenario 1:

- No aumentan los aportes a la economía local.
- No se genera un hábitat para el desarrollo de nuevas comunidades de especies de flora y fauna marina.
- No se protege la costa del zona federal marítimo terrestre colindante al área del proyecto.
- No se modifica la dinámica costera.
- No hay oferta de empleos temporales ni permanentes.
- El sistema ambiental del proyecto no cambia por ninguna actividad nueva.
- No se aprovechará ninguna superficie de fondo marino.

En general no se realiza ningún cambio, ni impacto ambiental sobre la zona, no hay alteración hacia el medio ambiente pero se pierde la oportunidad de crear un proyecto que aportara en la conservación de la costa y creará un hábitat para especies de flora y fauna acuática.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN APLICAR MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

Tomando como escenario que se desarrollara el proyecto sin la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, a continuación se describen los aspectos fundamentales de este escenario.

Descripción del escenario 2:

- Se colocan las estructuras y armado de arrecifes artificiales sin control y supervisión en el área afectando las corrientes y propiciando altos índices de turbidez en el agua.
- Se removerán todas las algas y pastos marinos que se ubiquen dentro del área del proyecto.
- No se participará en ningún programa ambiental ya establecido por el Hotel Dorado Maroma.
- Se modifica la dinámica costera sin contar con un análisis previo y sin ninguna restricción.
- Podrían afectarse la costa por el vertido de residuos en el suelo y el agua por el vertido de sustancias.
- La maquinaria, equipos y medios de transporte que se utilizan no están en estado óptimo, provocando mayores emisiones de gases de combustión y ruido.
- Se podrían realizar actividades de quema aumentando las emisiones de humo y partículas a la atmósfera.
- Pudieran realizarse actividades en horario nocturno provocando afectaciones por ruido y disturbios a las especies acuáticas.
- Se lavan las piezas que integran el arrecife artificial dentro del mar o simplemente no se lavan.
- Se arrojaría basura al mar durante los trabajos de preparación de sitio e instalación del arrecife artificial.
- Pudiera haber introducción de exóticas invasoras en el predio.
- No se retiran las especies invasoras.
- Pudiera practicarse la caza y captura de especies de fauna silvestre por parte de los trabajadores.
- Se generan empleos temporales y permanentes, pero no se utiliza mano de obra de la zona.
- Los servicios necesarios se contratan a empresas foráneas y no a empresas de la zona.
- Se aumentan los aportes a la economía local.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

A modo de conclusión de este escenario, puede decirse que se desarrolla el proyecto, pero los impactos generados al medioambiente son mayores que los que debían generarse en este tipo de proyecto. Las actividades del proyecto se realizan en un marco ambiental **NO satisfactorio**.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO APLICANDO MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN.

Tomando como escenario que se desarrollara el proyecto con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, a continuación se describen los aspectos fundamentales de este escenario.

Descripción del escenario 3:

- Se realiza la delimitación del área de trabajo colocando malla geotextil para contener los sedimentos que pudieran generarse por el armado de cada estructura del arrecife artificial
- El armado del arrecife artificial se llevaría de manera satisfactoria sin afectar a los organismos bentónicos cercanos del sitio del proyecto y sin aumentar la turbidez del agua.
- Se afectará únicamente el pasto marino que se pudiera encontrar dentro del área de aprovechamiento del proyecto, en caso de material rocoso este se desplazará al límite inmediato de la superficie de la base del arrecife artificial, el bombeo de aire se realizará de manera controlada, y se utilizarán barreras físicas con malla geotextil que eviten el libre tránsito de los sedimentos que se remuevan del suelo y producto de los trabajos de armado de la estructura.
- No se colocara luminaria en el exterior de las estructuras que pudieran afectar a las especies de fauna en horario nocturno. La señalización marina se colocara en el principio y final de cada segmento de arrecife artificial.
- Se apoyará y participara en los programas de reforestación de la duna costera que realiza el Hotel Dorado Maroma, en estos programas se utilizarán especies nativas de la zona y propias de un ambiente costero.
- No se realizan vertidos de ningún tipo al suelo y mar.
- Los contratistas y el promoverte, garantizan que el equipo y medios de transporte que se utilicen se encuentren en estado óptimo.
- No se realizan actividades de quema.
- No se realizan actividades que generen ruido en horario nocturno.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

- Se llevará a cabo un programa de manejo de residuos en conjunto con el Hotel Dorado Maroma para dar correcto fin a los residuos sólidos mediante la separación, manejo y educación ambiental en la zona del proyecto.
- No se introducen en el predio especies de exóticas invasoras.
- Se retiran todas las especies invasoras encontradas en el predio.
- Se colabora con los programas de cuidado de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- No se realizan actividades de caza y captura de especies de flora y fauna silvestre.
- Los empleos temporales y permanentes son ocupados por personal de la zona.
- Todos los servicios necesarios se contratan a empresas de la zona.
- Se aumentan los aportes económicos a la economía local.

A modo de conclusión de este escenario, puede decirse que se desarrolla el proyecto, los impactos generados al medioambiente son los normales que se generan en este tipo de proyecto, y sus magnitudes son disminuidas con la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación y compensación establecidas. Las actividades del proyecto **se realizan en un marco ambiental satisfactorio.**

Tal y como se ha mencionado a lo largo de la MIA-R del Proyecto, el pronóstico del SAR se encuentra fuertemente influido por los procesos de urbanización y turismo a lo largo del corredor de la costa de Yucatán y Quintana Roo, las necesidades de desarrollo regional se ven reflejados dentro de los instrumentos de planeación vigentes.

Los Planes y Programas vigentes tienen como uno de los principales objetivos, el desarrollo regional de forma sustentable, siendo el turismo el principal eje de desarrollo. Con esto se concluye que existe un eminente escenario de transformación a mediano y largo plazo, dentro de lo que constituye el Centro de Población Playa del Carmen y sus alrededores. El proceso de ocupación y las tendencias de conservación y/o deterioro a nivel del SAR no dependen de la propuesta del presente proyecto.

Como se ha mencionado, este proyecto no tiene finalidad de uso turístico, sino la protección de la costa y la creación de un hábitat de refugio y alimentación de especies de flora y fauna silvestre, pero indirectamente si tendrá su aporte al sector turístico, ya que al mantener la costa y la calidad paisajística, permitirá que el turismo siga arribando a este sitio para el disfrute de este entorno de mar y playa.

VII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.

Como resultado de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se determinó que el proyecto en estudio no causará impactos ambientales críticos; sin embargo, es importante considerar que los factores ambientales con mayor potencial de afectación por el desarrollo del proyecto son el medio marino.

MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

En la zona de influencia o SAR en donde se pretende llevar a cabo el proyecto, prevalecen condiciones de crecimiento urbano y desarrollo turístico. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y en específico para la superficie terrestre colindante al proyecto que se encuentra donde la vocación del uso de suelo es turística.

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas.

La puesta en marcha del proyecto y una vez concluida la instalación del arrecife artificial, traerá consigo beneficios a la población dado que se generaran empleos temporales y permanentes para la gente de la zona y tendrá como objetivo principal proteger a la costa de los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos, este proyecto no atenta contra el desarrollo del SAR, ni pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en con estatus de protección, ni atenta a la contaminación del suelo y subsuelo ocasionado por la generación de residuos sólidos.

Se puede concluir que de acuerdo a los análisis biótico, abióticos y legales el proyecto no tienen implicación alguna para ser desarrollado, al contrario al realizarse se tendrá un aporte en la conservación de la costa y los perfiles de playa, además de crear un nuevo hábitat para el desarrollo de especies de flora y fauna marina

VII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y CONCLUSIONES

Dado que el proyecto se desarrolla dentro del marco jurídico aplicable y no se contraviene ningún instrumento jurídico aplicable al proyecto, y que las playas colindantes al proyecto se encuentran concesionadas a la misma empresa promovente de este proyecto, no existe implicación alguna para el desarrollo del mismo, al contrario el proyecto trabajará de la mano con el Hotel Dorado Maroma en los diferentes programas y actividades que desarrollan en beneficio del medio ambiente.

Así mismo como el proyecto no cuenta con ninguna limitante legal para poder ser desarrollado, no se planteó, ni evaluó el desarrollo del mismo en un sitio alternativo, el proyecto se plantea desarrollar en la colindancia del Hotel Dorado Maroma, aprovechando una porción marina e implementando una serie de medidas para prevenir y minimizar los impactos por generar por la instalación de un arrecife artificial.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS
INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN
LOS RESULTADOS DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL



VIII.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán dos ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, mismo que deberá ser presentado en formato Word.

VIII.1.1 Cartografía.

Para la realización del estudio se utilizaron imágenes satelitales, diversas cartas del INEGI y CONABIO, una vez analizada se procedió a realizar los mapas aplicables al proyecto mediante el programa ARQGIS, dichos planos pueden observarse en el Capítulo IV del presente estudio.

Para la representación gráfica del proyecto se anexan los siguientes planos. (Anexo 2)

- Plano de la ubicación con coordenadas del proyecto.
- Plano de descripción del proyecto.
- Plano de batimetría del área donde se desarrollara el proyecto.

VIII.1.2 Fotografías

A continuación se presentan fotografías referentes al área donde se desarrollara el proyecto.



Foto 1

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**



Foto 2



Foto 3



Foto 4



MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA

Foto 5



Foto 6



Foto 7

VIII.1.3 Videos

No se presenta video para el presente proyecto.

VIII.2 OTROS ANEXOS

Anexo 1: Documentación legal del proyecto.

- Escritura pública que acredita la legal constitución de la empresa Viajes Acuáticos Turquesa SA de CV (acta constitutiva).
- Escritura pública donde se otorga poder al Representante legal al C. Manuel Alfonso Jesús Barrero Gutiérrez.

Anexo 2: Concesiones de Zona Federal Marítimo Terrestre colindantes al proyecto, otorgadas a la empresa Viajes Acuáticos Turquesa SA de CV

Anexo 3: Estudio complementarios al proyecto.

- Análisis de evolución de línea de costa aplicando modelo de una línea.
- Análisis de oleaje y mareas
- Estudio de corrientes superficiales

**MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL
ARRECIFES ARTIFICIALES MAROMA**

Anexo 4: Planos que integran el proyecto.

- Plano de la ubicación con coordenadas del proyecto.
- Plano de descripción del proyecto.
- Plano de batimetría del área donde se desarrollara el proyecto.

Anexo 5: Programas por implementar en el proyecto.

- Programa de Manejo de Residuos.
- Programa de Monitoreo de organismos bentónicos.
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua Marina
- Programa de Monitoreo de línea de playa.
- Programa de Atención a Contingencias.

