



- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0119/09/18.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, CURP, domicilio particular, correo electrónico y número de teléfono celular de personas físicas, en páginas 1 y 8.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Firma del titular:** 
C. Renán Eduardo Sánchez Tajonar,
Delegado Federal en el Estado de Quintana Roo
- VI. **Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **111/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **08 de octubre de 2018**.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

“CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y MONITOREO DE ARRECIFES ARTIFICIALES COMO SITIO DE REFUGIO DE LANGOSTA CARIBEÑA (*Panulirus argus*) EN ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO”

UBICADO A 17 KM (9 MILLAS NÁUTICAS) DE DISTANCIA DE LA COSTA DE ISLA
HOLBOX EN DIRECCIÓN NORESTE.

PROMOVENTE:

SOCIEDAD COOPERATIVA DE PRODUCCION PESQUERA CABO CATOCHE S. C. DE R. L.



CALLE BRAVO S/N, ISLA DE HOLBOX IGUALDAD Y PORFIRIO DIAZ, MPIO DE LAZARO CARDENAS, Q. R.

RESPOSABLE TECNICO DEL ESTUDIO:

M.C. KARIME JANINE REYES MORENO



HOLBOX, QUINTANA ROO A SEPTIEMBRE DEL 2018.

CONTENIDO

1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	6
1.1	Proyecto	6
1.1.1	Nombre del proyecto	6
1.1.2	Ubicación del proyecto	6
1.2	Promovente	8
1.2.1	Nombre o razón social	8
1.2.2	Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	8
1.2.3	Nombre y cargo del representante legal	8
1.2.4	Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	8
1.3	Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	8
1.3.1	Nombre del responsable técnico del estudio	8
1.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP	8
1.3.3	Dirección del responsable técnico del estudio	8
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
2.1	Información general del proyecto	9
2.1.1	Naturaleza del proyecto	9
2.1.2	Selección del sitio	13
2.1.3	Inversión requerida	14
2.1.4	Dimensiones del proyecto	14
2.1.5	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	15
2.1.6	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	16
2.2	Características particulares del proyecto.....	16
2.2.1	Descripción de la obra o actividad y sus características.....	16
2.2.2	Programa general de trabajo	16
2.2.3	Preparación del sitio	17
2.2.4	Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto.....	18
2.2.5	Etapa de construcción	18
2.2.6	Etapa de operación y mantenimiento	22
2.2.7	Descripción de las obras asociadas al proyecto	23
2.2.8	Etapa de abandono del sitio	23
2.2.9	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 23	
2.2.10	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.	24
3	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO	25
3.1	Leyes y reglamentos aplicables al Proyecto.....	25
3.1.1	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Última Reforma DOF 24-01-2017) 25	
3.1.2	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (Última Reforma DOF 31-10-2014).	26
3.1.3	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (Última Reforma DOF 21-05-2014).	28
3.1.4	Ley federal del mar (Ultima Reforma DOF-08-01-1986).....	35

3.1.5	Ley de aguas nacionales (Última reforma publicada DOF 24-03-2016)	36
3.2	Ordenamiento Territorial.....	37
3.2.1	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (Publicado el 24 de noviembre de 2012).....	37
3.3	Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.	69
3.4	Normas Oficiales Mexicanas.	71
3.5	Regiones prioritarias.....	72
3.5.1	REGION MARINA PRIORITARIA # 62 - DZILAM-CONTOY	72
4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	73
4.1	Delimitación del área de estudio	73
4.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental	73
4.2.1	Aspectos abióticos.....	74
4.2.2	Aspectos bióticos.....	98
4.2.3	Paisaje.....	103
4.2.4	Medio socioeconómico	103
4.3	Diagnóstico ambiental	106
5	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	108
5.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	108
5.2	Indicadores de impacto	108
5.3	Criterios	113
5.4	Resultados de evaluación	115
6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	117
6.1	Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.....	117
6.1.1	Etapas de Construcción e instalación del proyecto	117
6.1.2	Etapas de Operación.....	120
6.2	Impactos residuales.....	121
7	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	122
7.1	Pronóstico del escenario	122
7.2	Programa de vigilancia ambiental	123
7.2.1	VEREFICACION DE EFICACIA	123
1.	Vigilancia de la estabilidad	123
2.	Vigilancia	124
7.2.2	VEREFICACION AMBIENTAL.....	124
7.3	Desmantelamiento.....	125
7.4	Conclusiones.....	126
8	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....	127
9	REFERENCIAS	128

FIRMA DEL PROMOVENTE DEL PROYECTO.

Con fundamento en los Artículos 247, fracción I, 42 Quater del Código Penal Federal y 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y bajo protesta de decir verdad manifestamos que los resultados presentados en la manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular del proyecto denominado: **"Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*) en Isla Holbox, Quintana Roo"**, ubica a 17 km (9 millas náuticas) de distancia de la costa de Isla Holbox en dirección Noreste; fueron obtenidos a través de la aplicación de las mejores técnicas y métodos comúnmente usados por la comunidad científica del País y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales, y que en tal sentido toda la información presentada es verídica. Asimismo, aceptamos tener conocimiento de las sanciones que resultan por declarar con falsedad ante las autoridades administrativas distintas a la judicial.

ATENTAMENTE

C. Daniel Martín Mutul Dzib

**Representante de la Sociedad Cooperativa de
Producción Pesquera Cabo Catoche S. C. de R. L.**

EL PROMOVENTE DEL PROYECTO

**FIRMA DEL RESPONSABLE TECNICO DE LA ELABORACIÓN DE LA
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

Con fundamento en los Artículos 247, fracción I, 42 Quater del Código Penal Federal y 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y bajo protesta de decir verdad manifestamos que los resultados presentados en la manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular del proyecto denominado: **"Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*) en Isla Holbox, Quintana Roo"**, ubica a 17 km (9 millas náuticas) de distancia de la costa de Isla Holbox en dirección Noreste; fueron obtenidos a través de la aplicación de las mejores técnicas y métodos comúnmente usados por la comunidad científica del País y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales, y que en tal sentido toda la información presentada es verídica. Asimismo, aceptamos tener conocimiento de las sanciones que resultan por declarar con falsedad ante las autoridades administrativas distintas a la judicial.

ATENTAMENTE

M. C. Karime Janine Reyes Moreno

RESPONSABLE TECNICO DEL ESTUDIO

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

1.1 Proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto es una actividad nueva, que lleva por nombre **“Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*) en Isla Holbox, Quintana Roo”.**

1.1.2 Ubicación del proyecto

El sitio de proyecto denominado se ubica a 17 km (9 millas náuticas) de distancia de la costa de Isla Holbox en dirección Noreste, y ocupa una superficie de 5,120,000.00 m² (Tabla 1) (Fig 1). Dicho sitio se encuentra regulado por el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)**, bajo la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. 131 - Yum Balam**, de tipo Área Natural Protegida (ANP).

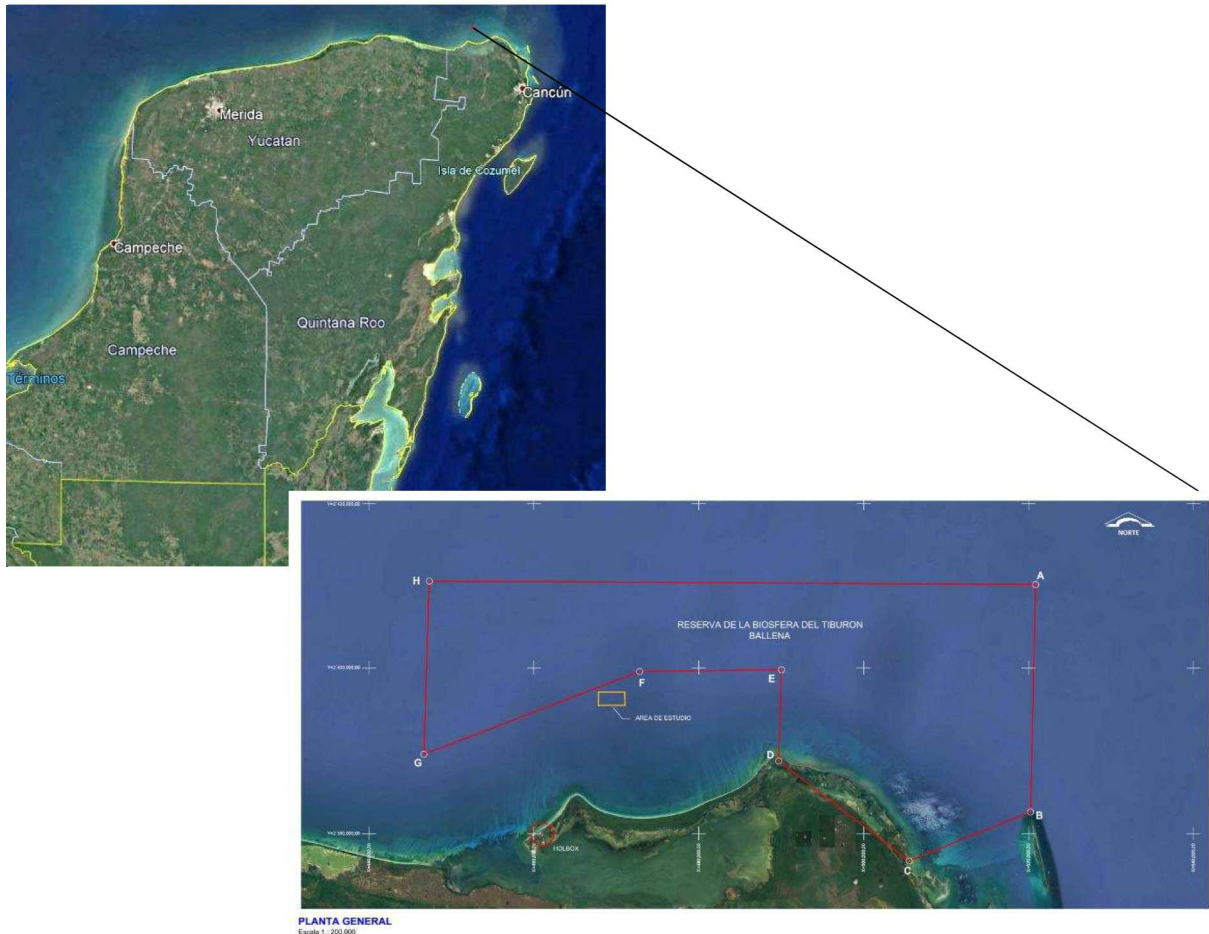


Fig 1a. Ubicación del área de estudio.

Tabla 1a. Coordenadas y dimensiones del área de estudio.

ID	COORDENADAS UTM		INTERVALOS	DISTANCIA (m)
	X	Y		
1	467841.75	2397056.68	1-2	3,200.00
2	471042.07	2397054.17	2-3	1,600.00
3	471042.05	2395453.98	3-4	3,200.00
4	467837.00	2397056.68	4-1	1,600.00
SUPERFICIE TOTAL			5,120,000.00 m ²	

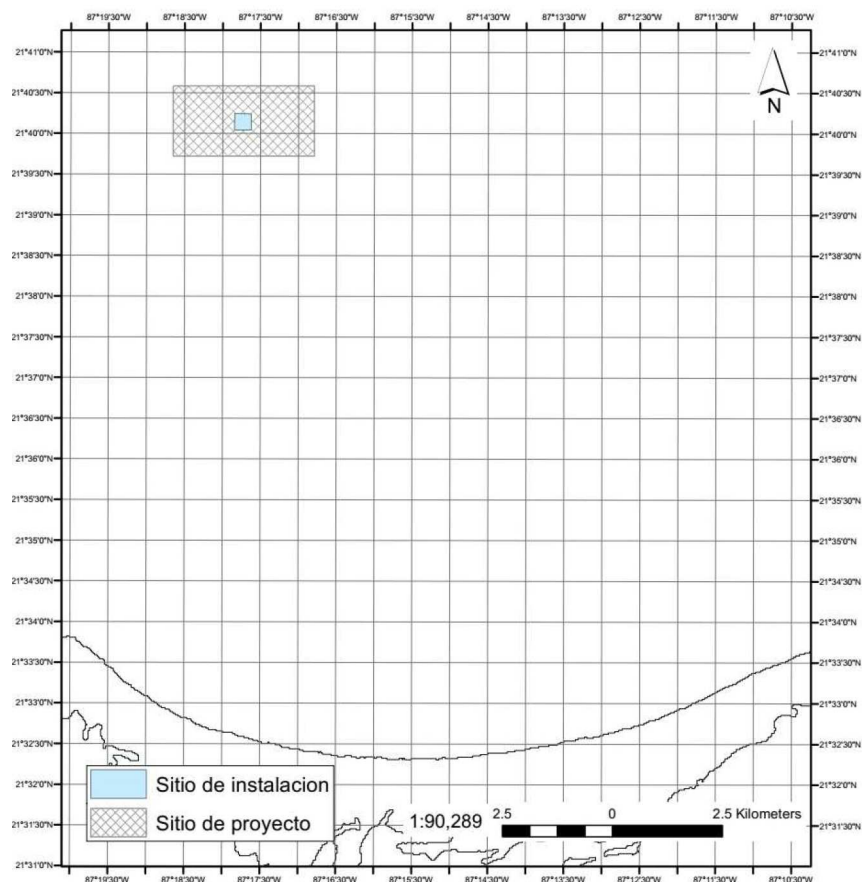


Fig 1b. Ubicación del sitio de instalación de las torres de arrecifes artificiales.

Tabla 1b. Coordenadas del sitio de instalación de los Arrecifes Artificiales.

ID	COORDENADAS UTM		INTERVALOS	DISTANCIA (m)
	X	Y		
A	469205.96	2396404.42	1-2	350.00
B	469544.27	2396408.60	2-3	350.00
C	469546.51	2396051.98	3-4	350.00
D	469213.04	2396055.51	4-1	350.00
SUPERFICIE TOTAL			122,500.00 m ²	

El proyecto considera las etapas de preparación de sitio, construcción e instalación de infraestructura, y operación y mantenimiento. La duración de las dos primeras etapas abarca **6 meses**, dependiendo de las condiciones climáticas, y, a su vez, la etapa de operación es dependiente de la evaluación continua de las condiciones de crecimiento de arrecifes y utilización de especies marinas, sin embargo, se propone una vida útil de 100 años.

1.2 Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

La promovente se conoce con el nombre de "Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cabo Catoche S. C. de R. L." (Anexo 1).

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

CCP910716GN5 (Anexo 2).

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

El C. Daniel Martin Mutul Dzib, secretario del consejo de administración (Anexo 3), se identifica ante la credencial de elector (Anexo 4).

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[Redacted address information]

1.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio

La C. Karime Janine Reyes Moreno, se identifica mediante su credencial de elector (Anexo 5).

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[Redacted identification information]

1.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio

[Redacted address information]

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Información general del proyecto

2.1.1 Naturaleza del proyecto

La promovente está interesada en generar un sistema de arrecifes artificiales como parte de una estrategia para reducir presión sobre sitios de pesca determinados y permitir la prevalencia de la pesca como ocupación para nuevas generaciones de pescadores. Los arrecifes artificiales se definen como una estructura sumergida colocada de manera deliberada sobre el suelo marino para imitar alguna de las características de un arrecife natural, y pueden estar expuestos parcialmente en algunos estados de marea (Ministerio de Medio Ambiente, 2008). Esta metodología se utiliza para proveer un sustrato duro a aquellas especies que lo necesitan para desarrollarse u organismos sésiles (ej. algas, esponjas, gorgonias, corales, etc). Asimismo, la comunidad establecida de organismos provee refugio y alimento a especies más complejas, como peces, crustáceos, mamíferos marinos y otros.

En la actualidad, los arrecifes artificiales han sido desarrollados para la protección de playas, reciclamiento de materiales, creación de áreas de refugio, restauración y/o proliferación de ecosistemas frágiles, creación de hábitats, fomento a la pesca, entre otros. Abarcando diferentes países como España, Italia, Francia, Japón, Corea y México, en los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Yucatán, Campeche y Quintana Roo (CONAPESCA, 2010). El Museo Subacuático de Arte (MUSA) en Cancún, forma parte de los objetivos de protección de la vida marina, al contar con 500 esculturas de 200 toneladas de peso ocupando 420 m², y colonizadas por organismos endémicos marinos desde el año 2009.



Fig 2. Museo de Arrecife Artificial en Cancún, Quintana Roo.

El proyecto es una actividad nueva, que lleva por nombre **“Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*), en Isla Holbox, Quintana Roo”.** ubicado a 17 km (9 millas náuticas) de distancia de la costa de la localidad de Holbox en dirección Noreste. El proyecto pretende la obtención de beneficios ecológicos, sociales y económicos con un impacto directo a la población cercana de Holbox y a la asociación civil interesada. Las bases de su infraestructura consisten en 1,198 estructuras cuadradas de concreto puzolánico reforzado con 3 diferentes dimensiones en su diseño: 1.20 m, 1.00 m y 0.80 m por lado, y 0.30 o 0.25 m de alto. Sobre una superficie total de **5,120,000.00 m²**, a una profundidad de aproximadamente 12 m.

Es decir, 678 módulos de arrecifes artificiales serán de 1.20 m de lado: donde 339 de ellos tendrán una altura de 0.30 m y los otros 339 serán de 0.25 m. Esto para conformar 113 torres de arrecifes artificiales **tipo A**, compuestos de 6 módulos sobrepuestos verticalmente, para obtener una altura de 1.65 m. Así también, se crearan 360 módulos 1.00 m por lado: donde 216 serán de 0.30 m de alto y 144 serán de 0.25 m. Estos conformaran las torres **tipo B**, compuestas de 5 módulos sobrepuestos verticalmente, para una altura de 1.40 m. Finalmente, 160 módulos será de 0.80 m por lado: donde 80 tendrán 0.30 m de altura y 80 de 0.25 m. estos conformaran 40 torres de arrecifes artificiales **tipo C**, con 4 módulos sobrepuestos verticalmente, para una altura de 1.10 m.

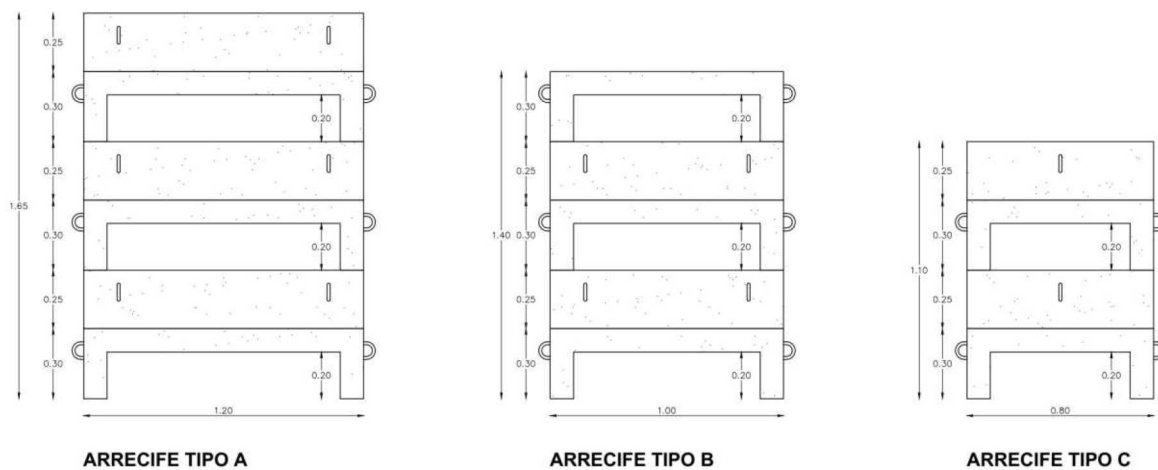


Fig 3 .Ejemplo de diseño de torre de arrecife artificial.

El material del que estarán constituidos los arrecifes artificiales, denominado como concreto puzolánico reforzado, es elaborado con aditivos especiales que evitan el deslave del concreto, por lo que se disminuye de manera importante la pérdida de finos de la arena y cemento durante el contacto del concreto con el agua de mar, ríos o niveles freáticos que se encuentren en contacto con los elementos a colar. Se caracteriza por su alta fluidez y cohesión que permite colocar el concreto bajo agua, conserva sus componentes al contacto con el agua, tiene poco deslave del concreto, resistente al ataque de los agentes marinos, mayor vida útil de servicio (aprox. 100 años) y no se segrega.

La correcta disposición de las estructuras permitirá su estabilidad frente al oleaje y las corrientes, con un bajo costo de construcción, transporte, instalación y mantenimiento. El proyecto considera una disposición sistémica que permita la circulación de las corrientes marinas y transporte litoral. Se prevé que por el diseño, el tipo de material de construcción y la disposición de la infraestructura, el proyecto, gradualmente, desarrollara colonias de coral que establecerán un ecosistema de especies endémicas de flora y fauna marina. De forma particular se esperan los siguientes beneficios a consecuencia de la creación del proyecto:

1. BENEFICIO ECONOMICO

Uno de las consecuencias esperadas con la realización del proyecto, es el ***aumento en la presencia organismos marinos*** y, por ende, la reproducción y desarrollo de los mismos en el área. El objetivo nace de la principal actividad económica y de consumo propio que se realiza en el municipio de Lázaro Cárdenas, conocida como pesca ribereña. Se captura aproximadamente el 31% de la producción estatal, esto por estar ubicado enfrente de la Plataforma Continental de Yucatán. La pesca representa la actividad económica con mayores rendimientos para las comunidades de Holbox y Chiquila. En la isla de Holbox existen tres cooperativas pesqueras y en Chiquila cinco, asimismo en la zona trabajan cinco permisionarios. Entre las especies con un alto valor comercial figuran: la captura de langosta, mero, róbalo, pulpo, róbalo, pámpano, corvina, abadejo, boquinete, lenguado, chopo, cazón, jurel, etc. La langosta es la especie más importante y determina, en gran medida, el asentamiento de pescadores y fija el ciclo de pesca. Así también, la pesca genera una dinámica económica a escala local y regional a través de su vinculación con otros sectores que utilizan el recurso marino como materia prima.

El proyecto incrementara la presencia de organismos en una región próxima a Holbox, también, generara el interés de grupos humanos para la observación y/o investigación de las especies. Lo que se traduce en ***aumento de ingresos económicos proveniente de actividades turísticas*** como snorkel, buceo, paseos en lancha, ocupación de hoteles y consumo en restaurantes de la localidad. Asimismo, la investigación continua del sitio permitirá conocer la efectividad del proyecto, de manera indirecta, y la riqueza de especies que habitan en el área. La participación del sector productivo en el uso responsable del AA, incrementa la correcta regulación de la cadena de valor para beneficio social, y crea una conciencia sobre el cuidado del ecosistema y sus recursos ambientales, en los pescadores y otros beneficiarios de su uso.

2. BENEFICIO SOCIAL

El proyecto reforzara el intercambio cultural, producido por la visita turística de diversos grupos sociales. Los intercambios culturales permiten la ampliación de percepción respecto a la definición de calidad de vida, e introducción a nuevas metodologías para la obtención de materiales básicos de sobrevivencia en la comunidad.

Además, el desarrollo y uso de los arrecifes artificiales permite fortalecer la investigación científica y el desarrollo tecnológico, para generar conocimiento sobre sus efectos, beneficios ambientales y sociales, y las posibilidades de expansión. Los resultados podrán ser divulgados para transmitir la importancia de conservar la vida marina y las áreas relacionadas, en la comunidad local y visitante, permitiendo la asociación civil para la generación de proyectos y/o reglamentación necesaria para la mejora de la localidad en relación a su medio ambiente.

3. BENEFICIO ECOLOGICO

El proyecto también es considerado como sustrato facilitador de procesos biológicos que inducen el crecimiento de colonias arrecifales importantes para la absorción de Dióxido de Carbono y producción de Oxígeno, como hábitat de variadas especies (ej. Peces, esponjas, moluscos, tortugas), entre otras funciones vitales para mantener "sanas" las dinámicas marinas. Es decir, se espera un aumento en la frecuencia y cantidad de comunidades de flora y fauna, y mejoramiento de la calidad de agua.

De obtener la estabilidad necesaria de las estructuras en el sitio de proyecto, agregara resistencia ante el transporte litoral que ocasiona las corrientes marinas. Permitiendo la conservación del sustrato en dicha región, y la proliferación de organismos marinos sésiles que se adhieran a la infraestructura propuesta.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo general: Apoyar al desarrollo de arrecifes marinos que impulsen el progreso económico de las comunidades costera y ocasionen una mejor calidad de vida.

Objetivos particulares:

- Diseñar y construir un arrecife artificial con 1,198 módulos de concreto reforzado, dispuestos en 113 torres de 1.20 m por lado, 72 torres de 1.00 por lado y 40 torres de 0.80 m por lado; que propicien condiciones adecuadas de sustrato para el establecimiento de flora y fauna.
- Disminuir la presión pesquera en los sitios de pesca actuales.
- Generar áreas de reproducción y protección de juveniles de especies con importancia comercial, como la langosta caribeña.
- Contribuir a la generación de empleos e ingresos que permita sostener el nivel de vida de la comunidad.

2.1.2 Selección del sitio

La comunidad más cerca al sitio de proyecto es aquella observada en la Isla Holbox, en la costa noroeste de la península de Yucatán. La Isla tiene una extensión de 40 km de largo por 2 km de ancho y pertenece al municipio de Lázaro Cárdenas, en Quintana Roo. Se encuentra a 33 km de la cabecera municipal y a 150 km de Cancún en dirección Norte. El puerto de Chiquila es el punto continental más próximo a la isla.

La ubicación del sitio de proyecto se determinó en base a los requerimientos técnicos establecidos en proyectos similares y manuales de regulación de arrecifes artificiales (PNUMA, 2009; Ministerio de Medio Ambiente, 2008). Se consideraron los intervalos aceptados para los parámetros de profundidad, tipo de fondo, velocidad de corriente, dimensión vertical y densidad de los materiales en la infraestructura planteada (Tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos técnicos principales.

PARÁMETRO	INTERVALO ÓPTIMOS
Profundidad	15 a 30 m
Tipo de fondo	Grava y arena compacta
Dimensión vertical	Menos de 5 m
Densidad de los materiales	266 a 499 kg/m ³

En el sitio elegido cuenta con una profundidad estimada de 12 m; con sedimento tipo grava (pedacería de conchas) y arena, los elementos florísticos y faunísticos bentónicos son de presencia insignificante. Sin embargo, se encuentra en un sitio donde la ocurrencia de fauna pelágica es factible, por su lejanía a la costa y por su cercanía a una región de baja profundidad y suelo rocoso, donde los pescadores de la comunidad realizan sus actividades extractivas.

El sitio elegido cuenta con las características principales para instalar las estructuras que competen al proyecto de desarrollo de arrecifes artificiales. Dichas condiciones son de importancia debido a que: i) podrían afectar a la estabilidad del arrecife, y ii) deben ofrecer un medio adecuado para las especies seleccionadas. De igual forma se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Distancia a la costa más cercana;
- Procesos costeros, como movimiento de sedimentos;
- Profundidades del agua (máxima, mínima y media);
- Periodo mareal;
- Dirección y velocidad de las corrientes residuales;
- Características del viento y de las olas;
- Efectos sobre la protección de la costa;
- Influencia de la estructura sobre las concentraciones de sólidos en suspensión;
- Zonas recreativas e instalaciones costeras;
- Zonas de desove y criaderos;
- Rutas conocidas de migración de los peces o mamíferos marinos;
- Zonas de pesca recreativa y comercial;

- Zonas de belleza natural o importancia cultural, histórica o arqueológica;
- Zonas de importancia científica o biológica;
- Vías de navegación o fondeaderos;
- Zonas militares de exclusión, incluyendo los vertederos de municiones; y
- Usos tecnológicos del suelo del mar.

2.1.3 Inversión requerida

Para el presente proyecto se estimó una inversión total de \$4,824,000.00 (moneda nacional). Este cálculo incluye las medidas de mitigación ambiental y los monitoreos necesarios para mantener la estabilidad del arrecife artificial al paso de los años.

Tabla 3. Cantidades estimadas para la producción del proyecto.

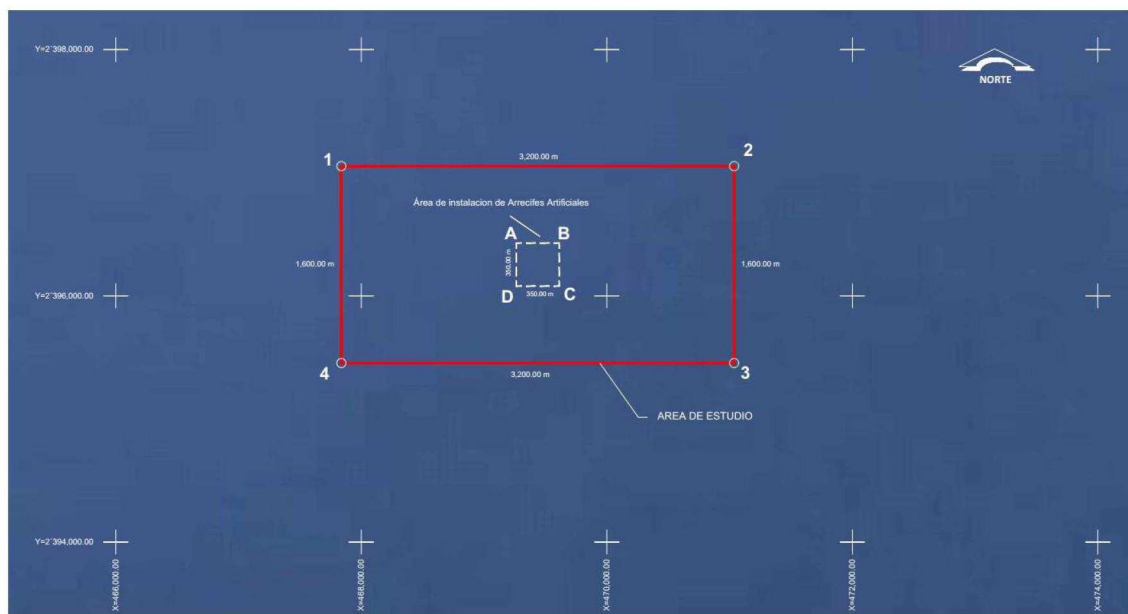
CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$ mxn)	MONTO TOTAL (\$ mxn)
Coordinadores de proyecto	3 personas	30,000 /Al mes	1,080,000.00
Trabajadores	10 personas	2,500 /Al día	150,000.00
Papelería	Varios	120,000.00	120,000.00
Herramientas y equipo de medición de condiciones ambientales	Varias	3,000,000.00	3,000,000.00
Infraestructura principal	400	250	100,000.00
Contratación de embarcación	2 botes	1,000 /Al día	120,000.00
Servicios de monitoreo para supervisión del proyecto.	2 personas	3,000 /Al mes	18,000.00
MEDIDAS DE PREVENCIÓN			
Servicio de inspección y seguimiento	2 personas	5,000 /Al mes	180,000.00
Estudio de calidad de agua y estado de desarrollo de biomasa	2 personas	2,000 /cada 6 meses	6,000.0
Elaboración de guía para el turismo responsable.	1 documento	50,000.00	50,000.00
TOTAL			4,824,000.00

2.1.4 Dimensiones del proyecto

Se utilizara una superficie total de 5,120,000.00 m² (3,200.00 m * 1,600.00 m) para el hundimiento y acomodo sistemático de las torres de Arrecifes Artificiales. La superficie real ocupada por la infraestructura a instalar es de 261.35 m², con un distanciamiento aproximado de 18 m entre las 225 torres.

Tabla 4. Dimensiones del proyecto.

AREA DE ESTUDIO		DIMENSIÓN	MEDIDAS	PROPORCIÓN
AREA DE ESTUDIO		5120000.00 m ²	3200m*1600m	100%
SUPERFICIE OCUPADA POR ESTRUCTURAS	TIPO A	162.72 m ²	1.20m*1.20m *113	--
	TIPO B	72.00 m ²	1.00m*1.00m*72	--
	TIPO C	25.60 m ²	0.80m*0.80m*40	--
SUPERFICIE OCUPADA PARA LA INSTALACION DE LOS AA		122500.00 m ²	350m* 350m	2.39%



PLANTA DE CONJUNTO
Escala 1 : 20,000

Polígono (en rojo) del sitio de proyecto, donde se diferencia el área idónea para establecer las estructuras (cuadrado blanco).

2.1.5 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

La región que ocupa el sitio de proyecto es decretada como un Área Natural Protegida (ANP) – Yum Balam, que en la actualidad no cuenta con plan de manejo. El sitio puede ser reconocido como parte de RAMSAR y del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), que lo regulariza para su protección y conservación pero no limita la actividad propuesta en esta manifestación de impacto ambiental.

2.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La localidad próxima al sitio del proyecto es Isla Holbox, destino turístico para la aventura y el descanso. Sobre los servicios básicos: el agua potable de la isla se abastece con línea submarina de agua potable de 11.2 kilómetros del puerto Chiquilá hasta Holbox; cuenta con energía eléctrica; no cuenta con un servicio de drenaje o sistema de tratamiento de agua, por lo general las casas cuentan con fosa séptica o biodigestores de reciente instalación; el servicio de salud en el municipio es proporcionado por SESA; en comunicaciones existe línea telefónica y servicio de internet por Teléfonos de México.

2.2 Características particulares del proyecto

No se requerirá de obras asociadas y/o provisionales en cada una de las etapas que se consideran para el proyecto. Durante la transportación de la infraestructura armada se ocupará el muelle principal, ya existente en la Isla Holbox.



Fig 4. Muelle conocido de la Isla Holbox, en dirección Norte.

2.2.1 Descripción de la obra o actividad y sus características

La actividad, nueva a realizarse, promueve el turismo, la creación de espacios regulados para pesca e investigación, y el desarrollo de arrecifes artificiales que protejan la biodiversidad y costas de Holbox. Las etapas del proyecto se identifican como: **preparación de sitio, construcción e instalación, y operación y mantenimiento.**

2.2.2 Programa general de trabajo

El proyecto considera las etapas de preparación de sitio, construcción e instalación, y operación y mantenimiento. Sin embargo, los nombres son solo representaciones para permitir la clasificación de las actividades conforme a los lineamientos para la realización de la Manifestación de Impacto Ambiental. Es decir, debido a las características del proyecto, no existirá en el proyecto una preparación del sitio y construcción de infraestructuras en el área (Tabla 5).

Se considera que las actividades del proyecto duraran 6 meses, considerando la incertidumbre del clima. Además, el periodo de operación de los arrecifes artificiales está en función de la vida útil de las estructuras, la cual se estima en 100 años.

Tabla 5. Programa de actividades.

ACTIVIDADES	MESES					
	1	2	3	4	5	6
PREPARACION DEL SITIO						
Reuniones para coordinar las actividades a realizarse	x					
Reclutamiento y capacitación de personal	x					
Contratación de embarcaciones	x					
CONSTRUCCION E INSTALACION						
Adquisición de estructuras		x	x	x		
Transporte de estructuras		x	x	x	x	x
Instalación en el área de estudio		x	x	x	x	x
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
Seguimiento						x

2.2.3 Preparación del sitio

No se requiere obra civil para la preparación del sitio, No se realizara remoción de vegetación o cualquier otro organismo, en virtud de las características del lecho marino propuesto, y debido a que el tipo de proyecto no demanda este tipo de actividades.

2.2.3.1 Reuniones para coordinar las actividades a realizarse

Previo a la etapa de construcción e instalación de la infraestructura propuesta para el proyecto, se realizaran reuniones del grupo social interesado para coordinar las funciones del equipo de trabajo conforme al plan descrito en este documento. Se estima que el número de personal contratado será de 8 personas.

2.2.3.2 Reclutamiento y capacitación de personal

El o los encargados de contratación de capital humano, se encargaran de contratar locales para ejecutar la etapa de construcción e instalación del proyecto; el equipo de trabajo será informado del programa a realizar (descrito a continuación), y se indicará los lineamientos para reducir los impactos ambientales que pudiesen ser ocasionados por el proyecto. Dentro del reglamento a seguir se encuentran las siguientes prohibiciones generales:

- Evitar tirar basura o cualquier tipo de residuo durante las actividades.
- Evitar molestar, capturar, lastimar o dañar fauna silvestre.
- Evitar alimentar a la fauna silvestre que pudiera acercarse al sitio de obra.

- No se permitirán equipos de pesca en las embarcaciones durante la etapa de instalación.
- Conocer los principios básicos del buceo y que hacer en caso de emergencia o accidentes.
- Los buzos deberán realizar sus inmersiones acompañados de otro.
- La instalación de las unidades de arrecifes artificiales deberá ser manipulada de principio a fin, por dos o más buzos. Esto para evitar la caída libre de la estructura, su incorrecto posicionamiento y levantamiento innecesario de sedimento.
- Se deberá considerar un horario diurno para realizar las actividades.

2.2.3.3 Contratación de embarcaciones

La embarcación a contratar serán parte de la cooperativa de pescadores interesada: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cabo Catoche S. C. de R. L. La embarcación es del tipo “Pontón 4.24”, de 8 m de manga y 22 m de eslora, con grúa de 10 ton de capacidad. Asimismo, contara con las condiciones requeridas para prevenir accidentes durante la actividad.

2.2.4 Descripción de las obras y actividades provisionales del proyecto

No se realizaran construcciones provisionales (apertura o rehabilitación de caminos de acceso, campamentos, almacenes, talleres, oficinas, patios de servicio, comedores, instalaciones sanitarias, regaderas, obras de abastecimiento y almacenamiento de combustible, y actividades cambios de lubricantes a maquinaria, reparación de ésta, apertura de préstamos de material, tratamiento de algunos desechos) durante las etapas del proyecto. Para el almacenamiento temporal de la infraestructura se utilizara las instalaciones de la cooperativa participante, ubicada en Calle Bravo s/n, Isla de Holbox Igualdad y Porfirio Díaz, municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo.

2.2.5 Etapa de construcción

2.2.5.1 Adquisición de infraestructura.

Existen diversos diseños y materiales utilizados para conformar un arrecife artificial. El modelo dependerá de la función que desempeñara las estructuras (la protección física de ecosistemas sensibles y frágiles, la adición o reposición de la complejidad de hábitats, creación de nuevos sustratos, o la sustitución de un recurso socioeconómico) y de las condiciones climáticas y ambientales del sitio (disposición estable, material resistente y no contaminante, factibles de monitorear).

Los 1,198 módulos arrecifales, que es el elemento más pequeño a utilizar dentro del diseño de la infraestructura, tendrán doble función en base a las necesidades socioeconómicas y ecológicas de la comunidad. Las estructuras prefabricadas tendrán forma de cajón cuadrado con dos entradas. Las dimensiones varían en 1.20 m, 1.00 m y 0.80 m por lado,

y 0.30 o 0.25 m de alto. Realizados con concreto de $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ con cemento CPP (resistente a sulfatos), utilizando los agregados comunes grava de $\frac{3}{4}$ " y arena, mezclando junto con el cc porción de conchuela de la región. El acero de refuerzo será de varilla de $\frac{3}{8}$ " de $f'y = 4,200$ a cada 15 cm.

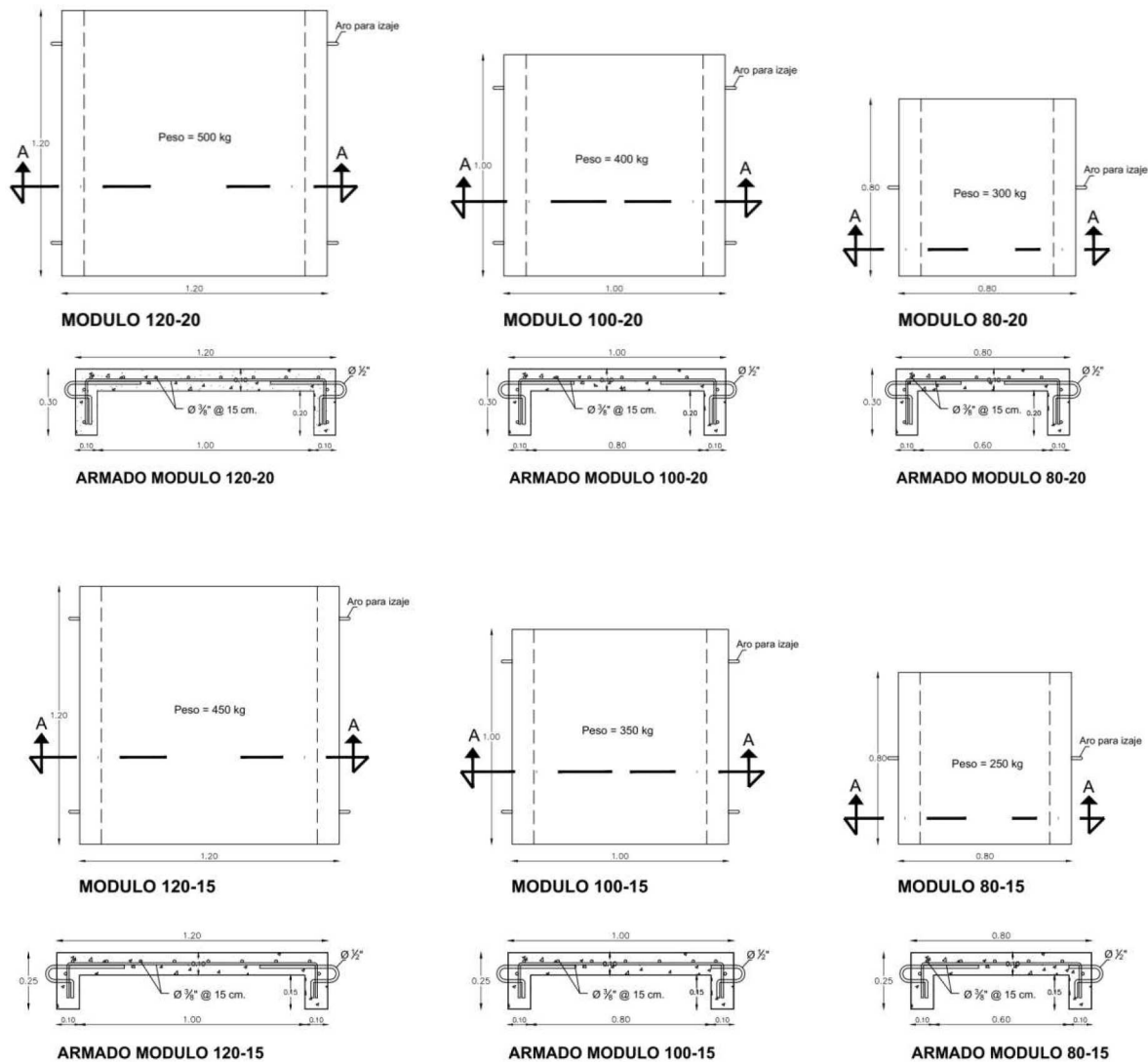


Fig 5. Módulos arrecifales.

Los materiales de las unidades de Arrecifes Artificiales son estables, duraderos, seguros, reversibles, fácilmente monitoreables, no contaminantes y funcionales. Así también, presentan las siguientes características:

- Resistencia mínima a compresión de 300 kg/cm^2 .
- Alta impermeabilidad, resistencia a la salinidad, densidad.
- Refuerzo principal metálico con resistencia mínima a la tensión de $2,520 \text{ kg/cm}^2$.
- Refuerzo secundario metálico contra agrietamiento.



Fig 5. Ejemplo de unidades de arrecifes artificiales construidas.

La empresa constructora responsable se denomina como “Construye en Tierra y Mar, S. A. de C. V.”, y se encuentra ubicada en la Calle 18, región 94, manzana 03, lote 14, en Cancún, del Municipio de Benito Juárez, del Estado de Q. R.

2.2.5.2 Transporte de unidades arrecifales artificiales.

El transporte se llevara a cabo desde el centro de almacenamiento parte de los bienes de la asociación civil interesada, hacia el muelle más cercano al área del proyecto. Para lo anterior se utilizara un camión de carga. Desde el camión a la embarcación, se utilizara una grúa hidráulica, y se cargaran aproximadamente 25 módulos por cada ida de la embarcación.

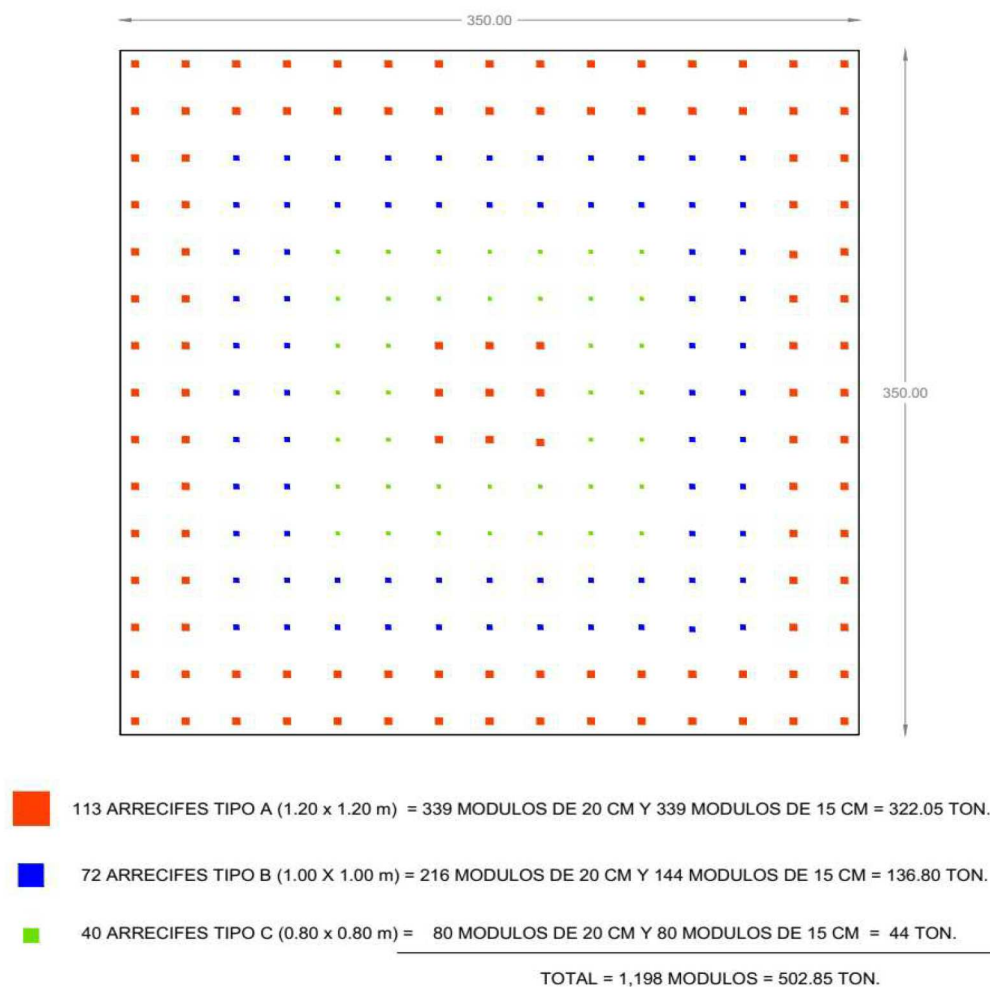
2.2.5.3 Instalación en el área de estudio.

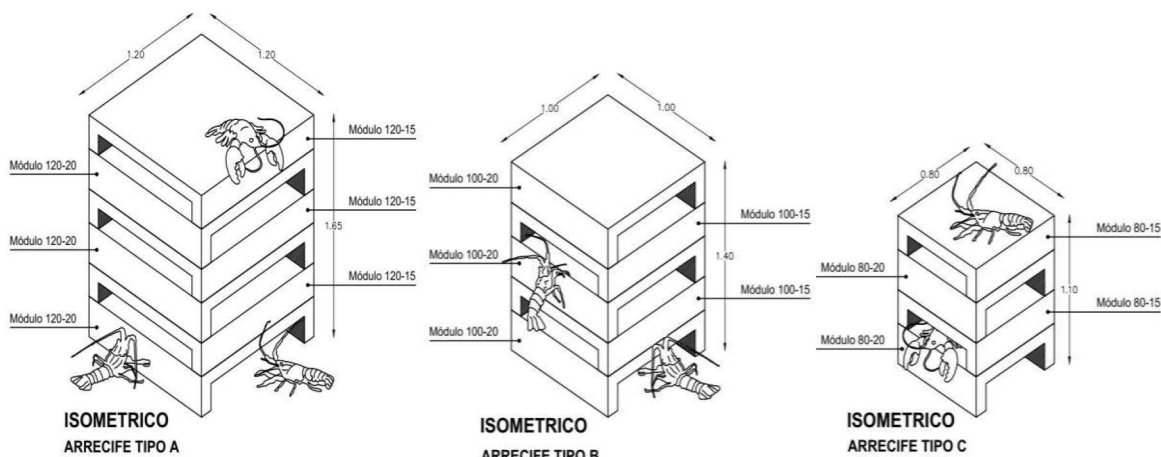
El descenso de las unidades de la embarcación hacia el fondo marino se realizara mediante esfuerzo de los trabajadores, que al ser depositadas cuidadosamente en la superficie marina serán guiadas por buzos hacia su respectivo sitio de establecimiento. Se tomaran las siguientes recomendaciones aplicables, que se señalaran a los buzos durante el proceso de instalación de las unidades arrecifales en sitio (Salas, et al., 2007):

REALIZAR	EVITAR
Colocar las unidades arrecifales en profundidades entre 5 y 20 m.	Colocar las unidades arrecifales cerca de la costa en zonas de baja profundidad (menos de cinco metros de profundidad).
Colocar las unidades arrecifales en fondos planos sin inclinaciones que permitan que la casita quede bien asentada y estable.	Colocar las unidades arrecifales en sustratos irregulares o piedras que ocasione que la casita quede mal asentada e inestable.

REALIZAR	EVITAR
Colocar las unidades arrecifales cerca de zonas con algas rojas.	Colocar las unidades arrecifales encima de corales y vegetación.
Colocar las unidades arrecifales por lo menos a 50 m de cuevas y refugios naturales.	Colocar las unidades arrecifales sobre o muy cerca de cuevas o refugios naturales.
Situar uno de los costados de la unidad arrecifal en dirección de donde procede la corriente dominante.	Orientar la unidad arrecifal buscando que la corriente fluya a través y a lo largo de la casita.

El arreglo de los módulos consistirá en la sobre posición vertical de los módulos, donde aquellos de 1.20 m constituirán torres con 6 módulos, aquellos de 1.00 m formaran torres de 5 módulos, y los de 0.80 m harán torres con 4 unidades arrecifales. En un área de 122,500.00 m² se establecerán 225 torres de arrecifes artificiales, con aproximadamente 18 m de separación entre torre y torre (Fig 6).





Torres de arrecifes artificiales.

Fig 6. Disposición de la infraestructura en sitio y diseño final.

2.2.6 Etapa de operación y mantenimiento

2.2.6.1 Seguimiento

El monitoreo consistirá en la evaluación del funcionamiento del arrecife artificial en función de la abundancia y frecuencia de organismos vivos, además de la estabilidad de la infraestructura. El monitoreo permitirá conocer el estado de productividad marina que se generara en el área de proyecto en comparación de su estado actual.

Los encargados de dar seguimiento al estado de funcionamiento del arrecife artificial serán los interesados quienes gestionan la presente manifestación de impacto ambiental. El seguimiento incluye los programas de operación y mantenimiento, que se constituyen de describir lo siguiente:

- Descripción general de las actividades de pesca, turismo y de investigación que se generaran en el sitio de proyecto. Llevando un registro de las embarcaciones y número de personas realizando estas actividades;
- descripción de las tecnologías que se utilizarán para medir la condiciones ecológicas que rodean las infraestructuras y equipo.
- Reclutamiento de postlarvas y juveniles: Permite evidenciar la efectividad del proyecto en función de la cantidad estimada de postlarvas y juveniles, durante y después de la construcción del proyecto.
- Marcado-Recaptura: Capturar individuos, marcarlos, liberarlos, después hacer muestreos para ver qué fracción de los individuos en la muestra llevan marcas. Esta técnica servirá para estudiar la natalidad, mortalidad y movimiento de especies que habiten en el Arrecife Artificial, así como para estimar el tamaño de poblaciones.

- e) Monitoreo de factores ambientales: Registro de tendencias climáticas, condiciones hídricas y sedimentos para permitir la comparación del antes, durante y después de la construcción del proyecto.
- f) Ecología de la comunidad bentónica: Esto comprende efectuar actividades de buceo para colecta y/o observación de flora y fauna asociada al arrecife artificial. Esta evaluación contempla el análisis de abundancia, frecuencia, índice de diversidad, estructura de la comunidad y otros.
- g) Caracterización de tipos de fondos: Se obtendrán muestra de fondo submarino para caracterizar los distintos tipos de sustrato. Se utilizará equipos GPS (posicionamiento por satélite) y videosondas para determinar las coordenadas geográficas y profundidades en que se distribuye el recurso, a partir de lo cual se estimarán las superficies disponibles.
- h) Necesidades de capacitación y asistencia técnica: Se brindará capacitación del personal técnico y pescadores de la comunidad, en el manejo de refugios artificiales. Se espera poder compartir los resultados obtenidos con otras comunidades.

2.2.7 Descripción de las obras asociadas al proyecto

No se hará construcción provisional alguna. Los productos pesqueros serán almacenados en las instalaciones de la cooperativa interesada.

2.2.8 Etapa de abandono del sitio

No se realizara abandono del sitio, toda vez que la meta del proyecto es generar un ecosistema marino que permita el desarrollo de arrecifes, peces y demás organismos marinas. Sin embargo, en el capítulo 7 se ofrece el procedimiento en caso necesario de desmantelamiento.

2.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Se considera deposición de residuos líquidos y emisiones a la atmosfera, los provenientes del combustible y su combustión en el motor de la lancha. Existe el riesgo de derrame y emisión de gases durante los viajes de la costa hacia el sitio, pero se limitara este impacto al realizar un programa de revisión y mantenimiento permanente del equipo durante el tiempo que dure la colocación de las estructuras.

2.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

No se realizarán estructuras extras para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. Los residuos sólidos acumulados durante la etapa de construcción son todos aquellos que la empresa a contratar produzca. Por lo que, la empresa contratada tienen la responsabilidad de tratar, separar y permitir el transporte de sus desperdicios a depósitos finales autorizados.

Para prevenir los residuos generados de las embarcaciones, estas recibirán mantenimiento periódico antes y durante las actividades de traslado de infraestructura al sitio.

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

Partiendo de las características particulares del proyecto, que fueron descritas de manera amplia en el Capítulo II; a continuación, se señalan, describen y vinculan las leyes, reglamentos, ordenamientos territoriales y/o locales, normas oficiales mexicanas, áreas naturales protegidas de carácter federal, regios prioritarias para la CONABIO y demás normatividad que correspondan con la ubicación y objetivos del proyecto.

3.1 Leyes y reglamentos aplicables al Proyecto

3.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Última Reforma DOF 24-01-2017)

Artículo 28. *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

IX.- *Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*

XI. *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;*

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

Vinculación: El propósito de la presente manifestación de impacto ambiental, modalidad particular, va en correspondencia a lo establecido en el artículo señalado. Sometiéndose a consideración de la Secretaría, el proyecto que lleva por nombre **“Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (Panulirus argus), en Isla Holbox, Quintana Roo”**, bajo el supuesto que las actividades a realizarse se tratan de inmobiliarios que podrían afectar los ecosistemas costeros y que se encuentran en un área natural protegida de competencia de la Federación. Los arrecifes artificiales se incluyen dentro de la categoría de desarrollos inmobiliarios, aunque tienen el objetivo de ser una plataforma de protección, también se considera un área de producción y futuro aprovechamiento, que podría ocasionar afectación a la costa de no incorporar las recomendaciones básicas de instalación y diseño en las unidades que lo conformaran. Asimismo se encuentra dentro de un área natural protegida denominada Yum Balam.

3.1.2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (Última Reforma DOF 31-10-2014).

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

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: *Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:*

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;

b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y

c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS: *Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación,...*

Vinculación: El reglamento define los tipos de actividades que deberán presentar una Manifestación de Impacto Ambiental para la evaluación del proyecto ante la Secretaría; donde el proyecto de interés se relaciona con estructuras que serán arrecifes artificiales incluyéndose dentro de la categoría de desarrollos inmobiliarios, aunque tienen el objetivo de ser una plataforma de protección, también se considera un área de producción y futuro aprovechamiento, que podría ocasionar afectación a la costa de no incorporar las recomendaciones básicas de instalación y diseño en las unidades que lo conformaran.

Asimismo se encuentra dentro de un área natural protegida denominada Yum Balam. Por lo anterior, se constituye el presente documento para analizar la viabilidad del proyecto de parte de la Secretaría.

Artículo 12.- *La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:*

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

II. Descripción del proyecto;

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

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

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Vinculación: el presente documento presenta la información señalada en el actual artículo, toda vez que se considera la modalidad particular como la indicada debido a que las actividades que le competen al proyecto se encuentran previstas en el artículo 5to del reglamento de la LGEEPA en Materia de EIA.

Artículo 17.- *El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:*

I. La manifestación de impacto ambiental;

II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y

III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Vinculación: Se entrega la presente manifestación de impacto ambiental, en conjunto de un resumen de su contenido y la copia sellada de la constancia de pago de derechos correspondiente.

Artículo 51.- *La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:*

...IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas...

Vinculación: Debido a que la actividad se programa para realizarse dentro del Área Natural Protegida (ANP) de Yum Balam, se reconoce la posibilidad de que la Secretaría exija una garantía para realizar las condiciones establecidas en la autorización. Sin embargo, el proyecto no causara daños graves al ecosistema marino dentro o fuera de la ANP, toda vez que el objetivo del mismo es la prevalencia de las especies marinas mediante el aumento de sitios de reproducción y refugio, considerando las características bióticas y abióticas del sitio de proyecto.

3.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas (Última Reforma DOF 21-05-2014).

Artículo 80.- Para los usos y aprovechamientos que se lleven a cabo dentro de las áreas naturales protegidas, la Secretaría otorgará las tasas respectivas y establecerá las proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga correspondientes, de conformidad con los métodos y estudios respectivos. Para la elaboración de los métodos y estudios que permitan establecer las proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga, la Secretaría podrá solicitar la colaboración de otras dependencias del Ejecutivo Federal, así como de organizaciones públicas o privadas, universidades, instituciones de investigación o cualquier persona con experiencia y capacidad técnica en la materia.

Vinculación: Debido a que la actividad se programa para realizarse dentro del Área Natural Protegida (ANP) de Yum Balam, se reconoce la posibilidad de que la Secretaría utilice análisis previamente realizados para la evaluación del presente proyecto, con el objetivo similar e inequívoco de conservar y proteger el sitio de proyecto.

Artículo 81.- *En las áreas naturales protegidas sólo se podrán realizar aprovechamientos de recursos naturales que generen beneficios a los pobladores que ahí habitan y que sean acordes con los esquemas de desarrollo sustentable, la declaratoria respectiva, su programa de manejo, los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. Los aprovechamientos deberán llevarse a cabo para:*

II. Desarrollo de actividades y proyectos de manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, así como agrícolas, ganaderos, agroforestales, pesqueros, acuícolas o mineros siempre y cuando:

- a) *No se introduzcan especies silvestres exóticas diferentes a las ya existentes o transgénicas;*
- b) *Se mantenga la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal y la biodiversidad;*
- c) *No se afecte significativamente el equilibrio hidrológico del área o ecosistemas de relevancia para el área protegida o que constituyan el hábitat de las especies nativas;*
- d) *No se afecten zonas de reproducción o especies en veda o en riesgo;*
- e) *Tratándose de aprovechamientos forestales, pesqueros y mineros, cuenten con la autorización respectiva y la manifestación de impacto ambiental autorizada, en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables;*
- f) *Los aprovechamientos pesqueros no impliquen la captura incidental de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, ni el volumen de captura incidental sea mayor que el volumen de la especie objeto de aprovechamiento, salvo que la Secretaría, conjuntamente con la de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, establezcan tasas, proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga, así como las condiciones, para un volumen superior de captura incidental en relación con la especie objetivo, mediante acuerdo que deberá publicarse en el **Diario Oficial de la Federación** cada tres años. En su defecto, el último acuerdo publicado mantendrá su vigencia (Inciso reformado DOF 28-12-2004).*
- g) *No se realice la extracción de corales y materiales pétreos de los ecosistemas costeros, y*
- h) *Tratándose de obras y trabajos de exploración y de explotación de recursos mineros dentro de las áreas naturales protegidas, y en cumplimiento por lo dispuesto en el artículo 20, segundo párrafo de la Ley Minera, cuenten con la autorización expedida por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, de conformidad con el artículo 94 del presente Reglamento.*

Vinculación: El presente proyecto se realiza en consecuencia de las necesidades de crear alternativas de empleo y alimento para la localidad de Holbox, donde la estrategia continuara con la optimización de los servicios profesiones de la población (ej. pescadores, guías e instructores de técnicas de pesca, snorkel y buceo) hacia una mira de respeto, consideración y protección al ecosistema marino.

La población dedicada a esta actividad en Lázaro Cárdenas es de 12%. La producción resulta del trabajo de 8 sociedades cooperativas pesqueras, que aportan respectivamente poco más de la mitad del producto y particulares que pescan el resto. La zona de Holbox, captura principalmente escama, pulpo y langosta, durante la temporada respectiva. Sin embargo, la actividad se ve restringida por el equipo y la infraestructura insuficiente con que se cuenta. Las artes de pesca son la tónica principal de explotación del recurso, por lo que su pescadería se caracteriza por ser aún rústica: la escama se realiza con pequeñas embarcaciones y lanchas de fibra de vidrio con motor fuera de borda, y la captura de langosta es por medio de buceo libre, buceo semiautónomo y de algunas trampas. El proyecto promete incrementar la biomasa de organismos marinos sobre un sustrato no

contaminante y reducir el estrés de la pesca sobre las áreas actuales de pesca. Es decir, por introducción de un arrecife artificial que brinde refugio y área de reproducción de la langosta caribeña y otros peces, aumentando el bienestar ambiental y la calidad de vida de la localidad cercana (Beine, 2001).

El proyecto contemplara lo establecido en el presente artículo, como se establece a continuación:

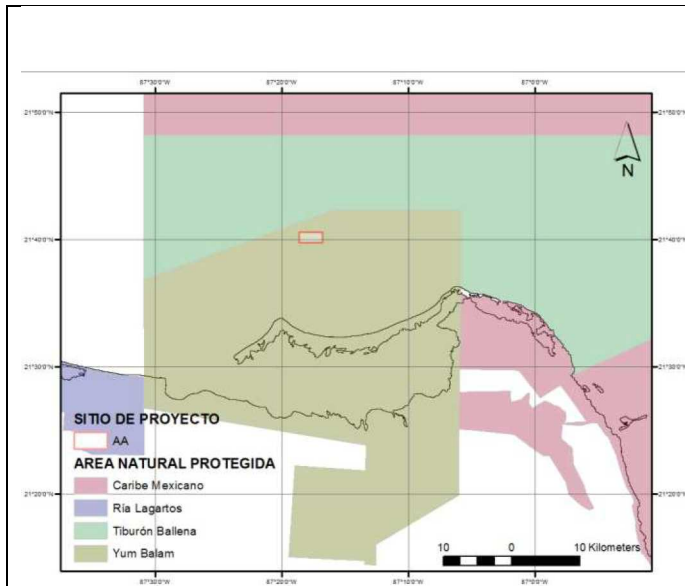
- a) No se introducirán especies silvestres exóticas diferentes a las ya existentes o transgénicas;
- b) No se realizara actividad alguna que afecte la cobertura vegetal, estructura y composición de la masa forestal. La biodiversidad marina será respetada antes, durante y después del proyecto, de tal manera que se prohibirá la pesca durante la instalación de las unidades arrecifales y el monitoreo para realizar seguimiento de evaluación. La pesca posterior a la ocupación natural de organismos marinos en los arrecifes artificiales, será regulada por los coordinadores seleccionados en las cooperativas pesqueras interesadas.
- c) No se afectara significativamente el equilibrio hidrológico del área protegida o el hábitat de las especies nativas. Debido a la evaluación técnica previa del sitio de proyecto, que identifica al sitio como idóneo para realizar la instalación por sus condiciones bióticas y su escasa presencia de biodiversidad;
- d) No se afectaran zonas de reproducción o especies en veda o en riesgo. El sitio elegido es un área desprovista de vegetación, arrecifes y con diversidad faunística marina casi nula, que se espera ser un sitio de alimentación, reproducción, desarrollo y refugio de diferentes organismos marinos.

Las referencias bibliográficas sobre las rutas migratorias de especies clave de la ANP (Cárdenas-Palomo, *et al*, 2010; Hacohe-Domene, *et al*, 2017; PPY, 2017), señalan haberse observado tiburones ballena y manta rayas en regiones más profundas que las medidas en el área de proyecto; direccionados al Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena. Por lo que sus patrones de movimiento no coinciden con el sitio de proyecto.

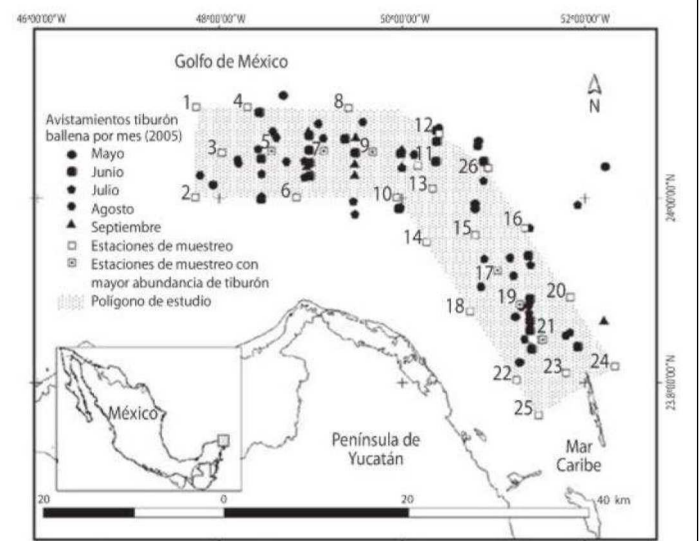
Las playas de la Isla Holbox son importantes zonas de anidación de dos especies de tortugas marinas: tortuga marina de carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga marina verde del Atlántico, tortuga blanca (*Chelonia mydas*), anidando principalmente en Isla Grande, desde Punta Mosquito hasta el Cabo Catoche, considerada como la principal playa de anidación en el Caribe de la tortuga carey (PPY, 2017). En relación al proyecto, el objetivo es crear un sitio de descanso y alimentación, que pudiera ser utilizado por las tortugas. Sin embargo la carencia de pasto marino, en la actualidad, puede ser un indicio de que el área no es utilizada como zona de alimentación de las tortugas, y la información obtenida no es la necesaria para poder concluir el patrón migratorio de esta especie sobre el sitio de interés.

- e) La cooperativa cuenta con el permiso para realizar actividades extractivas pesqueras en el área (Anexo 7). En la presente, se espera obtener el permiso en materia de impacto ambiental, en los términos de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

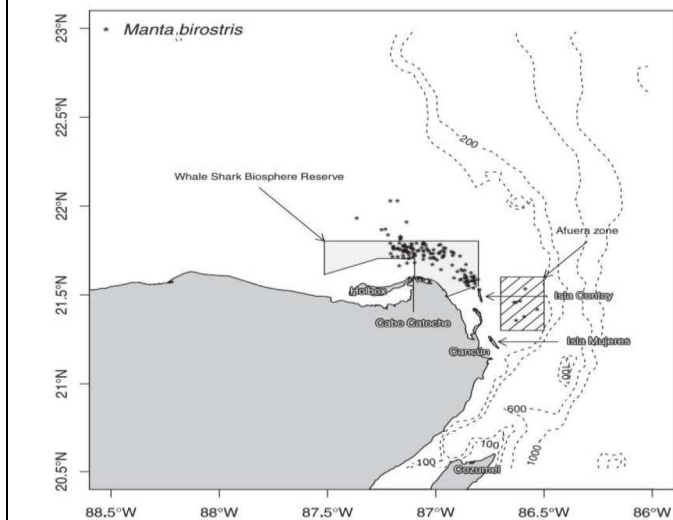
“Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*) en Isla Holbox, Quintana Roo”.



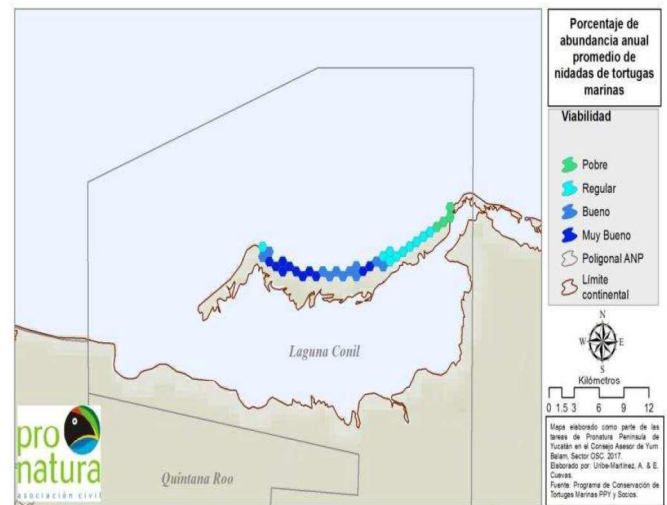
Sitio de proyecto en relación a las Áreas Naturales Protegidas establecidas.



Área de estudio y avistamientos de tiburón ballena registrados durante mayo a septiembre de 2005. La mayoría de los datos de avistamientos fueron colectados mediante vuelos realizados por la CONAP (Cardenas-Palomo, et al., 2010).



Las estrellas representan manta rayas observadas de 2006 a 2011 (Hacohen-Domené, et al., 2017).



Distribución de nidadas de tortugas marinas en la Isla Grande de Holbox (PPY, 2017)

Fig 7. Rutas migratorias de diferentes especies de importancia socio-ecológica.

- f) Los métodos de pesca utilizados en la ANP, son denominados "rústicos" por lo que la probabilidad de capturas incidentales es menor que con métodos industriales. Por lo que existe un control sobre los productos y volumen de pesca, que se mantendrán después de la construcción del proyecto y durante la etapa productiva del Arrecife Artificial.
- g) No se realizara extracción de corales y materiales pétreos de los ecosistemas costeros. Toda vez que el proyecto pretende la ocupación natural de corales sobre estructuras idóneas para dicha tarea, para desarrollar un ecosistema de "arrecifes artificiales" sin ninguna actividad secundaria de extracción de materiales pétreos.
- h) No existirán obras de exploración y/o de explotación de recursos mineros.

Artículo 82.- *El uso turístico y recreativo dentro de las áreas naturales protegidas, se podrá llevar a cabo bajo los términos que se establezcan en el programa de manejo de cada área natural protegida, y siempre que:*

I.- No se provoque una afectación significativa a los ecosistemas;

II.- Preferentemente tengan un beneficio directo para los pobladores locales;

III.- Promueva la educación ambiental, y

IV.- La infraestructura requerida sea acorde con el entorno natural del área protegida.

Vinculación: conforme a los objetivos del proyecto, se pretende realizar actividades turísticas y recreativas, luego de la observación de un 50% de ocupación natural de corales y biodiversidad general y endémica. En la actualidad, el programa de manejo de la ANP YUM Balam se encuentra en etapa de consulta pública (<http://www.conanp.gob.mx/acciones/consulta/>), por lo que el proyecto se apega a las normativas y leyes descritas en este capítulo. En relación a este artículo se manifiesta que:

I.- No se realizara un cambio de consecuencias negativas al área, debido al objetivo del proyecto y a que se encuentra adaptado a las características del sitio de proyecto y las necesidades de la comunidad cercana.

II.- Los interesados en la realización del proyecto son parte de los grupos de cooperativas que trabajan y viven en la localidad cercana de Holbox. Los beneficios ecológicos, turísticos, educativos y productos de pesca serán obtenidos por los locales.

III.- El proyecto promoverá los valores de conservación y protección que deberán darse durante el desarrollo del arrecife artificial. La educación ambiental se dará de forma teórica con capacitación sobre lo que se debe y no realizar durante las actividades turísticas y de pesca en la etapa de producción del arrecife artificial, y práctica al señalarse los beneficios que el proyecto produzca.

IV.- El material del que será conformada las unidades de arrecifes artificiales ha sido utilizado en otros ejemplos de arrecifes en el país, además de ser calificados como no contaminantes en agua marina, durante pruebas de laboratorio.

Artículo 87.- De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva:

- I.-** Cambiar el uso del suelo de superficies que mantengan ecosistemas originales;
- II.-** Molestar, capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre o sus productos;
- III.-** Remover o extraer material mineral;
- IV.-** Utilizar métodos de pesca que alteren el lecho marino;
- V.-** Trasladar especímenes de poblaciones nativas de una comunidad biológica a otra;
- VI.-** Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres;
- VII.-** Alimentar, tocar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre;
- VIII.-** Introducir plantas, semillas y animales domésticos;
- IX.-** Introducir ejemplares o poblaciones silvestres exóticas;
- X.-** Dañar, cortar y marcar árboles;
- XI.-** Hacer un uso inadecuado o irresponsable del fuego;
- XII.-** Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hidráulicos o cuerpos de agua;
- XIII.-** Abrir senderos, brechas o caminos;
- XIV.-** Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua;
- XV.-** Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre;
- XVI.-** Usar altavoces, radios o cualquier aparato de sonido, que altere el comportamiento de las poblaciones o ejemplares de las especies silvestres o que impida el disfrute del área protegida por los visitantes, y
- XVII.-** Hacer uso de explosivos. Los pobladores de las áreas naturales protegidas quedarán exceptuados de las fracciones II, III y X cuando se encuentren realizando la actividad con fines de autoconsumo dentro de los predios de su propiedad y no exista programa de manejo.

Vinculación: bajo la consideración de que el proyecto se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, se reconoce la posibilidad de obtener todas o alguna de las prohibiciones descritas en el anterior artículo, y se manifiesta que:

- I.- No se realizara un **cambiar** el uso del suelo debido a que el área se considera como blanquizales, con presencia reducida de vegetación y fauna móvil marina.
- II.- La cooperativa de pescadores trabajara bajo la regulación para pescar que se encuentra en la ANP y cuya concesión les delimita realizar.
- III.- El objetivo del presente proyecto no pretende remover o extraer material mineral.
- IV.- En la etapa productiva del proyecto, al obtener la ocurrencia y ocupación de biodiversidad en las unidades de arrecifes artificiales, se proseguirá a obtener productos marinos con metodologías de pesca tradicional o rústica, característica de la zona. Es decir, no se alterara el lecho marino actual durante la pesca ni ninguna otra actividad.
- V.- El proceso de cobertura marina que se propone, no requerirá del traslado de especímenes de poblaciones nativas de una comunidad biológica a otra.
- VI.- En la actualidad, el sitio de proyecto se observa como área de blanquizales, donde la biodiversidad es escaza y pasajera, por lo que no se alterara o destruir sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres. Toda vez que el objetivo del proyecto es crear sitios de ocurrencia, ocupación, reproducción de especies marinas endémicas.
- VII.- Los ejemplares de fauna presente son casi nulos, sin embargo las actividades de instalación del proyecto no realizaran ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de cualquier organismo. Además, que las actividades de tocar y alimentar fauna silvestre, estarán prohibidas durante las etapas del proyecto.
- VIII.- No se introducirán plantas, semillas y animales domésticos;
- IX.- No se introducirán ejemplares o poblaciones silvestres exóticas.
- X.- No existen árboles en el área de proyecto, y no se dañaran para realizar las actividades.
- XI.- No se utilizara fuego.
- XII.- El diseño y disposición de la infraestructura no interrumpirá, desviara rellenara o desecara flujos hidráulicos o cuerpos de agua;
- XIII.- Abrir senderos, brechas o caminos;
- XIV.- No se arrojará, verterá o descargara cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o a cuerpos de agua;
- XV.- Las actividades se realizaran durante horas del día, por lo que no se utilizara lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre.
- XVI.- Las cantidades de ruido se mantendrán en los decibeles bajos, necesarios para mantener la armonía del ecosistema.

XVII.- No se utilizaran explosivos.

Artículo 88.- Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:

VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;

Vinculación: El propósito de la presente manifestación de impacto ambiental, modalidad particular, va en correspondencia a lo establecido en el artículo anterior. Sometiéndose a evaluación de la Secretaría, el proyecto que lleva por nombre **"Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (Panulirus argus), en Isla Holbox, Quintana Roo"**.

3.1.4 Ley federal del mar (Ultima Reforma DOF-08-01-1986)

Artículo 2.- La presente Ley es de jurisdicción federal, rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos. Sus disposiciones son de orden público, en el marco del sistema nacional de planeación democrática.

Vinculación: el proyecto se encuentra a 9 millas náuticas mar adentro de la costa de la Isla Grande de Holbox, por lo que se considera esta Ley influente sobre las actividades a desarrollarse.

Artículo 23.- La Nación ejerce soberanía en una franja del mar, denominada Mar Territorial, adyacente tanto a las costas nacionales, sean continentales o insulares, como a las Aguas Marinas Interiores.

Vinculación: el proyecto se encuentra a 9 millas náuticas mar adentro de la costa de la Isla Grande de Holbox, por lo que se considera dentro de la categoría de Mar Territorial.

Artículo 21.- En el ejercicio de los poderes, derechos, jurisdicciones y competencias de la Nación dentro de las zonas marinas mexicanas, se aplicarán la Ley Federal de Protección al Ambiente, la Ley General de Salud, y sus respectivos Reglamentos, la Ley Federal de Aguas y demás leyes y reglamentos aplicables vigentes o que se adopten, incluidos la presente Ley, su Reglamento y las normas pertinentes del derecho internacional para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino.

Vinculación: El proyecto es consecuencia a las leyes y normativas aplicables, y se sintetiza que la captura de recursos vivos será la permisible marcada para cada especie, y no

rebasará la capacidad y el esfuerzo pesquero permitido actualmente. Asimismo, el proyecto se constituye como un bien público sin generar propiedad territorial y sus beneficios serán un bien común, pues promueve la conservación de los recursos y su aprovechamiento sustentable.

3.1.5 Ley de aguas nacionales (Última reforma publicada DOF 24-03-2016)

Artículo 82.- La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.

"La Comisión", en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuacultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento.

Para la realización de lo anterior, "la Comisión" se apoyará en los Organismos de Cuenca. Las actividades de acuacultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.

Vinculación: La actividad se puede considerar como uso de agua nacional para actividad turística. Sin embargo, los distintos objetivos, la infraestructura y el área en que se pretende desarrollar el proyecto, nos remite en primera instancia, a la evaluación de parte de la Secretaría, y posterior consenso por la Comisión.

3.2 Ordenamiento Territorial

3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (Publicado el 24 de noviembre de 2012).

El POEMyRGMMyMC, 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 sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El POEMyRGMMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales. El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

El Programa de Ordenamiento Ecológico está integrado por dos regiones: una costero-terrestre con 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) en los Estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que comprende el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y Mar Caribe. En conjunto, tienen una extensión de 995,486.2 km², correspondientes a 168,462.4 km² de la región costero-terrestre y 827,023.8 km² de la región marina. Por su parte, el Mar Caribe es considerado un mar semicerrado con una extensión de 2,515,900 km² y es el segundo mar más grande del mundo. Se caracteriza por el Sistema Arrecifal Mesoamericano, segundo en extensión a nivel mundial, donde se reporta una productividad primaria baja (150 grC/m²/año) con una captura pesquera anual estimada en medio millón de toneladas métricas (FAO, 1985).

Uno de los rasgos más característicos del Mar Caribe Mexicano son los arrecifes coralinos, los cuales son adyacentes a una de las corrientes de frontera más intensas y dinámicas del planeta, la Corriente de Yucatán. Características de esta corriente son las velocidades medias de 1.5 m/s, con fluctuaciones de hasta 3 m/s, y formación de meandros y remolinos con una estructura vertical compleja (Ochoa, Candela et al. 2005). Si bien la Corriente de Yucatán no fluye directamente por encima del arrecife, sus aguas determinan en gran medida las condiciones físicas medias del mismo, pues éstas son transportadas al arrecife ya sea por corrientes de marea, por efectos del viento, por oleaje, o por meandros y remolinos que logran penetrar a la zona costera, sobre la plataforma. El arrecife constituye la frontera occidental de la Corriente de Yucatán.

Por su vasta biodiversidad y recursos naturales, el modelo de Ordenamiento considera 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) clasificadas en Terrestres, Marinas y ANP. Cada UGA incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con los criterios y acciones aplicables a la UGA correspondiente. En las fichas se utiliza la abreviatura NA para indicar que una acción o criterio no aplica en la UGA correspondiente.

De acuerdo con el análisis realizado al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), la zona federal marina donde se encuentra el sitio de proyecto, se encuentra en:

Unidad de Gestión Ambiental #131 – Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

Tipo de UGA	Marina (ANP – Federal)	Mapa
Nombre:	Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	
Municipio:	Lázaro Cárdenas	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	2,483 Habitantes	
Superficie:	152,583.258 Ha.	
Subregión:		
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:	Aplicar Decreto y Programa de Manejo del ANP	

A continuación, se describen los criterios generales aplicables a todas las UGAS del programa de ordenamiento referido y su vinculación en congruencia con el proyecto de **Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*), en Isla Holbox, Quintana Roo**. Seguidamente se presentan los criterios específicos de aplicación para la UGA #131 denominada **Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam** y su vinculación con el proyecto de nuestro interés.

Más adelante, se presenta la compatibilidad y congruencia del proyecto de nuestro interés, con el Decreto del Área natural Protegida Yum Balam, dando cumplimiento a lo establecido para esta UGA.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El objetivo del presente proyecto es el de aumentar los sitios de refugio y reproducción de especies marinas utilizando unidades de Arrecifes Artificiales, para promover la prosperidad del ambiente ecológico, económico y social cercano a Isla Holbox. En caso necesario y con el objetivo de dar cumplimiento a este criterio, el promovente se compromete a coadyuvar con las autoridades tales como SEMARNAT, CONAGUA, autoridades estatales y municipales, que son los principales responsables del cumplimiento del mismo.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El proyecto es de interés de una cooperativa de pescadores cuyo objetivo es trabajar juntas para incrementar el nivel y calidad de su comunidad a través de la pesca y actividades derivadas de la misma. El promovente no se encuentra constituido para establecer pagos por servicios ambientales hídricos. Sin embargo, las actividades de carácter sustentable que reduzcan el impacto social a los recursos naturales, están siendo implementadas antes, durante y después de la realización de este proyecto. En caso necesario y con el objetivo de dar cumplimiento a este criterio, la sociedad se compromete a coadyuvar con las autoridades responsables del cumplimiento del mismo.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Uno de los objetivos de la instalación de Arrecifes Artificiales es incorporar al ambiente acuático refugios para la reproducción y crecimiento de especies de flora y fauna marina. En este sentido, el proyecto busca reducir el uso de áreas comunes de pesca, y aumentar los sitios de ocupación de los organismos marinos, para su posterior utilización en las actividades de extracción pesquera con técnicas tradicional no-intensivas, bajo un método de producción natural sustentable.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana,	La cooperativa interesada en realizar el presente proyecto, cuenta con un sistema de planeación anual que regulariza las actividades extractivas de recursos marinos en la Isla de Holbox. La planificación toma en cuenta las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y se las actividades se mantienen vigiladas por las autoridad de la CONANP.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
	Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El criterio no aplica al sitio y actividad que se desea realizar, y por la cual se tramita la evaluación de manifestación de impacto ambiental. Asimismo, la promovente carece de permisos y capacitación para realizar bancos de germoplasma, estando esta actividad fuera de sus capacidades como grupo constituido.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	En relación al criterio, las actividades que emiten gases de efecto invernadero se remiten al uso de lanchas con motor que transitan desde el muelle hasta el sitio de proyecto. Las medidas de mitigación para reducir las emisiones de gases, contemplan el mantenimiento de los motores para evitar combustión innecesario de combustible y la regulación de la cantidad y horarios de transito de las embarcaciones.
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.	Los programas objetivos de la promovente se basan en aumentar la calidad de vida de la comunidad a través de la pesca y actividades derivadas, bajo un esquema de reducción de impactos ambientales, como lo es la sobreexplotación del recurso marino. En la actualidad, este objetivo no se encuentra concretado, por lo que el aumento de programas en otros ámbitos ecológicos sería un obstáculo para en la funcionalidad básica de la sociedad. Sin embargo, las medidas ambientales para reducir las emisiones de gases, se han considerado antes, durante y después del presente proyecto, debido a la complicidad con la dependencia CONANP.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se utilizaran Organismos Genéticamente Modificados durante ninguna de las etapas del presente proyecto. Por lo que el presente criterio no aplica.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Aunque el objeto del proyecto es el establecimiento de infraestructura a manera de arrecifes artificiales en el lecho marino del sitio elegido para el proyecto, la fragmentación del hábitat no es un problema causado por lo anterior. La infraestructura pretende aumentar los sitios de refugio y reproducción de los organismos marino, sin interrumpir o impedir la conexión entre las diferentes regiones marinas colindantes, debido a las dimensiones ocupadas por el proyecto y el diseño de las estructuras.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	De manera general, los arrecifes artificiales son una herramienta de protección a ecosistemas costeros, desde una perspectiva social y ecológica. Sin embargo, la distancia del proyecto a la costa no permitirá el impacto a la línea de costa ni a los arrecifes naturales dispersos en la región, debido a la distancia de dispersión de sedimentos a través de la corriente (aproximadamente 50 m en 5.0 s).
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Aunque el sitio de estudio carece de cobertura vegetal, no se permitirá la introducción de especies invasoras o exóticas que pudieran poner en peligro la finalidad primordial del proyecto. Para mantener lo establecido en el presente criterio, se realizaran talleres a pescadores y público interesado, sobre las especies exóticas, la problemática de su dispersión y como prevenir su ocurrencia.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no implementara actividades de recuperación de vegetación en márgenes de cauces naturales, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El presente proyecto no pretende desarrollar actividades de desarrollo urbano, sin embargo, se emite la presente Manifestación de Impacto Ambiental para ser evaluadas las acciones a generarse durante y después del establecimiento de las unidades de Arrecifes Artificiales, y conseguir su potencial autorización.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto no implementara actividades de recuperación de vegetación en márgenes de cauces naturales, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	La estrategia de Arrecifes Artificiales es considerada una innovación para la producción de organismos marinos, al ser diseñadas para refugio,

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
		reproducción y crecimiento de los mismos. Se da por cumplido este criterio.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El aumento de biomasa de los recursos marinos posterior a la instalación de los Arrecifes Artificiales es gradual y no requiere de métodos externos para producirse. Debido a esto se considera que el método a implementar es intensivo, cumpliendo lo señalado en el presente criterio.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Aunque el sitio de estudio es un área de blanquiales con presencia mínima de fauna, se mantendrá dentro de los objetivos realizar talleres informativos para pescadores y público interesado, el control de especies exóticas, invasoras y plaga, dentro y fuera del sitio de interés.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto. Sin embargo, en los talleres informativos a realizar con pescadores y público interesado, se explicara la importancia de los corales y otros filtradores para la absorción de dióxido de carbono y la producción de oxígeno.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	La actividad productiva gradual que se obtendrá con la instalación de los Arrecifes Artificiales, no permitirá la introducción de ningún organismo invasor o exótico. El proyecto está enfocado en la ocupación de organismos transitorios del sitio de interés.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El sitio de proyecto es considerado idóneo para la instalación de arrecifes artificiales, debido a su importancia social, nula presencia de organismos sésiles y sus características abióticas que permitirán un resultado positivo. Sin embargo, su cercanía con sitios de pesca posibilita la ocurrencia de estos organismos, y permite reducir el estrés que causa la extracción sobre ellos. Por lo anterior, se considera que el proyecto aspira a brindar protección al recurso pesquero y a los sitios contiguos de pesca actuales.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El combustible utilizado en los motores de las lanchas, es Diesel, y en la actualidad no se encuentra con un sustituto ecológicamente viable. Sin embargo, la promovente realizara cambios de existir una mejor alternativa.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El presente proyecto no requerirá energías eléctricas durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El presente proyecto no requerirá energías eléctricas durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El presente proyecto no requerirá energías eléctricas durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	El combustible utilizado en los motores de las lanchas, es Diesel, y en la actualidad no se encuentra con un sustituto ecológicamente viable. Sin embargo, la promovente realizara cambios de existir una mejor alternativa.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El presente proyecto no requerirá energías eléctricas durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	En la etapa de operación se realizaran actividades relacionadas a la investigación y desarrollo de refugios y producción de organismos marinos, sin embargo no se implementaran tecnologías o mecanismos que requieran de algún tipo de sustancia contaminante, la cual necesite modificarse por una alternativa "limpia". Este criterio no aplica.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El presente proyecto no requerirá energía eléctrica durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El presente proyecto no requerirá energía eléctrica durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El presente proyecto no requerirá energía eléctrica durante su instalación y operación, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente, como organización civil, se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente, como organización civil, se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	La promovente es un miembro activo para la toma de decisiones dentro de la localidad de Isla Holbox, por lo que, antes, durante y después del proyecto, continuara promoviendo y fortaleciendo los reglamentos de ordenamiento ecológico local.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	La promovente no tienen inconveniente que se realicen actividades de evaluación de la productividad y eficiencia del proyecto.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El presente proyecto no pretende desarrollar actividades de desarrollo urbano, sin embargo, se emite la presente Manifestación de Impacto Ambiental para ser evaluadas las acciones a generarse durante y después del establecimiento de las unidades de Arrecifes Artificiales, y conseguir su potencial autorización.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y	El giro del proyecto es producir un sitio de refugio y reproducción de organismos marinos, con la finalidad de mejorar el estado actual de conservación de diversas especies, y la calidad de la comunidad cercana. No se considera una

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
	promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	industria debido a la naturaleza, enfoque y objetivos del proyecto; asimismo, el sitio de proyecto no es un sitio contaminado, y los impactos generados del mismo no producirán residuos que desequilibren o amenacen las condiciones naturales del área. Sin embargo, durante la operación del proyecto se mantendrá monitoreo de las condiciones ambientales para corroborar la calidad del agua. Dicha información se pondrá a disposición de las autoridades competentes, de ser requerida.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Durante la operación del proyecto se mantendrá monitoreo de las condiciones ambientales, los registros de pesca, cantidades y tipo de especies capturadas, para continuar con la regulación de aprovechamiento de recurso marino como se ha mantenido por años en la comunidad de la Isla Holbox. Dicha información se pondrá a disposición de las autoridades competentes, de ser solicitada. Además, los quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, cuentan con un manejo oportuno, alta protección y consideración de conservación, dentro de la comunidad, por lo que no se modificara las medidas actuales tomadas por la cooperativa y CONANP.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El presente criterio es uno de los objetivos de la cooperativa promovente en relación con la finalidad del proyecto. De tener éxito en la productividad de los arrecifes artificiales, se realizaran acciones consecuentes a reforzar la cadena productiva en mejora de los productos comerciados.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente, como organización civil, se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente, como organización civil, se limitan a actividades extractivas relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El presente proyecto pretende realizar una estrategia innovadora de producción de organismos marinos de manera natural y gradual. La etapa de operación permitirá aumentar el número de sitios de pesca, además de la biomasa generada, reduciendo la presión que existe en ecosistemas naturales arrecifales.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	La promovente apoyara las campanas de prevención de ser solicitada su ayuda por las brigadas de la comunidad.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	La promovente no cuenta con la autorización necesaria para crear o consolidar comités de protección civil. Sin embargo, la promovente apoyara las campanas de prevención de ser solicitada su ayuda por las brigadas de la comunidad.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidro-meteorológicos.	El objeto del presente proyecto no es la construcción de casas habitación, por lo que el requisito del criterio no es aplicable.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El presente proyecto no ocasionará residuos sólidos urbanos antes, durante y después de su instalación, por lo que el presente criterio no es aplicable. Sin embargo, la cooperativa establece talleres informativos para comunicar a los pescadores y público interesado, la importancia de reducir los residuos sólidos y el impacto generado de no atender esta problemática.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Los programas/campañas objetivos de la promovente se basan en aumentar la calidad de vida de la comunidad a través de la pesca y actividades derivadas, bajo un esquema de reducción de impactos ambientales, como lo es la sobreexplotación del recurso marino. En la actualidad, este objetivo no se encuentra concretado, por lo que el aumento de responsabilidades en otros ámbitos ecológicos sería un obstáculo para la funcionalidad básica de la sociedad.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
		Sin embargo, la promovente participa activamente en talleres, capacitaciones y eventos que promueven la protección y conservación del medio ambiente, en colaboración con la dependencia CONANP.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	No se generaran aguas residuales en ninguna etapa del proyecto, por lo que el presente criterio no aplica.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No se generaran aguas residuales en ninguna etapa del proyecto, por lo que el presente criterio no aplica.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No se removerá parcial o totalmente la vegetación forestal durante ninguna de las etapas del proyecto, por lo que el presente criterio no aplica.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El presente proyecto no tiene por objetivo concretar un sitio de disposición final para residuos sólidos urbanos, por lo que el presente criterio no aplica.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El presente proyecto no contara con los recursos financieros necesarios para realizar análisis de salud poblacional que permitan identificar los problemas de salud ocasionados por cambios climáticos en la región. Sin embargo, la información derivada del monitoreo durante la etapa de operación, podrá ser utilizada para formar parte de investigaciones con el objetivo descrito en el criterio.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	No se generaran residuos peligrosos durante ninguna de las etapas del proyecto, por lo que el presente criterio no aplica.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	En la actualidad el ANP no presenta un Programa de Manejo decretado. Sin embargo, se presenta la compatibilidad y congruencia del proyecto de nuestro interés, con el Decreto del Área natural Protegida Yum Balam, dando cumplimiento a lo establecido para esta UGA.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El presente proyecto no instalara infraestructura en la costa de la Isla de Holbox. Sin embargo, cabe señalar que el sitio de proyecto esta desprovisto de vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El presente proyecto no instalara infraestructura en la costa de la Isla de Holbox. Sin embargo, el diseño y material de las unidades de Arrecifes Artificiales contemplan la protección y conservación de las condiciones ambientales actuales en el sitio de interés.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El objetivo del proyecto no contempla realizar actividades agropecuarias, por lo que el presente criterio no aplica.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La promovente es miembro activo de las reuniones para generar ordenamientos pesqueros viables para la comunidad y la conservación del medio ambiental. Se manifiesta que, los programas objetivos de la promovente se basan en aumentar la calidad de vida de la comunidad a través de la pesca y actividades derivadas, bajo un esquema de reducción de impactos ambientales. Por lo que el criterio se cumple con el trabajo continuo de las dependencias de gobierno y los interesados para generar acuerdos de aprovechamiento del recurso pesquero.

CLAVE	ACCIONES GENERALES	VINCULACION
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no implementara el uso de terrenos terrestres, y las funciones del promovente como organización civil se limitan a actividades relacionadas con áreas marinas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	De acuerdo con el Anexo 6 del Programa de Ordenamiento en comento, el cumplimiento de este criterio compete a la SEMARNAT y la CONANP, una vez presentado este estudio, la SEMARNAT dará notificación a la CONANP para su opinión técnica.

ACCIONES ESPECÍFICAS

Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-0 53	APLICA	A-079	APLICA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	APLICA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	APLICA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	APLICA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	APLICA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	NA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	APLICA		

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS	VINCULACION
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina y sea hábitat de diversas creaturas marinas, como la langosta. Por lo que no se utilizaran agroquímicos y/o pesticidas, antes, durante o después del proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina y sea hábitat de diversas creaturas marinas, como la langosta. Por lo que no se manejaran agroquímicos y/o pesticidas, antes, durante o después del proyecto.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y sea hábitat de diversas creaturas marinas, como la langosta. Por lo que no se usaran agroquímicos y/o pesticidas, antes, durante o después del proyecto.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	Durante las etapas del proyecto no se realizaran procesos de distribución de agua, por lo que el presente criterio no aplica.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El presente proyecto fomentara el uso de estrategias innovadoras para el aumento de sitios de refugio y reproducción para la vida marina, por lo que no se adaptaran sitios para la captación de agua lluvia, y/o se generaran aguas grises que permitan su reutilización.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El sitio de interés no cuenta con la complejidad ambiental para poder denominarlo área de conservación, pero su importancia recae en su valor intrínseco y de tránsito para diferentes organismos marinos. Sin embargo, el sitio es un bien común que ya se encuentra regulado y en el cual, el proyecto buscara un desarrollo de un beneficio comunitario y ecológico.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	No se instalaran estructuras provisionales en ninguna de las etapas del proyecto, por lo que las costas o sitios de anidación de tortugas marinas, no serán obstruidas a causa del mismo.

A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	No se instalarán estructuras en la costa o en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. Sin embargo, de ser solicitado el seguimiento de evaluación para la eficiencia del arrecife artificial pudiera servir, a su vez, en el monitoreo de tortugas marinas (de ser observadas en el sitio).
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	De ser solicitado el seguimiento de evaluación para la eficiencia del arrecife artificial pudiera servir, a su vez, en el monitoreo de tortugas marinas (de ser observadas en el sitio).
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Las actividades que competen al proyecto no generaran impacto en territorio terrestre, por lo que el presente criterio no aplica.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	Las actividades que competen al proyecto no generaran impacto en territorio terrestre o costas con vegetación natural, por lo que el presente criterio no aplica.
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.	A través de talleres informativos y regulación de actividades de extracción pesquera de pescadores y la comunidad interesada, se evitara la introducción de especies invasoras o exóticas al territorio marino.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Las actividades que competen al proyecto no generaran impacto en territorio terrestre o costas con vegetación de manglar, por lo que el presente criterio no aplica.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	Las actividades que competen al proyecto no generaran impacto en territorio terrestre o costas con vegetación natural, por lo que el presente criterio no aplica.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	Las actividades que competen al proyecto no generaran impacto en territorio terrestre, por lo que el presente criterio no aplica.

A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Las actividades que competen al proyecto no generaran impacto en territorio terrestre, por lo que la reforestación del medio natural no aplica. Sin embargo, la estrategia de instalación de arrecifes Artificiales, promueve la ocupación de diversidad de organismos marinos, a manera de restauración del sitio de interés.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El proyecto propone acciones de recuperación de biomasa de organismos marinos, siendo la estrategia a seguir, la instalación de unidades de Arrecifes Artificiales que permitan brindar refugio y áreas de reproducción de las especies en general. A manera de ser consecuentes con la NOM-059 SEMARNAT-2010, el proyecto podrá brindar refugio o ser un sitio de alimentación para las especies de: Tortuga de Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>), tortuga Caguama (<i>Caretta caretta</i>), caballo de mar (<i>Hippocampus erectus</i>), culebra acuática (<i>Thamnophis proximus</i>), Cachorrito lodero (<i>Cyprinodon beltrani</i>), y topote aleta grande (<i>Poecilia velifera</i>), proliferación de corales como: cuerno de alce (<i>Acropora palmata</i>) y cuerno de ciervo (<i>Acropora cervicornis</i>), y la presencia de aves pescadoras. Cabe señalar que no se realizaran actividades que pongan en juego la vida silvestre de ninguna de las especies enlistadas en esta normativa; además, de que se mantendrá regulada las actividades pesqueras para controlar y evitar el desacato a esta norma.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	No se realizaran programas de remediación ambiental toda vez que el sitio de proyecto se desarrollara en la condición natural del sitio con objeto del aumento de cobertura de biomasa.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se desarrollar actividades relacionadas al manejo de caña.

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.	En relación al criterio, las actividades que emiten gases de efecto invernadero se remiten al uso de lanchas con motor que transitan desde el muelle hasta el sitio de proyecto. Las medidas de mitigación para reducir las emisiones de gases, contemplan el mantenimiento de los motores para evitar combustión innecesario de combustible y la regulación de la cantidad y horarios de transito de las embarcaciones.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Se mantendrá monitoreos durante la operación del proyecto, donde una de las variables a considerar es la calidad de agua. Aunque se no se espera ningún cambio que afecte la calidad actual, se realizaran los chequeos continuos y se mantendrá un registro de las acciones para comparaciones y/o aclaraciones.
A023	Fomentar la aplicación de 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 material a utilizar para la fabricación de las unidades de Arrecife Artificial, se encuentra verificado como para uso seguro dentro del agua marina. El material se denomina concreto de tipo puzolánico reforzado, es un material estéril de mayor resistencia; se caracteriza por desarrollar menos calor al fraguar, tener menor dilatación y ser más impermeable que el uso del Cemento Portland con la mezcla de arena; disminuyendo la exhudación y segregación. El ingrediente puzolánico está formado por: 55 a 70% de clinker Portland / 30 a 45% de puzolana / 2 a 4% de yeso. Esta mezcla es ideal para ser usado en climas calurosos o para coladas de grandes dimensiones. Usualmente se emplea donde se necesita alta permeabilidad y durabilidad (Anexo 8 – Hoja de seguridad).
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 presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se desarrollaran actividades que impliquen la combustión de combustibles o similares que pudieran causar emisión de gases o partículas.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva

	una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se utilizarán o producirán residuos peligrosos que pudieran contaminar el suelo.
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.	En la etapa de operación se realizarán actividades relacionadas a la investigación y desarrollo de refugios y producción de organismos marinos, sin embargo no se implementarán tecnologías o mecanismos que requieran de algún tipo de sustancia o tecnología contaminante, la cual necesite modificarse por una alternativa "limpia". Este criterio no aplica.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	No se realizarán actividades en la zona de playa.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	No se realizarán actividades en dunas costeras, por lo que el criterio no aplica.
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales 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.	No se alterará el perfil de la costa ni los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, debido a la distancia del proyecto en comparación a la línea de costa, y a la distancia y cantidad de sedimento que viaja dentro del sistema ambiental propuesto, impidiendo interrumpir con las condiciones actuales de corrientes.
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.	No se alterará el perfil de la costa ni los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, debido a la distancia del proyecto en comparación a la línea de costa, y a la distancia y cantidad de sedimento que viaja dentro del sistema ambiental propuesto,

		impidiendo interrumpir con las condiciones actuales de corrientes.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	No se modificara los perfiles de suelo actuales, en el sentido que no se realizaran actividades de dragado o aplanado del sitio, debido a que sus atributos actuales son los requeridos para realizar la instalación de los arrecifes artificiales.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Por su distancia, el proyecto no afectara las playas y/o dunas costeras. Por lo que estas conservaran sus atributos naturales. Asimismo, el sistema ambiental relacionado al sitio de proyecto no se verá negativamente afectado debido al diseño, dimensión y tipo de material de los arrecifes artificiales, que permiten mantener las condiciones naturales.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se desarrollara infraestructura que requiera energía eléctrica.
A034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se desarrollara infraestructura que requiera energía eléctrica.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se desarrollara infraestructura que requiera energía eléctrica.
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 presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se desarrollara infraestructura que requiera energía eléctrica.

A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se utilizarán agroquímicos sintéticos o mejoradores orgánicos, antes, durante o después del proyecto.
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 interés social de desarrollar el proyecto recae en la necesidad básica de mejorar la calidad de vida de los pescadores y comunidad local que viven del recurso marino y sus derivados turísticos, por lo que el objetivo de aumentar la incidencia y número de organismos marinos en la zona (además de aumentar los sitios de pesca) es la solución prioritaria de los pobladores. Así también, la cooperativa, interesada en obtener autorización para dicha actividad, se caracteriza por realizar pesca con técnicas tradicionales de impacto ambiental reducido y consecuente al giro de conservación y protección que se mantiene en la ANP. Por lo que el cambio de actividad significa una inversión económica, de tiempo y esfuerzo que no puede realizarse debido a la problemática actual de inestabilidad económica, escasez de insumos para mantener organismos acuáticos en cautiverio o engorda, y falta de capacitación para desarrollar acuicultura en la Isla Holbox. En este sentido, la acuicultura no será económicamente viable para muchas familias, el conseguir los materiales necesarios para producir requeriría de transporte a larga distancia que aumentaría la huella de carbono, y el tratamiento de las aguas residuales posterior a la engorda del producto acuícola sería una mayor problemática para los pescadores.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	El criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial,	El criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto.

	especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	La comunidad está interesada en fortalecer las actividades de pesca ribereña, por lo que no podrá solventar económicamente el impulso de pesca oceánica.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto.
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de producción comercial de harinas y complementos nutricionales.
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 criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	El criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto.
A048	Contribuir a 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 criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus</i>

		<i>angus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de construcción para infraestructura portuaria.
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.	De ser solicitado, la promovente participará en el Desarrollo de programas rurales para su optimización en la región.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de construcción de caminos de ningún tipo.
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.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de uso de tierra para agricultura.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades productivas extensivas
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El aumento de biomasa de los recursos marinos posterior a la instalación de los Arrecifes Artificiales es gradual y no requiere de métodos externos para producirse. Debido a esto se considera que el método a implementar es intensivo, gradual y natural, cumpliendo lo señalado en el presente criterio.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No se realizarán actividades agropecuarias, por lo que el presente criterio no aplica.

A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de uso de tierra para agricultura / cultivos.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se establecerán zonas urbanas.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades que identifiquen zonas de riesgo, y posteriormente, alerten a la población en peligro.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto, en búsqueda de la cooperación de las autoridades de la CONANP y académicas.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidro-meteorológicos extremos.	La promovente no tiene las capacitaciones respectivas para producir el mejoramiento de sistemas técnicos meteorológicos, por lo que no podrá participar en el desarrollo de alertas tempranas ante eventos hidro-meteorológicos extremos.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de construcción de viviendas y/o infraestructura social y comunitaria.

A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto no desarrollara residuos peligrosos, por lo que el criterio no aplica a los objetivos y capacidades del proyecto y promovente.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se instalaran plantas de tratamiento de aguas residuales.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizaran actividades de construcción de viviendas o plantas de tratamiento de aguas residuales.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se instalaran o realizaran actividades de manejo o mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	No se generarán aguas residuales por lo que no se requiere de desarrollar un plan de tratamiento de las mismas.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	No se desarrollaran estructuras en terrenos terrestres, por lo que no se ocupara un sitio alguno donde se pueda instalar instrumentos de captación de agua pluvial.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su	El presente proyecto no ocasionará residuos sólidos, peligrosos y/o de manejo especial antes,

	impacto ambiental en el mar y zona costera.	durante y después de su instalación, por lo que el presente criterio no es aplicable. Sin embargo, la cooperativa establece talleres informativos para comunicar a los pescadores y público interesado, la importancia de reducir los residuos sólidos y el impacto generado de no atender esta problemática.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	El presente proyecto no ocasionará residuos sólidos, peligrosos y/o de manejo especial antes, durante y después de su instalación, por lo que el presente criterio no es aplicable. Sin embargo, la cooperativa establece talleres informativos para comunicar a los pescadores y público interesado, la importancia de reducir los residuos sólidos y el impacto generado de no atender esta problemática.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El presente proyecto no ocasionará residuos sólidos, peligrosos y/o de manejo especial antes, durante y después de su instalación, por lo que el presente criterio no es aplicable. Sin embargo, la cooperativa establece talleres informativos para comunicar a los pescadores y público interesado, la importancia de reducir los residuos sólidos y el impacto generado de no atender esta problemática.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El criterio está relacionado con uno de los objetivos del proyecto. Debido a que se realizarán actividades turísticas durante la etapa productiva del arrecife artificial, para reducir el estrés que tienen los sistemas naturales en la Isla.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de	El criterio es uno de los objetivos del proyecto. Por lo que tomara parte en la etapa de seguimiento del proyecto. De presentarse certificaciones válidas para quienes se beneficiaran del arrecife artificial

	certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	de forma directa, se les informara y se mantendrán archivo de su participación.
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.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se construirá, modernizara o ampliara la infraestructura portuaria.
A078	Promover las medidas necesarias para que el mantenimiento y/o modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de las formaciones coralinas y la perturbación de las especies arrecifales de vida silvestre.	No se realizaran actividades de modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, por lo que el criterio no aplica.
A079	Promover las acciones necesarias para que el mantenimiento y/o ampliación de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades de marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	No se realizaran actividades de modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, por lo que el criterio no aplica.

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe: Inicia en el límite internacional México-Belice y termina en el norte sobre el extremo occidente de la Isla de Holbox. Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa en la zona del Mar Caribe es un espacio que presenta una intensidad de uso turístico mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento un conjunto

extra de criterios que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

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

CLAVE	CRITERIO DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	VINCULACION
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	No se construirán infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones, toda vez que el sitio descrito para desarrollar las actividades es un área de blanquiales.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	No se realizarán actividades sobre pastos marinos, evitándose la afectación y pérdida de la cobertura vegetal. El sitio de proyecto es un área de blanquiales, por lo que no se observan pastos marinos.
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No se realizarán actividades de pesca que consistan en la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles. De existir necesidad de realizar una captura para investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, se remitirá un documento con dicha petición y justificación de la actividad a desarrollar, a las autoridades pertinentes.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a	El presente proyecto se considera un punto de anclaje de especies coralinas, por lo que se ha desarrollado un estudio de las propiedades ambientales para desarrollar con éxito el proyecto y

	estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	aumentar las áreas de cobertura coralina en la región.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	El presente proyecto tiene como objetivo la instalación de un arrecife artificial que promueva el desarrollo de cobertura coralina, y se convierta en hábitat de diversas creaturas marinas, principalmente la langosta del caribe (<i>Panulirus argus</i>). Por lo que no se realizarán actividades de recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en zona arrecifales y otro ecosistema representativo, debido a que el área de estudio se caracteriza por una zona de blanquiales.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	No se realizará una estructura promotora de playa.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	No se realizarán actividades de vertimiento de hidrocarburos o productos químicos antes, durante o después del proyecto.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El presente criterio será acatado por la promovente, y será parte del reglamento para desarrollar actividades en el sitio de proyecto.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los	Debido a la distancia del proyecto con referencia a arrecifes naturales del área, el proyecto no tendrá influencia sobre de ellos o de su zona de influencia. Asimismo, el objetivo del proyecto es reducir la presencia de personas en las áreas productivas naturales de la región,

	arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	por lo que permitirá preservar los sitios naturales cercanos.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	Durante los talleres informativos que se impartirán a la promovente y público interesado, se dará información sobre cómo prevenir contaminar y/o deteriorar el mar.
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No se realizarán actividades de canalización y/o dragado,
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	No se realizarán muelles de gran tamaño, por lo que el presente criterio no aplica.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El presente criterio será acatado por la promovente, y será parte del reglamento para desarrollar actividades en el sitio de proyecto.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos	El objetivo del proyecto propone el aumento de biomasa en mares por la inclusión de arrecifes artificiales, lo cual es un tema importante para la comunidad y su ecología. Esta es la forma en la que la promovente propone alternativas sustentables para la disminución de estrés en regiones

	metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	naturales, y permitir la continuidad en el desarrollo económico de la población.
--	--	---

3.3 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

El sitio de proyecto se ubica totalmente dentro del Área Natural Protegida (ANP) de Yum Balam. Establecida el 6 de Junio de 1994 por Decreto Presidencial, con una extensión territorial de 154,052 ha de las cuales aproximadamente el 60 % lo constituyen ambientes marinos y el 40 % ambientes costeros y terrestres. Se localiza en el extremo norte del Municipio de Lázaro Cárdenas, colindando al este con el Municipio de Isla Mujeres, al oeste con el Municipio de Tizimin y al norte con el Golfo de México.

Hay una sola carretera pavimentada que comunica desde el poblado de Kantunilkin hasta Chiquilá, la cual se conecta con el transporte marítimo (ferri) que comunica a Chiquilá con la Isla de Holbox. La zona de influencia del Área de Protección Yum Balam incluye al oeste la zona que colinda con el límite con el estado de Yucatán hasta el sur con la carretera (autopista) de Ideal hasta Cancún, en el este el Municipio de Isla Mujeres hasta Isla Contoy e Isla Blanca y al norte el Golfo de México.

El decreto por el que se declara como Área natural protegida, con carácter de área de protección de flora y fauna, la región conocida como Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo (06 de Junio de 1994) señala:

Artículo 11. *El aprovechamiento de flora y fauna silvestres dentro del Área de Protección, deberá realizarse atendiendo a las restricciones ecológicas contenidas en el programa de manejo, a las normas oficiales mexicanas, al calendario cinegético y demás disposiciones jurídicas aplicables.*

Vinculación: Al tiempo de realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, no se encuentra decretado el Programa de Manejo de ANP Yum Balam en el Diario Oficial de la Federación. Sin embargo, el Plan de manejo esta elabora y se encuentra en consulta pública a través del sitio web de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

Artículo 12. *El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el Área de Protección, se regularán por las disposiciones jurídicas aplicables en la materia y se sujetarán a:*

I. Las normas oficiales mexicanas para la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna acuáticas y de su hábitat, así como las destinadas a evitar la contaminación de las aguas;

II. Las políticas y restricciones para la protección de las especies acuáticas que se establezcan en el programa de manejo del Área de Protección, y

III. Los convenios de concertación de acciones de protección de los ecosistemas acuáticos que se celebren con los sectores productivos, las comunidades de la región e instituciones académicas y de investigación.

Vinculación: las disposiciones jurídicas aplicables, se describen establecen y vinculan con el proyecto en el presente capítulo de la Manifestación de Impacto Ambiental. En la vinculación con la normativa aplicable, se busca regular las actividades a desarrollar antes, durante y después de la realización del proyecto. En conformidad de los objetivos de conservación y protección del ANP, y la necesidad de desarrollar alternativas de actividades económicas sustentables.

Artículo 13. *Dentro del Área de Protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto; verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes.*

Vinculación: El proyecto no cambiara las condiciones naturales de corrientes o transporte de litoral, debido a sus dimensiones, diseño, tipo de material y posicionamiento propuesto.

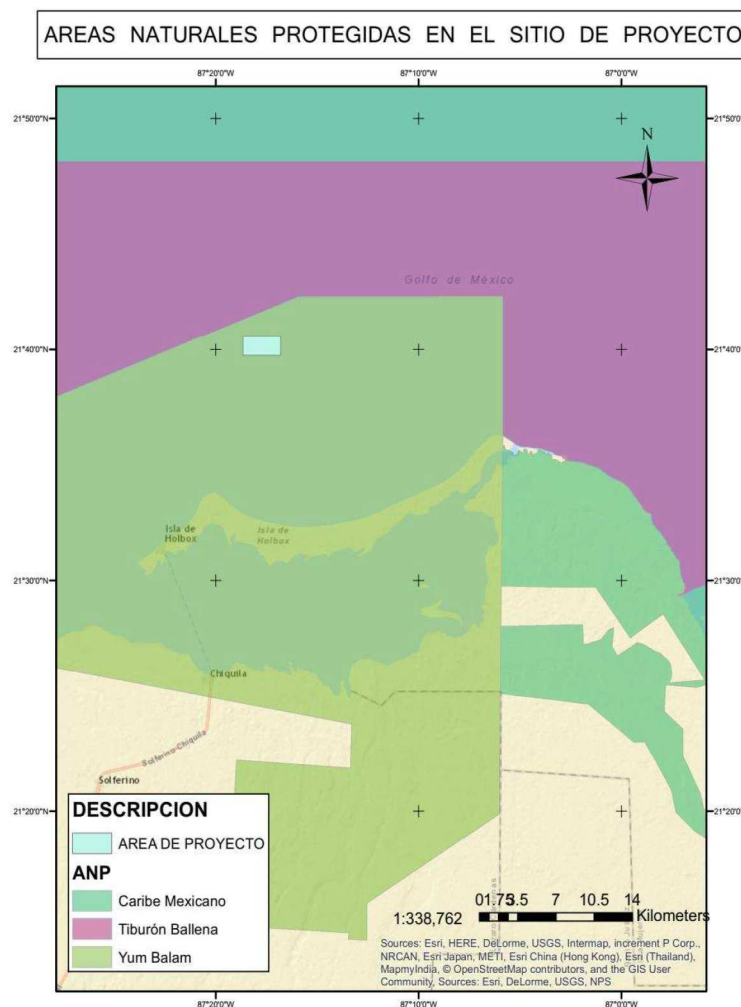


Fig 8. Áreas Naturales Protegidas en relación al área de estudio.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-044-SEMARNAT-1993 - Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.

Vinculación: Se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos. La maquinaria deberá mantenerse en buen estado y evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.

NOM-080-ECOL-1994 - Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Vinculación: el horario de uso y operación de embarcaciones y maquinaria será de lunes a viernes de 8 a 17 hrs. Los sábados de 8 a 14 horas y los domingos y días festivos de acuerdo a la Ley Federal del trabajo no serán laborables. Esta medida es aplicable en todas las fases del proyecto.

NOM-059-SEMARNAT-2010 - Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Vinculación: Se atenderá esta norma toda vez que el proyecto se encuentra en el área de distribución de algunas especies de flora y fauna sujetas a alguna categoría de protección, especialmente las tortugas marinas. Sin embargo, el sistema ambiental no cuenta con refugios o comunidades que permitan denominar al área como un sistema complejo.

3.5 Regiones prioritarias.

3.5.1 REGION MARINA PRIORITARIA # 62 - DZILAM-CONTOY

Estado(s): Yucatán-Quintana Roo Extensión: 31 143 km²

Polígono: Latitud. 22°50'24" a 21°5'24" Y Longitud. 88°52'48" a 86°31'12"

Clima: cálido semiárido a subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-26°C. Ocurren huracanes, tormentas tropicales, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias.

Descripción: playas, dunas, marismas, petenes, arrecifes.

Oceanografía: afloramientos; corriente de Yucatán. Hay aporte de agua dulce por ríos subterráneos y lagunas.

Biodiversidad: zona de transición entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe; plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismos de plantas (*Mammillaria* sp, *Coccothrinax readii*, *Echites yucatanensis*, *Hylacereus undatus*, *Krugiodendrum jeneum*, *Nopalía gaumerii*) y moluscos (*Octopus maya*). Es zona migratoria, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos (langosta y camarón) y peces.

Aspectos económicos: pesca muy activa, organizada en cooperativas, industrial, cultivos y libres; se explotan moluscos (pulpo), peces (escribano, escama), camarón y langosta. Zonas turísticas pequeñas pero de relevancia (turismo de alto impacto y ecoturismo).

Problemática:

- Modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.
- Contaminación: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga.
- Uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

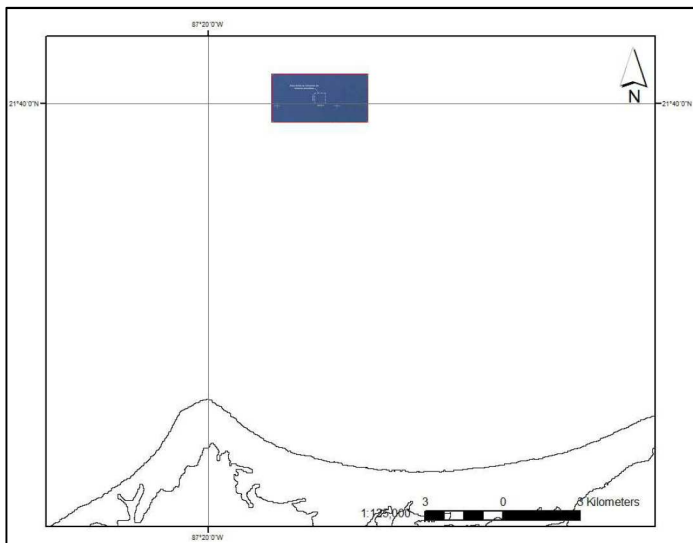
Conservación: probablemente exista un CAB (Centro de Actividad Biológica) en esta zona. Es de importancia ecológica por presentar ecosistemas de sostenimiento para muchos organismos. Incluye dos reservas: Ría Lagartos y Yum-Balam.

Grupos e instituciones: IPN (Cinvestav), INP (CRIP-Yucalpetén, CRIP-Pto. Morelos), Ecosur, Grupo Comunitario de Holbox, Amigos de Sian Ka'an.

Vinculación: en relación a la problemática establecida para esta región, no se realizarán actividades como las descritas en modificación del entorno. Las embarcaciones pesqueras buscarán mantener sus estándares de calidad en cuanto a la limpieza de sus motores para reducir la dispersión de residuos por combustión y líquidos. Finalmente, sobre el uso de recursos y la finalidad el proyecto permitirá el incremento en plataformas de fijación de organismos sésiles, que aumente la complejidad paisajística y la vida alrededor de los mismos para poder formar parte de la cadena productiva pero sustentable de la comunidad.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1 Delimitación del área de estudio



El sitio de proyecto denominado “Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*) en Isla Holbox, Quintana Roo”, se ubica a 17 km (9 millas náuticas) de la costa de la localidad de Holbox en dirección Noreste, y ocupa una superficie de 5,120,000.00 m².

La zona terrestre inmediata al sitio de interés es Holbox, parte del municipio de Lázaro Cárdenas; el cual es una isla con una superficie

de 42 km de largo y 2 km de ancho, localizada en el extremo norte del estado de Quintana Roo a 10 kilómetros de la plataforma continental. Entre la isla y el Estado de Quintana Roo, se encuentra formada la Laguna Yalahau, siendo parte del **Área Natural Protegida de Yum Balam**, creada por decreto Federal en 1994. Para acceder se emplea el ferry o lancha saliendo del muelle en Chiquila. Existen además, avionetas que parten de Cancún y Playa del Carmen hacia Holbox.

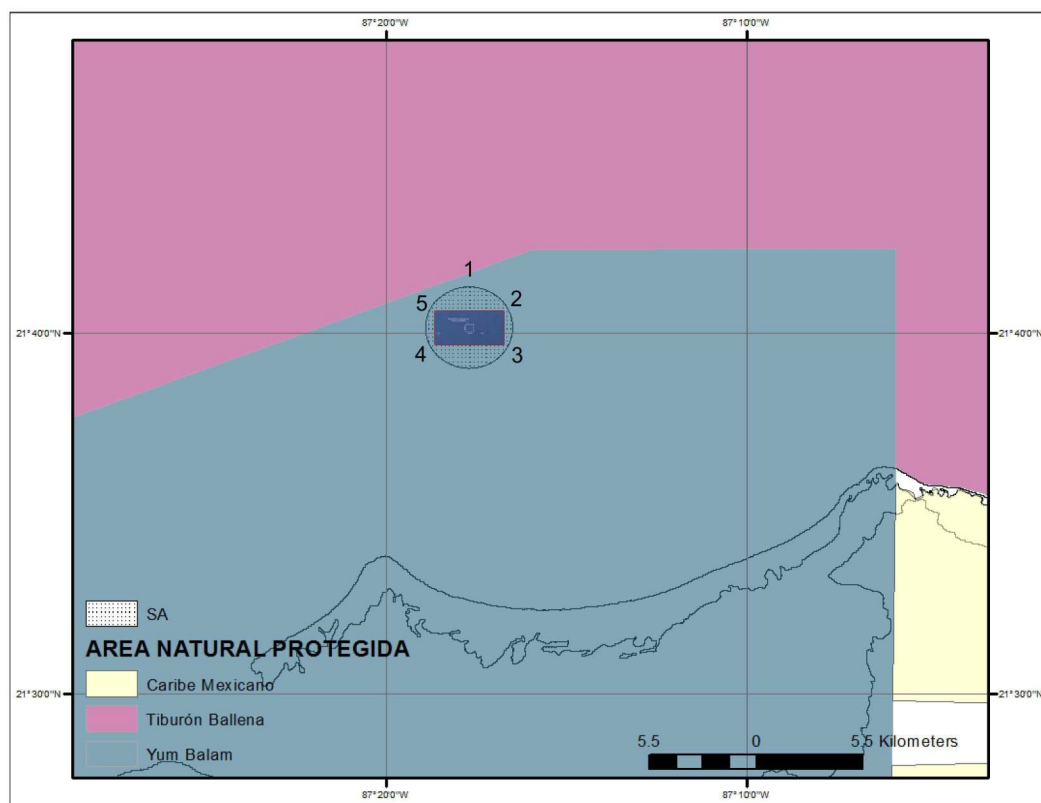
4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

La Isla Holbox, perteneciente al municipio Lázaro Cárdenas, del Estado de Quintana Roo, no cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico, Plan de Manejo del Área Natural Protegida “Yum Balam” o un Plan de Desarrollo Urbano. La vialidad normativa del proyecto se vincula al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, al Decreto del Área Natural Protegida “Yum Balam”, conocido también como sitio Ramsar y parte de la Región Marina Prioritaria No. 62 Dzilam-Contoy.

Dicha información permite conocer los principios básicos de importancia ambiental que la región ostenta, sin embargo, la extensión de dichas categorías no representa el sistema ambiental que se verá modificado por la ocurrencia de la instalación del proyecto. Dicha etapa es la que requiere un manejo óptimo y preciso de las unidades de arrecifes artificiales y su correcta instalación para reducir el impacto ambiental por movimiento de sedimentos.

Por lo anterior, el sistema ambiental se caracteriza con 4 km de diámetro, contemplando el movimiento que ocasionan las corrientes a los sedimentos, el volumen de sedimentos que pudiera ser consecuencia de las acciones de instalación, la dirección y la velocidad con la

que los sedimentos se mueven. Las características como el relieve, calidad de agua, temperatura, presencia y tipo vegetación y fauna, se tomaron en cuenta al delimitar el sistema ambiental. Aunque, la modificación accidental de estas características solo es consecuencia de una mala técnica de instalación de las unidades de arrecifes artificiales, por lo que la delimitación utiliza como prioridad este parámetro.



ID	COORDENADAS DEL SISTEMA AMBIENTAL (UTM)	
	X	Y
1	469248.94	2398341.99
2	471322.12	2397122.06
3	471266.20	2395376.49
4	467541.59	2395302.92
5	467544.42	2397127.95

Fig 9. Localización del sitio de proyecto (rectángulo azul con marco rojo), y el sistema ambiental (SA / como un círculo con puntos).

4.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

Para la Isla de Holbox el tipo de *clima* es Aw0 (x') que corresponde a los más secos de los sub húmedos, donde la *temperatura* media anual es de 22 a 26 °C, y la *precipitación* pluvial

promedio anual es 800 a 1,500 mm. La región se caracteriza por tres estaciones: *secas*, de marzo a mayo, con baja precipitación (0-60mm); *lluvias*, de junio a octubre, con alta precipitación (>500mm); y *nortes*, de noviembre a enero, con precipitación moderada (20-50mm), vientos fuertes (50-90km/h) y bajas temperaturas (<22 °C).

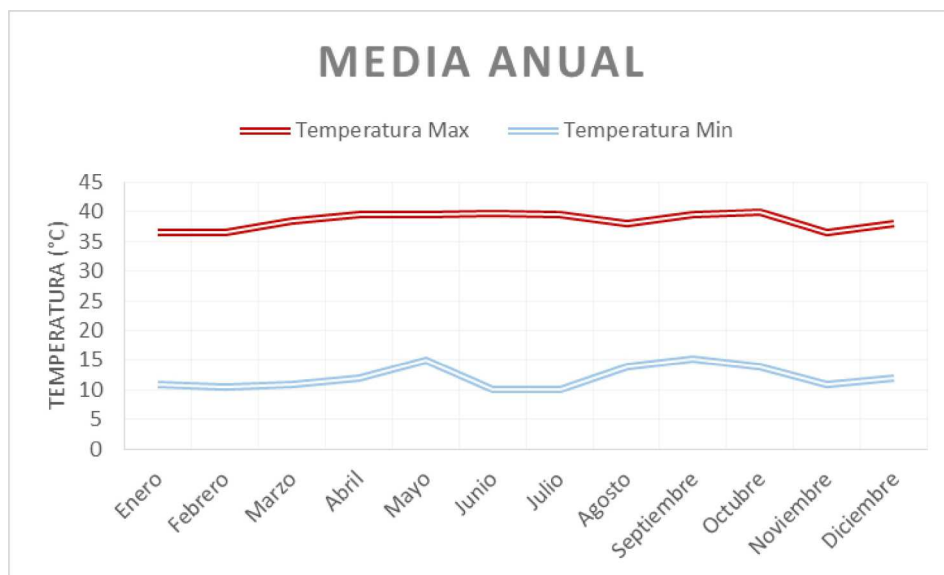


Fig 10. Media anual de temperaturas reportadas mensualmente en la localidad de Holbox, Quintana Roo.

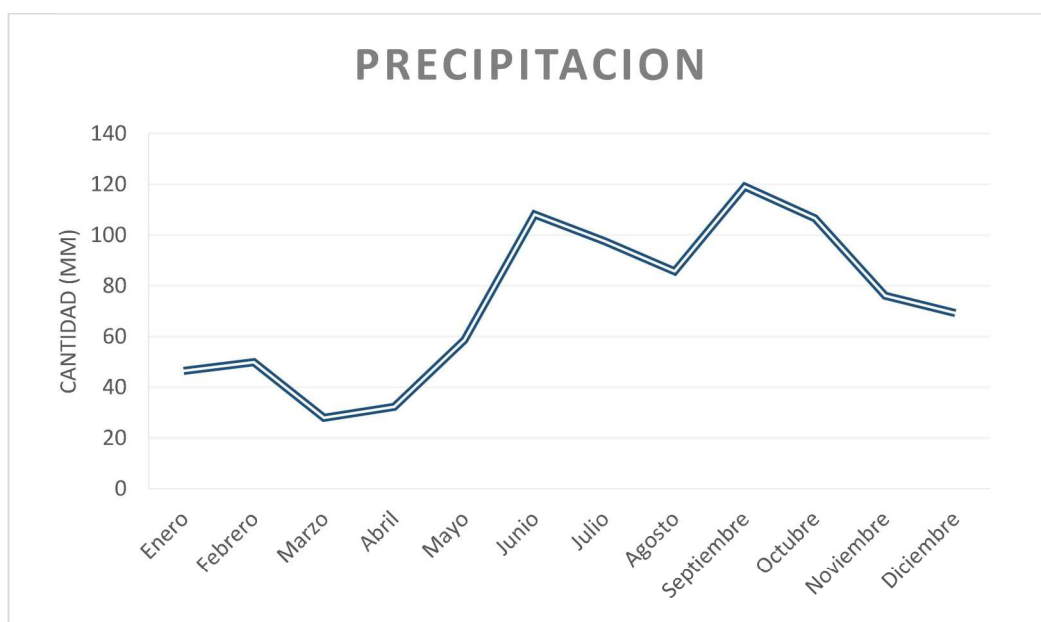


Fig 11. Media anual de precipitación reportada mensualmente en la localidad de Holbox, Quintana Roo.

La **evaporación** potencial media anual es de 17,336.7 mm, con una variación mensual entre 104.9 mm en diciembre, y 192.9 mm en el de mayo. La cantidad de evapotranspiración real media anual es similar a la precipitación y varía en igual dirección. Sin embargo, la variación en el déficit de agua va de 200 a 800 mm en dirección Sureste a Noreste (INEGI, 2000).

Fenómenos climatológicos

La región es propicia a ciclones tropicales, los cuales se caracterizan por ser masas de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la presión que existe en su centro o a la velocidad de sus vientos. Se les denomina depresión tropical (presión de 1,008 a 1,005 mb o velocidad de los vientos menor que 63 km/h), tormenta tropical (presión de 1,004 a 985 mb o velocidad del viento entre 63 y 118 km/h) y huracán (presión menor que 984 mb o velocidad del viento mayor que 119 km/h).

En el Océano Atlántico se han generado 497 eventos ciclónicos durante los últimos 25 años, de los cuales 13 han afectado directamente la zona norte de Quintana Roo, donde se sitúa el sitio de estudio. Con mayor proximidad al sitio, se registraron 2 huracanes de grandes magnitudes y devastación, correspondiendo a **Gilberto** en 1988 y **Wilma** en 2005.

Tabla 6. Archivo de los huracanes de mayor fuerza registrados para el Estado de Q. R.

NOMBRE	FECHA	VIENTOS MÁX.	TRAYECTORIA	NOMBRE	FECHA	VIENTOS MÁX.	TRAYECTORIA
Janet	1955	320 km/hr	ESE	Roxanne	1995	185 km/hr	ESE
Hilda	1955	-	ESE	Dolly	1996	140 km/hr	ENW
Beulah	1967	-	ESE	Katrina	1999	100 km/hr	SEW
Carla	1971	250 km/hr	ENW	Isidore	2002	230 km/hr	--
Carmen	1974	-	ESE	Emily	2005	215 Km/hr	WNW
Gilberto	1988	324 km/hr	ENW	Wilma	2005	280 Km/hr	NNE
Dean	2007	260 Km/hr	OE	Karl	2010	185 Km/hr	--
Ernesto	2012	140 km/hr	--				

Fuente: SEMARNAP-CNA. SMN CENAPRED.

Algunas fotografías aéreas e imágenes de satélite de los efectos del huracán Wilma del año 2005 reflejan el alto riesgo de la instalación de infraestructura en particular en las islas de barrera y cayos de la costa norte de Quintana Roo. Un paulatino aumento del nivel del mar se relaciona con la formación de las islas de barrera o cayos y éstas pueden migrar conforme a la disponibilidad de sedimentos y corrientes marinas. Si el nivel del mar aumenta

rápidamente la barrera preexistente se inunda y se da lugar a una plataforma poco profunda. Una rápida disminución del nivel del mar causa la erosión de la barrera.

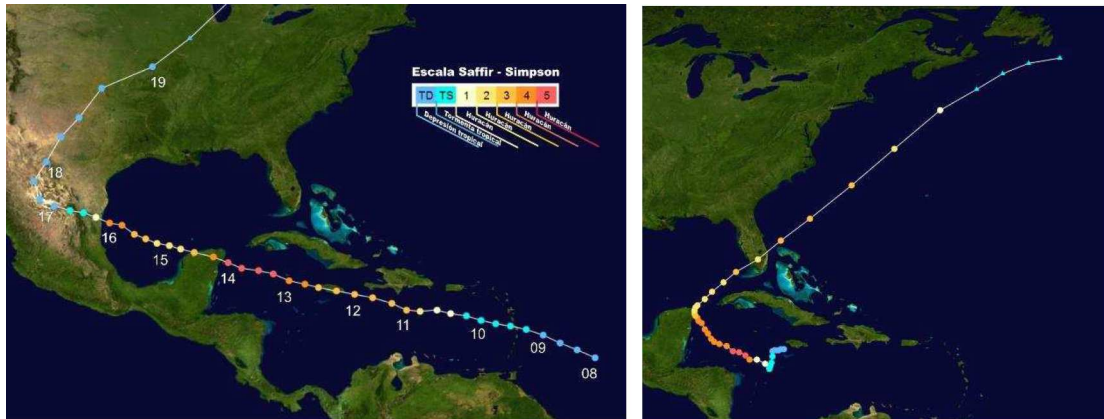


Fig 12. Trayectoria de los huracanes Gilberto y Wilma (izq a derecha): los colores y números representan la escala de Saffir – Simpson para definir el tipo de ciclón tropical.

Ante este panorama, cabe resaltar que estas islas de barrera, como Holbox e Isla Blanca, son sistemas dinámicos que responden a cambios del nivel del mar y a los cambios en cuanto a disponibilidad de sedimentos. Entre las consecuencias de los fenómenos hidrometeorológicos extremos sobre la población de Holbox, se observa el depósito de un volumen considerable de agua, causando inundación en la Isla que naturalmente se infiltra a través de la losa cárstica que forma el basamento de toda la Península, incorporándose al acuífero subterráneo.

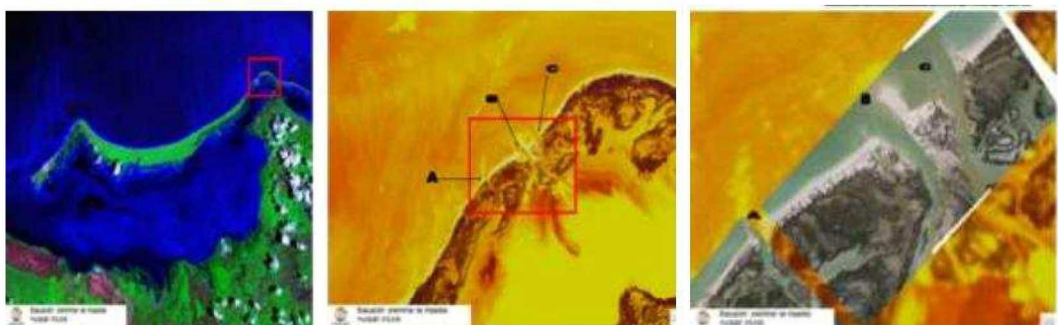


Fig 13. Impactos del huracán Wilma, rompimiento de barrera, apertura, inundación y ensanchamiento de canales (CONANP, 2000).

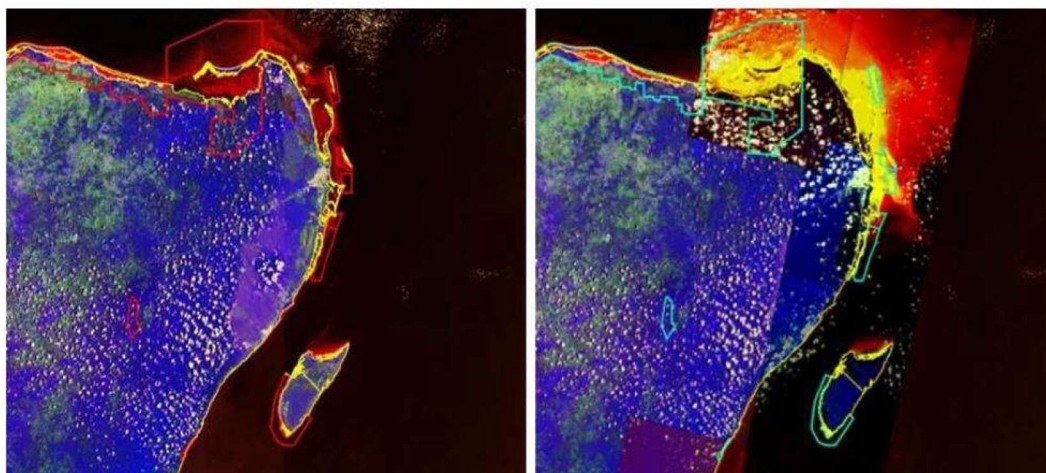


Fig 14. Suspensión de sedimentos antes y días después del Huracán Wilma (CONANP, 2000).

Vientos

En el sistema ambiental, los vientos alisios predominan durante todo el año. Esto es debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año.

En los meses de enero a mayo, los vientos tienen una dirección de Este a Sureste con una velocidad media de 3.2 m/seg. Los vientos de junio a septiembre ocurren en dirección Este, aumentando la velocidad a 3.5 m/seg. Los dos últimos meses del año la dirección del viento cambia hacia el Norte con velocidades de 2 m/seg.

Las velocidades mínimas reportadas para las corrientes provenientes del Este son de 1.1 m/s, y máximas de 17.4 m/s con dirección Norte-Noreste, al noroeste con velocidades medias de 2.5 m/s y velocidades máximas de 18.5 m/s dirección SE (CIFSA 1992).



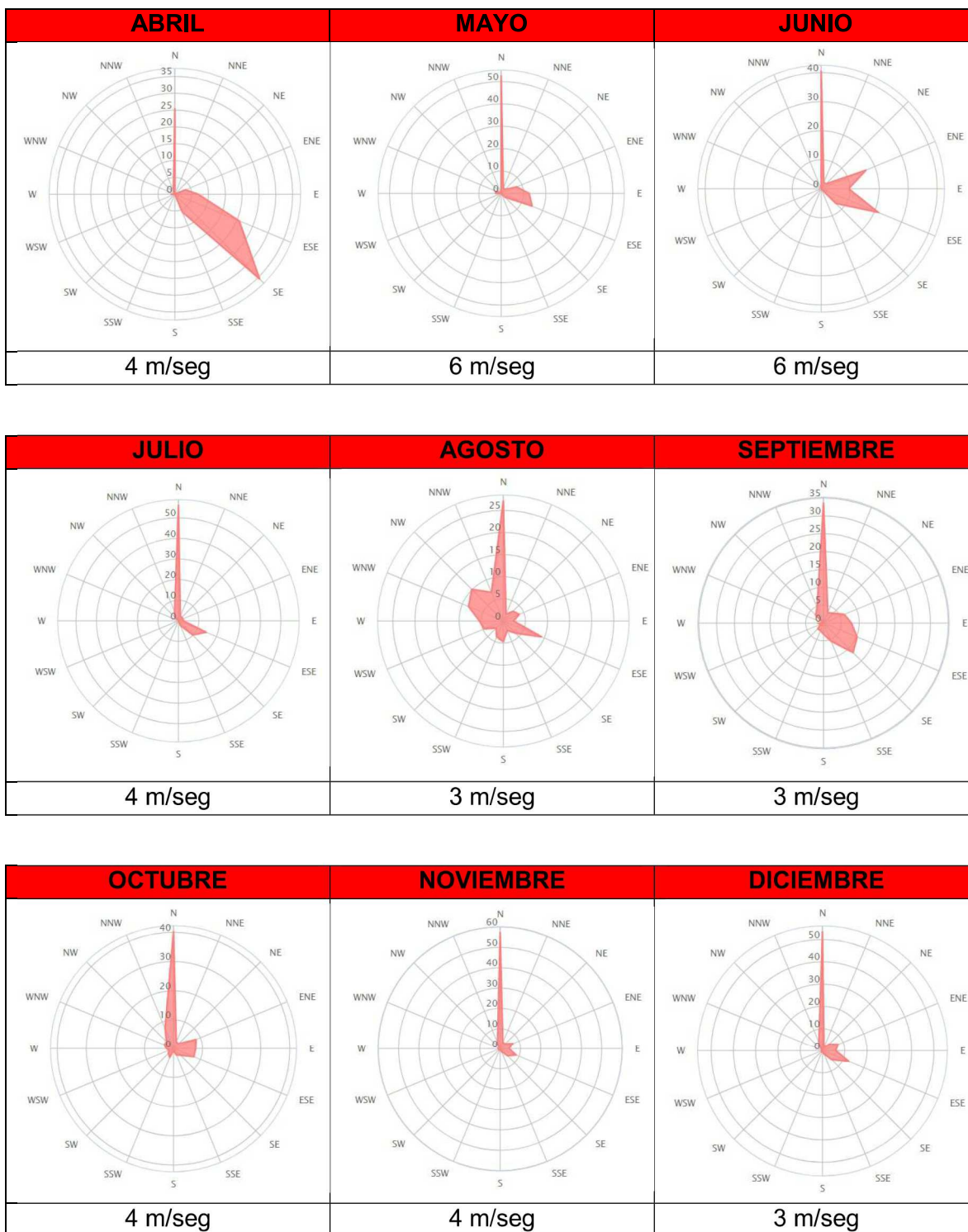


Fig 15. Cambios de dirección en el viento que influye el sistema ambiental durante el año (Windfinder, 2017).

Tabla 7. Historial de las medias en velocidad y frecuencia de dirección en diferentes años para Isla de Holbox.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Velocidad (mph)	12	8	10	8	15	15	7	12
Dirección	NNE	WNW	ENE	ESE	SW	ENE	SW	SE

La influencia de los vientos sobre las aguas superficiales del sistema ambiental, produce la mezcla de las capas superiores y la dilución de las aguas cálidas y salinas caribeñas acarreadas por los anillos de la Corriente del Lazo hasta convertirse en agua común del Golfo. La dinámica de estos procesos resulta importante para la construcción, el mantenimiento y la destrucción de bancos arenosos, islas de barrera y penínsulas que bordean al Golfo de México.

b) Geología y geomorfología

El sistema ambiental se ubica en la cuenca del Golfo de México. El Golfo de México se originó en el Triásico Tardío (ca. 220 Ma) con el rompimiento de la Pangea y la separación de las placas Norteamericana, Sudamericana y Africana. La actividad inicial (del Triásico Tardío hasta el Jurásico Medio) se caracterizó por la presencia de regiones de subsidencia, donde las cuencas fueron rellenadas después de su hundimiento, por capas espesas de rocas volcánicas y sedimentos terrígenos no marinos como lo fueron los “lechos rojos”.

Durante la fase inicial del *rift* Jurásico, un fallamiento activo fue el responsable de la subsidencia a lo largo de una tendencia predominantemente NW-SE. Desde el punto de vista sedimentológico, este episodio se caracterizó por el depósito de sedimentos arenosos fluviales y eólicos. Durante el Jurásico Medio el Proto-Golfo de México estuvo dominado por el depósito de grandes espesores de evaporíticas, debido a las condiciones marinas restringidas y clima caluroso.

Por otro lado, cantidades considerables de sales fueron depositándose en las cuencas marginales (graben) del Golfo de México que se fueron separando del mar abierto durante el Jurásico Medio. Desde el Jurásico Tardío, el sur del Golfo de México se caracterizó por el depósito de sedimentos clásticos en una plataforma externa o cuenca poco profunda.

Durante el Cretácico, el ambiente sedimentario cambió a una plataforma carbonatada y predominó el depósito de carbonatos, dolomitas y lutitas. La reducción de tasas de sepultamiento puede atribuirse a la declinación de la fase de la subsidencia termal. El periodo del Paleoceno estuvo marcado por el depósito de brechas calcáreas (dolomíticas). El impacto de un meteorito de más de 10 kilómetros de diámetro hacia la paleo-plataforma de Yucatán (Chicxulub) al final del Cretácico (Grajales *et al.*, 2000), se advierte ahora como la explicación para la existencia de estas brechas, extendidas en una gran área durante el Paleoceno.

Las principales rocas generadoras de la región son calcáreas y arcillosas, la mayoría de ellas presenta laminación horizontal. De acuerdo con los datos estratigráficos, sedimentológicos y paleontológicos, el depósito ocurrió en una plataforma carbonatada tipo rampa, con algunos intervalos de gran aporte de terrígenos de grano fino, la cual era la continuación occidental de la plataforma marina de Yucatán. En esta plataforma había algunas depresiones profundas que restringían la circulación de las aguas y por tanto, se facilitaban las condiciones de anoxia y reducción. Una particularidad del área es su topografía casi plana, con altitudes que apenas rebasan los 30 m.

En la Isla de Holbox existe una serie de fracturas ubicada inmediatamente al sur de la Laguna Conil (Tulaczyk *et al.* 1993), a manera de zanjas o corredores de disolución. Estas fallas son de forma alargada y están orientadas en dirección norte-sur, miden hasta casi 40 km de largo, son estrechas y poco profundas, por lo que mantienen cuerpos de agua casi todo el tiempo (Weidie 1985, Southworth 1985). La combinación de flujos de diferentes cuerpos de agua y la laguna, en un área cárstica con flujos subterráneos, hace que esta zona constituya un área de acuíferos muy importante para el noreste de Quintana Roo.

c) Suelos

Los suelos de la región son, en general, delgados, pedregosos y con poca materia orgánica. Predominan las asociaciones de litosoles y rendzinas, que corresponden en la clasificación maya a los suelos tipo tzekel. Son también importantes los de gley (akalché), que se desarrollan en suelos inundados y los luvisoles (kankab), que son suelos rojos de mediana profundidad y con excesivo drenaje. En Chiquila y Holbox, se presentan suelos bajo gran influencia marina, con presencia de suelos salinos (Solonchaks) y suelos de reciente formación (Regosoles).

d) Hidrología superficial y subterránea

El norte de la Península de Yucatán, incluyendo la región terrestre de Yum Balam, no tiene escurrimientos superficiales, ya que el agua de lluvia y de condensación percola a través de la roca caliza permeable, formándose un manto freático muy cerca de la superficie que fluye subterráneamente hacia el mar. Estas corrientes subterráneas ocasionalmente disuelven la caliza dando lugar a los denominados cenotes (López-Ramos 1983).

Estas condiciones han generado la existencia de una red hidrológica subterránea en el manto freático, de poca profundidad, que en ocasiones surge como fuentes de agua dulce tanto en la plataforma costera como en el fondo marino (ITESM 1992). El promedio de descargas de agua dulce hacia el mar desde la Península ha sido estimada en 8.6 millones de metros cúbicos por año por kilómetro de costa (Back 1985).

La costa de la Península se encuentra en medio de dos regiones hidrológicas significativas, que son el Golfo de México y el Mar Caribe. Ambas regiones están comunicadas por el Canal de Yucatán, que mide 196 km de ancho y llega hasta 2,000 m de profundidad. Este

canal, en conjunto con la circulación general del Golfo de México, tiene influencia directa en los patrones de circulación de las corrientes de la plataforma continental.

Asimismo, cantidades importantes de recurso hídrico marino proviene del océano Atlántico, el cual choca con la región del Caribe, generando la Corriente de Yucatán. Dicha corriente se ubica en profundidades de 150 y 200 m, a una temperatura de 23 C y una salinidad de 36.8 ppm. Bajo algunas circunstancias, la masa de agua se levanta por el talud continental e inunda la plataforma yucateca, donde se dispersa por el fondo debido a su alta densidad. Es probable que el agua aflore a la superficie favoreciendo la productividad biológica. Este proceso de surgencia ocurre principalmente en Cabo Catoche y la región noreste de la península, y es de importancia para la dispersión de organismos a lo largo del litoral yucateco.

Las características hidrológicas del sistema ambiental se describen en el siguiente inciso como aspectos marítimos.

e) Aspectos marítimos

BATIMETRÍA

La batimetría de la Plataforma de la Península de Yucatán revela profundidades promedio entre los 100 y los 200 metros. En el Estado se identifica la isóbata de 1,000 m de profundidad en una franja que corre aproximadamente al este de la Isla Cozumel, actualmente protegida bajo la categoría Área de Protección de Flora y Fauna y del Banco Arrowsmith (Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System–GCOOS, 2014).

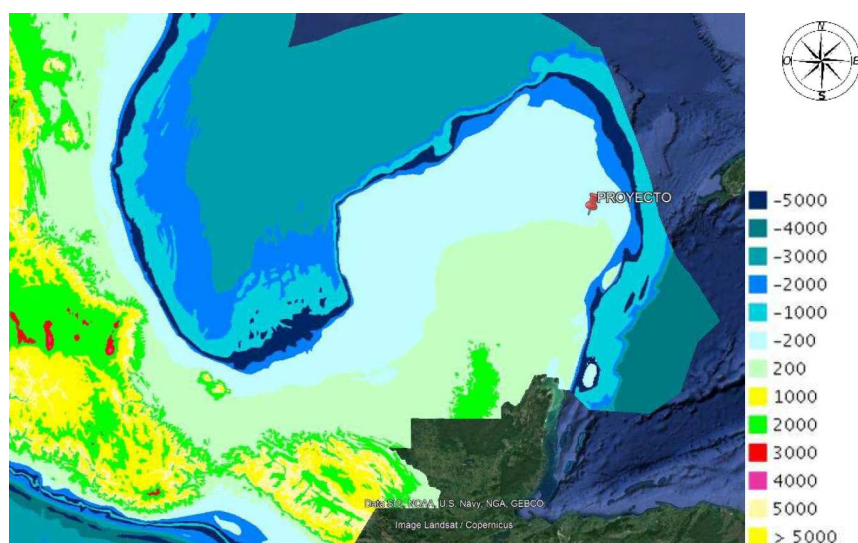


Fig 16. Mapa de medidas hipsométricas y batimétricas en metros (CONABIO, 2000).

En la región sur de Yum Balam se encuentra la Laguna Yalahau, que se localiza al noreste de la Península de Yucatán y tiene una extensión de 275 km² (Fig 17). Yalahau se caracteriza por presentar estrechas áreas someras sobre su margen interno (profundidad media de 2 m) con praderas de pastos marinos. Hacia su parte central el fondo es arenoso con una mezcla de diversas macrófitas alcanzado una profundidad de 3 a 4 m, en tanto la zona interna presenta un fondo lodoso carente de pastos marinos (Ordóñez & García, 2015).

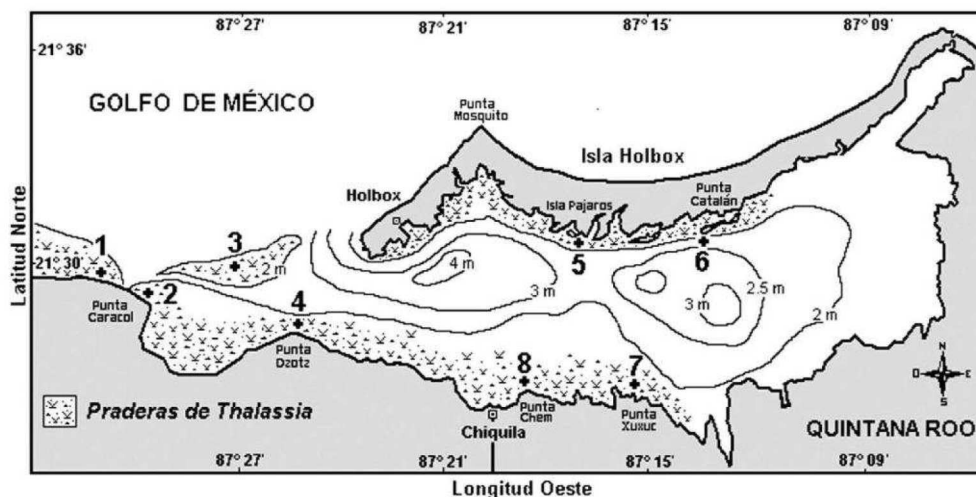


Fig 17. Batimetría de la laguna Yalahua.

Dentro de los antecedentes existentes no se observa una predicción específica para la zona de proyecto, sin embargo, se observa un aumento de las profundidades gradual, de conformidad con la plataforma que caracteriza a la península de Yucatán.

METODOLOGIA

La batimetría fue realizada en dos monitoreos imprescindibles para escoger el sitio idóneo donde colocar las infraestructuras. El primer monitoreo fue realizado a la par con la extracción de muestras para evaluación del sedimento y la caracterización del medio biótico. Donde se seleccionaron 4 puntos (Véase página 100). Durante dicha actividad, se utilizó una soga con lastre y un flexómetro para tomar lectura de la profundidad de 4 sitios dentro del área de proyecto (A, B, C y D). Tomando el punto C (X=469281.00, Y=2396272.00) como aquel con la mayor profundidad (14 m) y tipo de sustrato aceptable para la instalación del arrecife artificial, se prosiguió a delimitar una zona de estudio de la presente batimetría.

El segundo monitoreo se realizó en la zona de estudio – tratándose de un polígono cuadrado con 350 m por lado - donde se recorrieron 5 transectos mediante una ecosonda Lowrance LMS-332C. Se utilizó un GPS Garmin 72 para delimitar la ubicación geográfica.



Fig 17. Sitios primordiales para la batimetría, donde: polígono rojo es el sitio de estudio; cuatro puntos (A, B, C y D) son los sitios recorridos en un primer muestreo; cuadrado blanco es el sitio de importancia para instalar la infraestructura; la cuadrilla roja marca los transectos de muestreo; y la línea verde delimita las ANP conocidas en el sitio.

RESULTADO

El polígono muestreado tiene una homogeneidad significativa a lo largo de su extensión. La media calculada fue de 12 m de profundidad, con un mínimo de 10 y máximo de 15 m. No presenta pendientes relevantes. Se observan zonas de profundidad máxima en el extremo superior izquierdo y el inferior derecho (Fig 18).

Tabla 8. Coordenadas de los transectos recorridos.

PUNTOS	COORDENADAS (UTM)		PROFUNDIDAD (m)	PUNTOS	COORDENADAS (UTM)		PROFUNDIDAD (m)
	X	Y			X	Y	
1	469235.87	2396415.55	12.00	14	469408.38	2396136.15	13.50
2	469233.75	2396326.65	11.20	15	469408.38	2396044.07	11.00
3	469230.58	2396218.70	11.50	16	469507.86	2396041.95	14.00
4	469230.58	2396131.91	12.00	17	469505.74	2396136.15	13.70
5	469228.94	2396046.13	12.30	18	469504.69	2396230.34	13.50
6	469307.84	2396044.07	12.60	19	469511.04	2396335.11	12.00
7	469303.60	2396131.91	11.50	20	469517.39	2396412.37	12.80
8	469304.66	2396223.99	10.00	21	469612.64	2396411.31	13.50
9	469312.07	2396334.05	13.50	22	469611.58	2396335.11	13.70
10	469311.01	2396415.55	13.20	23	469610.52	2396236.69	14.00
11	469412.61	2396413.43	12.00	24	469607.34	2396149.90	14.10
12	469411.55	2396335.11	11.00	25	469609.46	2396045.13	14.20
13	469410.49	2396230.34	13.70				

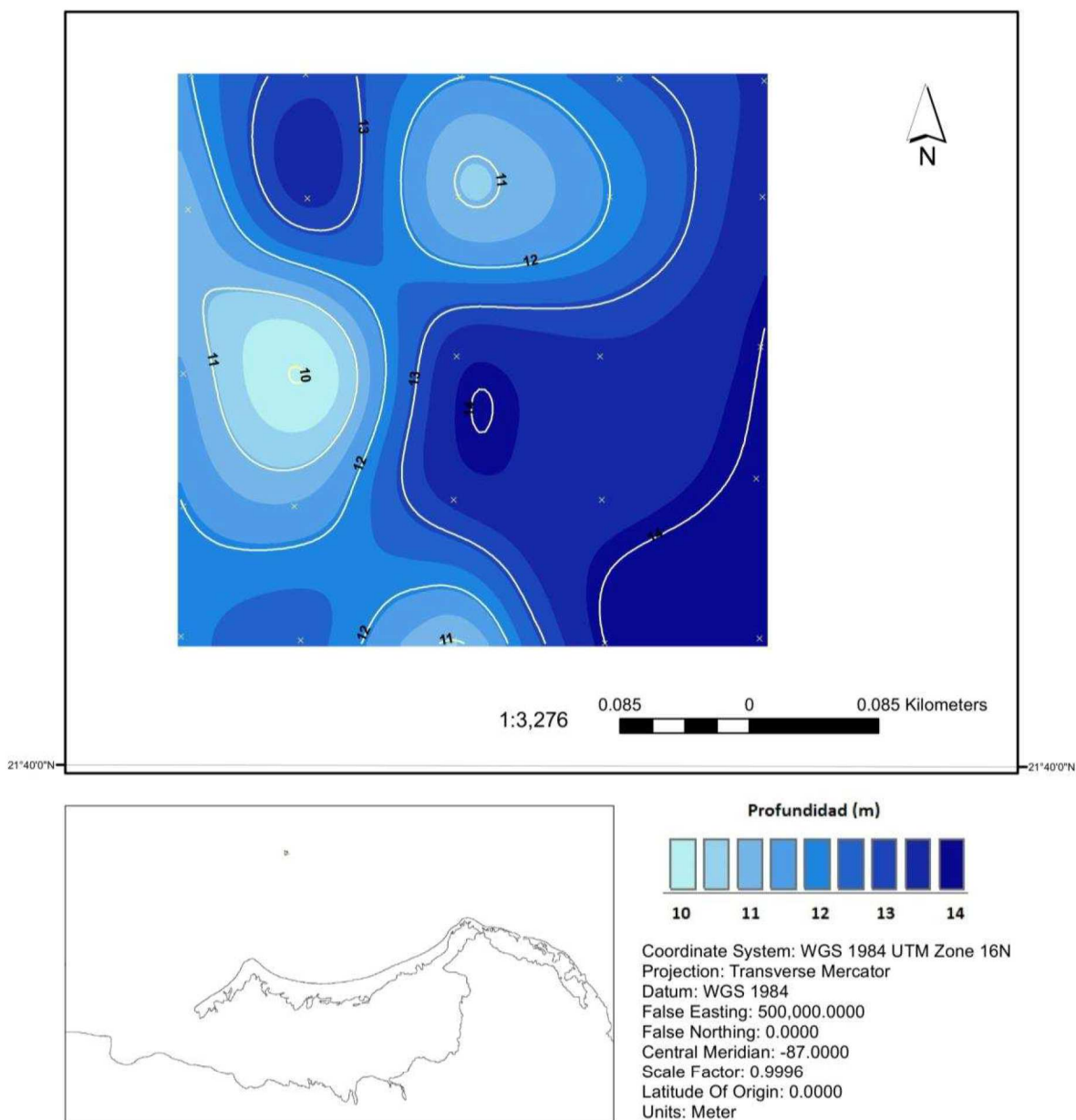


Fig 18. Batimetría del sitio seleccionado.

MAREAS

La descripción de las mareas es usualmente obtenida con observaciones en el sitio (boyas, botes, medidores de marea), datos altimétricos satelitales o modelos matemáticos. A lo largo de la costa este de México (Golfo de México y oeste del Mar Caribe), la información en el sitio y satelitales son escasas y sin continuidad de tiempo. Datos de una boya in la región central del Golfo de México no determinaron cambios en las alturas de olas durante los meses de verano, aunque el parámetro fue medido durante 28 años. Esta característica fue atribuida a el incremento que ocurre en la altura de las olas durante ciclones y tormentas tropicales (Komar y Allan, 2008). Sobre la costa Este de México (Golfo de México y Mar Caribe), existe información in situ y satelital que es escaza y discontinua. Esta información analiza 30 años de datos sobre olas en un periodo de 1979 a 2008 (Appendini et al., 2014), lo que permite realizar comparaciones con estudios dentro de ese rango. En años posteriores, las Tablas de Mareas del Golfo y Mar Caribe se establece un tipo de marea mixta semidiurna, con un nivel de pleamar máximo de 3 m y un bajamar mínimo de 0.30 m, para una media de 0.90 m (SEMAR, 1999).

La marea, descrita para el sistema ambiental, presenta intervalos de 0.30 a 3.00 m. Sin embargo, el nivel del mar presenta variaciones de hasta 6.7 m por efecto del paso de tormentas. Además, se caracteriza por tener dos pleamares y dos bajamares por día lunar pero ocasionalmente la marea adquiera carácter diurno.

Tabla 9. Características generales en reportadas en el Sistema Ambiental.

CARACTERISTICA	VALOR
Tipo de marea	Mixta semidiurna
Nivel de pleamar media superior	3.00 m
Nivel de pleamar media	2.20 m
Nivel medio del mar	0.90 m
Nivel de bajamar media	0. 60 m
Nivel de bajamar media interior	0.30 m

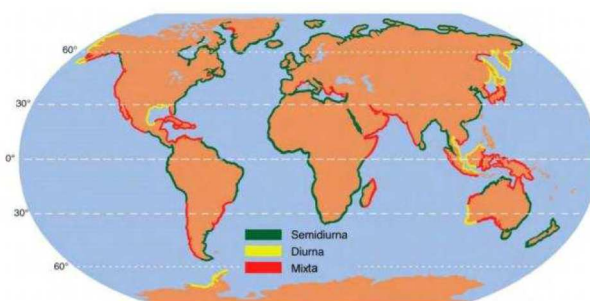


Fig 19. Tipos de mareas en el mundo.

Dentro de los registros de las mayores olas se observan alturas en los meses de huracanes y tormentas tropicales, con una altura máxima registrada durante el huracán Allen en 1980 con 6.70 m de altura a un periodo de 10.0 s. Aun mayor que el reportado para el huracán Gilberto de 6.00 m cada 9.0 s, y con una diferencia de 2 m durante tormentas tropicales intensas.

Tabla 10. Oleajes máximos registrados para huracanes y tormentas tropicales.

FECHA	EVENTO	ALTURA (M)	PERIODO (S)
08-08-1980	Allen	6.70	1.0
15-09-1888	Gilberto	6.00	9.0
21-11-1988	Keith	5.40	9.0
12-10-1987	Floyd	4.30	8.0
23-12-1989	T. Tropical	4.30	8.0
05-11-1982	T. Tropical	4.10	8.0

METODOLOGIA

Para conocer la altura de las olas, velocidad y dirección superficial, se utilizaron métodos básicos debidos a la profundidad promedio reportada para el sitio. El monitoreo se realizó durante un el medio día en fecha 15 de diciembre de 2017, a través de 5 lecturas cada media hora.

La altura se determinó estimando la diferencia entre la distancia promedio de la embarcación al fondo marino (11m) del sitio con coordenada: X-470874.00 y Y-2395839.00, con la profundidad obtenida al sumergir una soga atada a un lastre y medida con una cinta métrica.

La dirección de la marea superficial se determinó utilizando una brújula manual y comparándola con la dirección que tomaba una boya anclada, desde un punto conocido hacia otro. De igual forma, la velocidad contemplo el uso de la boya y el tiempo que le tomaba recorrer 50m de distancia.



Fig 20. Medición de altura de marea.

RESULTADO

La altura significativa del oleaje es de 0.70 m, donde el 14% de las olas son más grandes que la altura significativa (aproximadamente 1 de cada 7 olas). La ola más frecuente es de 0.60 m, es de señalarse que la mayoría de las olas tendrán la mitad de la altura significativa. Así también, la altura de ola máxima es de 1.00 m, lo normal es esperar una ola del doble de la altura significativa 3 veces cada 24 horas. La duración entre cada ola es de 5.3 s. Durante un día promedio, se puede observar la bajamar a las 6:25 am y 6:06 pm, con una única pleamar a la 1:00 pm. La dirección de las olas se observaron en dirección noroeste.

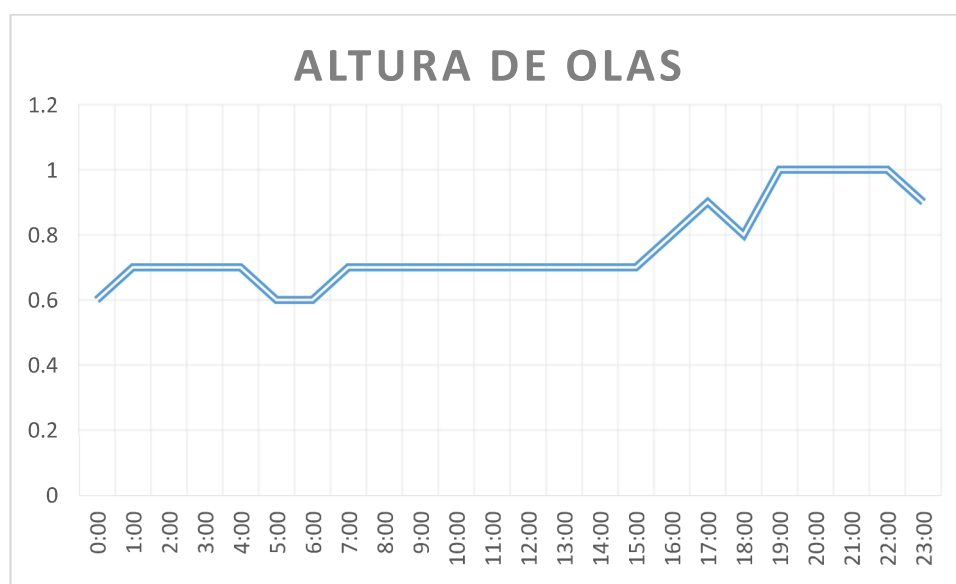


Fig 21. Grafica de amplitud de ola durante un día promedio (m/hr).

A manera de comparación, en época de nortes se espera una altura de ola significativa menor a 1.70 m y un periodo de ola promedio de 5.0 s con un 15% de ocurrencia en una dirección norte y noreste. En época de secas la altura de ola significativa es menor a 1.00 m y el periodo medio máximo tiene un valor de 5.0 s con un 7.06% de ocurrencia en una dirección norte y noreste. Finalmente, en época de lluvias se espera una altura de ola significativa máxima de 2.16 m y un periodo de ola promedio de 5.0 s con un 17.17% de ocurrencia en una dirección norte y noreste.

El análisis de estos resultados muestra características importantes del oleaje en el sistema ambiental, que serán considerados dentro del transporte literal y el posicionamiento de las unidades de arrecifes artificiales. Definiendo las siguientes asunciones:

1. Los periodos de oleaje varían alrededor de los 5.0 s, por lo que el tiempo y longitud de propagación de ola es corto, por lo que se da lugar a la disipación de energía por efectos de fondo a baja profundidad (menor a 20 m). permitiendo que la incidencia de la ola en aguas bajas y playa no se disipe de manera significativa.

2. Durante los meses de cambio entre etapa de lluvias y nortes se espera una mayor altura de olas y mayor número de movimiento de sedimentos. En coincidencia con el arribo de huracanes y tormentas ciclónicas.
3. La mayoría de los oleajes inciden a la playa desde la dirección norte y noreste, gobernando el comportamiento, casi, unidireccional del transporte litoral en la isla.
4. En secas, se observan aguas tranquilas aptas para construcciones en altamar.

TRANSPORTE LITORAL: CORRIENTES Y GRANULOMETRIA

El Golfo de México próximo a la porción de Mar Territorial que le confiere al Sistema Ambiental del proyecto, se caracteriza por su comunicación con el Mar Caribe y el Océano Atlántico. Periódicamente, la presencia del fenómeno de El Niño, las tormentas tropicales y los huracanes que influyen en la costa, modifican la posición de la termoclina e intervienen en la circulación general del Golfo de México (Monreal-Gómez *et al.*, 2004).

La circulación superficial en la plataforma continental está influenciada por los frentes fríos, vientos estacionales que soplan de norte a sur, desde la parte continental del noroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, durante otoño e invierno y por vientos del sureste durante el verano (Zavala- Hidalgo *et al.*, 2006). Las aguas son fuertemente impulsadas por el viento hasta llegar a profundidades de entre 50 y 60 metros.

La llamada Corriente del Lazo (CL) es la fuerza motriz más importante para la entrada de agua oceánica de esta corriente en el Golfo, penetra por el canal de Yucatán y sale por los estrechos de Florida para convertirse en la corriente de Florida y posteriormente, en la corriente del Golfo de México. La circulación general en la parte profunda al este del Golfo, es dominada por la CL; en la plataforma oeste de Florida, por una circulación ciclónica; en el centro y oeste existen giros anticiclónicos que se desprenden de la CL; y en la plataforma de Texas-Louisiana y la Bahía de Campeche existen giros ciclónicos (Monreal-Gómez *et al.*, 2004). El sur del Golfo de México está dominado por dos características semi-permanentes de gran escala: 1) la CL en el este del Golfo que es un componente de la Corriente del Golfo, y 2) un gran giro anticiclónico en el oeste del Golfo con su característica Corriente de Límite Occidental.

La CL se caracteriza por desprender giros o remolinos (*Eddies*) anticiclónicos cada 3 a 17 meses, que viajan en dirección oeste con una velocidad de 2.1 a 4 km/día, interactuando con la plataforma continental de la península de Yucatán, el talud del caribe mexicano y con la Corriente de Frontera Occidental (Carrillo *et al.*, 2007). Estos *Eddies* anticiclónicos tienen una amplitud aproximada de 300 kilómetros, son inestables y transportan cantidades masivas de calor, sal y agua por todo el Golfo. Así, la CL desempeña una función importante en el equilibrio de los nutrientes de la plataforma, al menos al este del Golfo de México.

De forma específica, en la comunidad próxima de Holbox es una isla de barrera, que retiene los sedimentos, acarreados por las corrientes provenientes de la parte norte del Mar Caribe, lo que ha permitido que a lo largo del tiempo se forme una laguna (casi cerrada), en cuya orilla norte se han establecido comunidades de manglar que estabilizan la línea de costa. Asimismo, la gran “cama” de pastos marinos de la laguna interviene en la captura, estabilización y formación de sedimentos. Esta vegetación acuática está cumpliendo con la función de estabilizar los sedimentos con sus sistemas radiculares de rizomas y estolones fuertes y ramificados o de largas y extendidas raíces fibrosas, lo cual evita la erosión de la costa.



Fig 22. Corrientes principales que afectan la región del sistema ambiental.

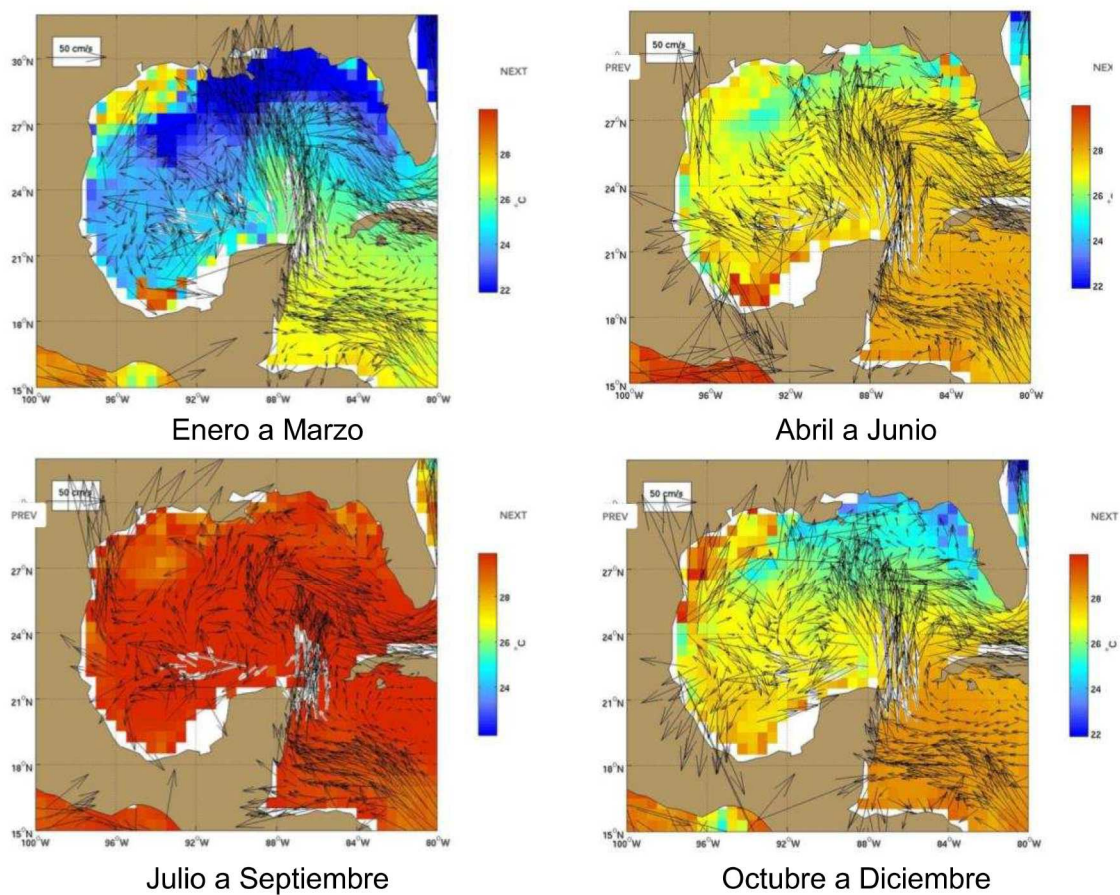


Fig 23. Dirección de las corrientes y temperatura del agua en los diferentes meses del año (Gyory, 2013).

METODOLOGIA

Las muestras de sedimentos se obtuvieron durante el muestreo para la caracterización de flora y fauna en el sitio de proyecto. Se utilizaron 4 muestras obtenidas en un nucleador manual, depositado en el fondo marino con una profundidad de 3 cm. Posteriormente se colocó la muestra en una cámara de secado para retirar el exceso de humedad, a una temperatura de 35 C durante 45 min. Seguidamente, se utilizaron tamices de diversos diámetros para definir el porcentaje y tipo de sedimento de cada una de las muestras por separado, siguiendo el siguiente método:

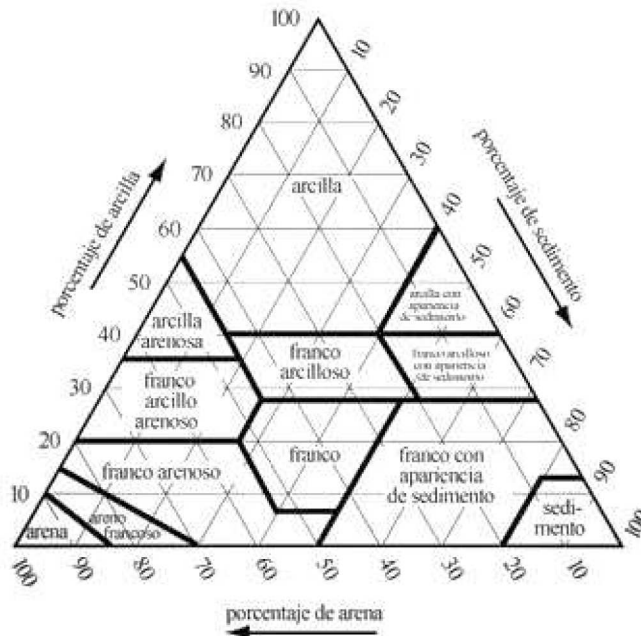


Fig 24. Clasificación de sedimento por diámetro y porcentaje en una muestra.

El cálculo de arrastre litoral fue efectuado en base a la fórmula de Larras (Yanez, 1985):

$$Q = 1.18 e^{-6} D_{50}^{-1/2} g (L_0/H_0) Kr^2 * H_0^2 T \sin 1.75 \alpha$$

Donde: Q es transporte litoral (m³/s)

D₅₀ es el diámetro medio del material nativo (mm)

g es la aceleración de la gravedad (9.18 m/s²)

L₀ es la longitud de la ola (m)

H₀ es la altura de la ola en aguas profundas (m)

Kr es el coeficiente de refracción

T es el periodo de la ola (s)

α es el ángulo que forma la ola con el fondo (°)

RESULTADOS

De las muestras tomadas se identificaron tres tipos de proyecto: arena fina (20%) arena media (50%) y pedacería de conchas o grava fina (30%). Se considera que el sustrato es del tipo franco arenoso es el idóneo para establecer las estructuras.

Tabla 11. Resultados en los sitios muestreados para la caracterización de sedimento.

	A	B	C	D
ARENA MEDIA	70	50	50	65
ARENA FINA	20	20	15	20
GRAVA FINA	10	30	25	15

Las direcciones de los sedimentos por la corriente, se esperan ser norte, noroeste, oeste y noroeste, debido a la corriente de lazo y el análisis de la dirección de los vientos. Los sedimentos suelen viajar a través de la longitud media de la ola calculada (48.75 m) por el periodo medio del periodo medio de ola (5.0 s) y su velocidad alcanzada (9.75 m/s).

Los resultados para el transporte litoral se obtuvieron utilizando el diámetro medio de la muestra B (0.25 mm), una constante para el índice de refracción de luz (1.52) y posibles ángulos en la pendiente del sistema ambiental.

Tabla 12. Parámetros de oleaje para cálculo de transporte.

DIRECCIÓN	D ₅₀	L ₀	H ₀	Kr	T	α (°)	Q
Noreste	0.25	48.75	2.10	1.52	5.00	60.00	3716.95
Norte	0.25	48.75	2.15	1.52	5.00	30.00	1902.72
Noroeste	0.25	48.75	1.75	1.52	5.00	0.00	0.00
Oeste	0.25	48.75	2.93	1.52	5.00	-30.00	-2593.02

El transporte litoral (Q) muestra una frecuencia de 3,716.95 m³/s con una pendiente de 60 °, mientras que en una pendiente cercana a cero, no ocurrirán desplazamientos dramáticos en el área.

CALIDAD DE LAS MASAS DE AGUA

En el Golfo de México se han identificado siete principales masas de agua: Agua Común del Golfo, Agua Subtropical Subyacente, Agua de los 18°C del Mar de los Sargazos, Agua Central del Atlántico Tropical, Agua Antártica Intermedia, Agua Profunda del Antártico Norte y Mezcla de Agua Intermedia del Caribe con Agua Profunda del Antártico Norte. Las cuatro primeras constituyen la capa cálida superior (0 a 500 m), y las tres restantes integran la capa fría inferior (500 a 650 m) (Vidal *et al.*, 1990 en Toledo, 2005). El más prominente de los flujos marinos, la CL, transporta del Caribe hacia el Golfo Oriental, entre los estrechos de Yucatán y de Florida, volúmenes de agua estimados entre 29-33 Sv² (1 Sv = 106cm³s⁻¹), en tanto que los anillos ciclónicos y anticiclónicos que se desprenden de esta corriente movilizan hacia la región occidental (norte, centro y sur) del Golfo, volúmenes estimados entre 8 - 10 Sv (Toledo 2005; Elliot, 1982; Hofmann y Worley, 1986; Vidal *et al.*, 1990).

Cuando la CL penetra la región oriental del Golfo a la altura de los 27°N, se crean inestabilidades que terminan por formar anillos ciclónicos y anticiclónicos que se esprenden de la corriente y viajan comúnmente hacia el occidente, atravesando la región central y de aguas profundas del Golfo de México, hasta chocar con la pendiente de la plataforma continental, al este de Tamaulipas. En esta zona de colisión, la circulación superficial se divide, una parte corre hacia el norte y otra hacia el sur, en paralelo a la costa occidental del Golfo. El primero de estos flujos transporta agua hacia el norte en volúmenes estimados en 11 Sv; y el segundo, mueve hacia el sur volúmenes estimados en 7 Sv, a lo largo de la plataforma continental. Entre ambos, movilizan flujos combinados de 18 Sv, equivalentes al 60% de los volúmenes que ingresan al Golfo de México, a través de la CL (Vidal *et al.*, 1990 en Toledo, 2005).

Estos flujos, que duran generalmente entre 6 y 8 meses (el tiempo total que les lleva cruzar el Golfo de México), persisten 35 meses más después de interactuar con la batimetría de la plataforma occidental del Golfo (mexicana y estadounidense). Esta actividad confirma que la elevada dinámica de la circulación en el golfo occidental es el resultado de procesos generados por la CL (Toledo, 2005).

Tabla 13. Características de calidad de agua en el sistema ambiental.

CARACTERISTICA	PROMEDIO	MAX	MIN
Temperatura (C)	26.13	27.00	25.80
Salinidad (ppm)	36.06	36.24	35.68
Concentración de Oxígeno (uM)	227.90	237.00	222.00
Nitratos (mM)	1.00	7.26	0.03
Nitritos (mM)	0.25	0.45	0.10
Ortofosfatos	0.60	0.80	0.10
Silicatos	0.10	2	0.01
Clorofila "a" (mg/m ³)	1.75	3	0.25
Ficoeritrina (ppb)	33.70	71.40	5.00
CDOM (cr) (ppb QS)	0.10	1.30	0.00

1. Salinidad

La corriente de Yucatán acarrea distintas masas de agua, la que proviene del Mar Caribe es rica en nutrientes y se ubica entre los 150 y 200m de profundidad, con temperatura de 23 grados y salinidad de 36.83 ppm. Bajo ciertas circunstancias, esta masa de agua se levanta por el talud continental e inunda la plataforma yucateca, donde se dispersa por el fondo debido a su alta densidad. Dependiendo de las fuerzas que ocurren en la localidad, la masa de agua aflora a la superficie favoreciendo la productividad biológica.

Este proceso de surgencia ocurre principalmente en las regiones de Cabo Catoche y en la costa noroeste de la península y junto con el patrón de corrientes, es determinante del crecimiento, distribución y dispersión de la mayor parte de los organismos a lo largo del litoral yucateco.

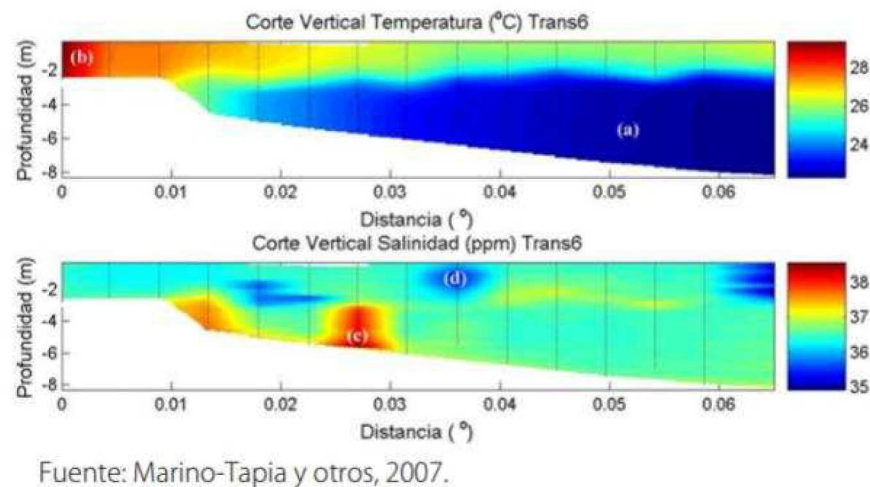


Fig 25. Temperatura y salinidad del agua marina en un corte transversal perpendicular a la costa en el oeste de Holbox: a) agua de surgencia en el fondo y b) agua caliente que se exporta de la zona costera.

2. Oxígeno disuelto

En la plataforma de Yucatán se ha registrado una sobresaturación del 112%, (6.11 ml/l) a una profundidad de 20 m (Signoret *et al.*, 1998), condicionada por una alta productividad resultado de la surgencia que propicia una mayor concentración de oxígeno.

3. Nitratos

En la Plataforma del Golfo de México Sur, la dinámica de las masas está determinada por la circulación ciclónica, así como por su intensidad, la cual varía temporalmente según el transporte en el Canal de Yucatán. Esta dinámica determina en gran medida la distribución de la concentración de nitratos. Así mismo, durante los meses de lluvias, se han registrado

0.03 mM superficiales, así como 0.07 mM a los 70 m; en los inicios de la época seca. Estos niveles se incrementan hasta los 7.26 mM a los 10 m de profundidad, debido al afecto de afloramiento generado a través de la intensa circulación que en esta época constituyen los anillos ciclónicos (Instituto Mexicano del Petróleo, 1980).

Las surgencias en la plataforma yucateca que colinda con las zonas de giros ciclónicos, se presentan en los últimos meses del año y de marzo a mayo. En las aguas superficiales del Mar Caribe mexicano se mantienen niveles de 1.0 mM a 3.0 -12.0 mM a una profundidad de 200 m, y en las proximidades de la costa alcanzan hasta 25 mM como consecuencia de la ascensión de aguas profundas de marzo a agosto (Secretaría de Marina, 1980). También es importante considerar el efecto que tienen las aguas continentales sobre las concentraciones de nutrientes en las aguas costeras, enriqueciendo el aporte de nitrógeno y fósforo.

La distribución de nitratos en primavera en la plataforma de Yucatán muestra que las mayores concentraciones se presentan sobre el margen oriental de la plataforma, formando una pluma de este hacia oeste. La isonutria (isolíneas de nutrientes) de 1 mM corresponde al límite entre aguas superficiales con nutrientes agotados a una profundidad de 100 metros y aguas profundas (200 m) ricas en nutrientes (10 mM), que se introducen entre el Arrecife Alacranes y Cabo Catoche (Merino-Ibarra, 1992).

El afloramiento está fuertemente relacionado con la Corriente de Yucatán, ya que su velocidad presenta un ciclo anual similar al del afloramiento, durante el cual alcanza sus máximas intensidades en primavera y las menores en otoño (U.S. Department of the Navy, 1963). Molinari y Morrison (1988) han demostrado que la permanencia de la corriente junto al talud está directamente relacionada con la penetración de la Corriente del Lazo en el Golfo de México y que la corriente se separa del talud cuando el lazo se rompe al liberar un anillo anticiclónico en el Golfo.

En los meses de primavera, la concentración de nitratos aumenta en la zona de afloramiento con una intensidad variable interanual, según la velocidad de la Corriente de Yucatán. La homogeneidad en la plataforma en invierno se debe a los procesos de mezcla que son capaces de destruir totalmente la estratificación todavía presente en el otoño. La intensidad de la mezcla vertical puede ser mayor en invierno, debido a que durante esa estación soplan los Nortes que generan fuertes oleajes sobre la plataforma de Yucatán y en el Golfo de México.

Los nitritos tienden al mismo comportamiento que los nitratos, registrándose en el Canal de Yucatán contenidos superficiales de 0.05 a 0.1 mM durante todo el año, aumentando hacia la costa de 0.25 a 0.30 mM. Debido al efecto del afloramiento en el mes de julio, en la Península de Yucatán se han alcanzado hasta 0.45 mM (Merino-Ibarra, 1983).

4. Nitritos

En las aguas superficiales del Mar Caribe y Golfo de México la concentración de nitritos va desde niveles indetectables (entre < 0.1 mM a < 0.25 mM en junio). En la plataforma norte de Yucatán y a 200 m de profundidad alcanzan de 3.0 a 12.0 mM. Los giros ciclónicos y anticiclónicos definen la distribución vertical y horizontal de este nutriente, en la región oeste del Golfo, donde se han registrado contenidos máximos en los giros ciclónicos a la altura de la Laguna Madre (< 28.7 a < 34.90 mM a una profundidad de entre 150 a 300 m).

5. Ortofosfatos

El contenido de ortofosfatos es bajo en la superficie, con 0.1 y 0.8 mM a lo largo del año; con un incremento hasta 1.8 a 2.5 mM a una profundidad de 800 a 900 m.

6. Silicatos

En las aguas de la Corriente de Yucatán, que constituyen a las del Lazo y del Golfo de México, el contenido es bajo, desde indetectable hasta 2 mM de la superficie, hasta 200 m de profundidad (Froelich *et al.*, 1978). El origen del máximo de silicatos en el Golfo proviene del Agua Intermedia del Caribe (28 mM) y de la porción superior del Agua Profunda del Atlántico Norte (16 mM) entre los 1,000 y 1,100 m de profundidad. Su distribución vertical depende de los giros; incrementa hacia la superficie en los ciclónicos por ascensión en aguas ricas en este nutriente, y disminuye en los anticiclones por hundimiento de la capa superficial pobre en silicatos.

7. Clorofila “a”

A través de una imagen del sensor *SeaWiFS* (2000), se interpreta la surgencia en las costas de Yucatán con altas concentraciones de clorofila (3 mg/m^3), comportamiento semejante al observado en octubre de 1979 con una imagen del CZCS (*Coastal Zone Color Scanner*). Merino-Ibarra (1992) registró una coincidencia entre el contenido de nitratos y el de clorofila “a” tanto espacial como temporalmente entre la zona de afloramiento (con un máximo de 2 mg/m^3) y la de aguas mezcladas (0.25 mg/m^3).

Walsh *et al.* (1989) usando un modelo numérico, determinaron que el factor que controla la variación estacional de la concentración de clorofila “a” en las aguas del Golfo de México, es la profundidad de la capa de mezcla, así como la disponibilidad de nutrientes; la biomasa de algas es alta cuando la capa de mezcla superficial es más profunda; en consecuencia la productividad primaria en esta capa está controlada por la variación del flujo de los nutrientes hacia arriba.

4.2.2 Aspectos bióticos

Los hábitats de la región que influye al sistema ambiental, incluyen lechos de pastos marinos y algunos arrecifes coralinos que sustentan a un gran número de especies de peces. La región abarca la parte tropical meridional del Golfo de México, que se caracteriza por ser una cuenca semi-cerrada con corrientes tropicales. La surgencia que se presenta puede resultar en aportes verticales de nutrientes, que a su vez aumentan la producción primaria y propician la abundancia de una amplia variedad de especies marinas.

Aunque dentro del sistema ambiental no se localizan comunidades de arrecifes de coral significativas, en la región se distribuyen sobre una plataforma amplia formada principalmente por sedimentos carbonatados, a lo largo de una franja de 55 m sobre la plataforma externa del Golfo de México, y a una distancia de 130 km hasta más de 200 km de la costa (Tunnell, 1992). Estos arrecifes se encuentran rodeados por aguas caribeñas provenientes del Canal de Yucatán y no se ven afectados por escurrimientos continentales. Conforman estructuras en forma de montañas sumergidas y dispersas a lo largo de la plataforma continental (Tunnell, 2007). Los arrecifes se desarrollan a una profundidad promedio de 30- 40 metros, y están distantes unos de otros cientos de kilómetros (Reyes y Jordán, 2013).

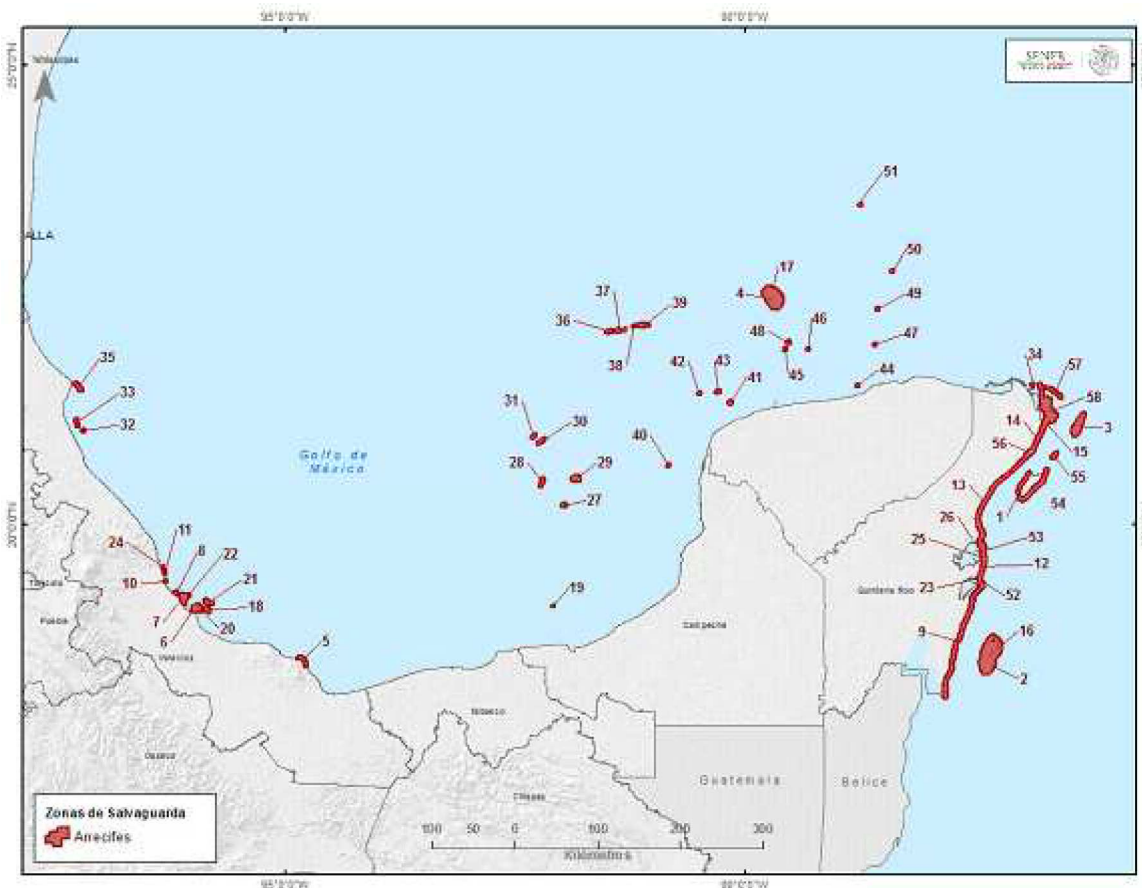


Fig 26. Representación de áreas de Arrecifes de Coral del Golfo de México y Caribe Mexicano.

En general, la diversidad de peces en la región, se atribuye a la cantidad de los diferentes hábitats que existen. Entre más complejo un arrecife, más disponibilidad de microhábitats o nichos que pueden ocupar los peces.

METODOLOGIA

Para determinar la diversidad florística y faunística que existe en el sitio de proyecto se realizó un monitoreo durante el día 03 de febrero de 2018 con nubosidad, temperaturas de 20 a 28 °C, vientos de 28 km/h en dirección Sureste, en época de nortes, presión atmosférica de 1022 hPa, altura de ola de 0.9 m a un intervalo de 8 s y 30% de turbidez en el agua (visibilidad de 4m de distancia).

Durante el monitoreo se realizaron 8 transectos diseñados previamente por cartografía satelital, y posteriormente orientados en el sitio por sus coordenadas geográficas. Cada transecto tiene 50 m de longitud delimitados por una cinta métrica durante las inmersiones, y un metro de ancho a cada lado de la cinta. En cada transecto se colocaron 12 cuadrantes de 50x50 cm (120 m²) con una distancia de 4 m entre sí, para un total de 96 cuadrantes.

Tabla 14. Coordenadas UTM de los transectos muestreados.

ID	COORDENADAS		Profundidad (m)
	X	Y	
A	470874.00	2395839.00	11
B	470403.00	2396661.00	12
C	469281.00	2396272.00	14
D	468255.00	2395863.00	11

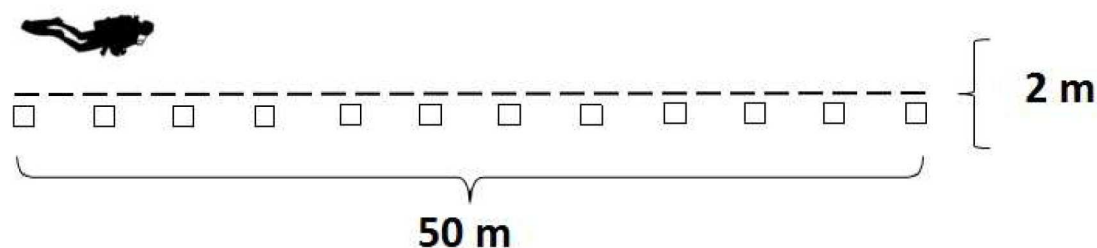


Fig 27. Ejemplo de cuadrantes sobre transectos.



Fig 28. Sitios de muestreo: las líneas rojas representan los transectos.

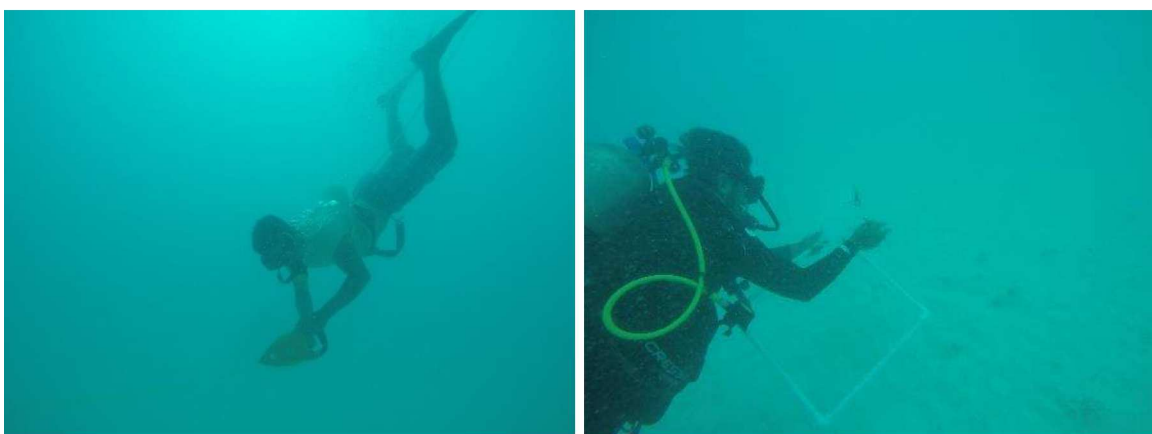


Fig 29. Buzos realizando actividades de muestreo en el sitio de interés.

RESULTADOS

a) Vegetación marina

Se observó sobre los transectos restos de *Sargassum*, recubriendo del 10 al 20 % de los cuadrantes en las ocasiones en las que ocurría (25/96 cuadrantes en todos los puntos).

b) Fauna

Durante el monitoreo realizado no se observaron peces en la mayoría de los transectos, no obstante, en la coordenada A, durante el transecto en dirección Este, se observó un organismo de la especie *Halichoeres bivittatus* de 15 cm de longitud. Así también, incidieron en el sitio un ejemplar juvenil de caracol rosado (*Strombus gigas*) y una galleta de mar.



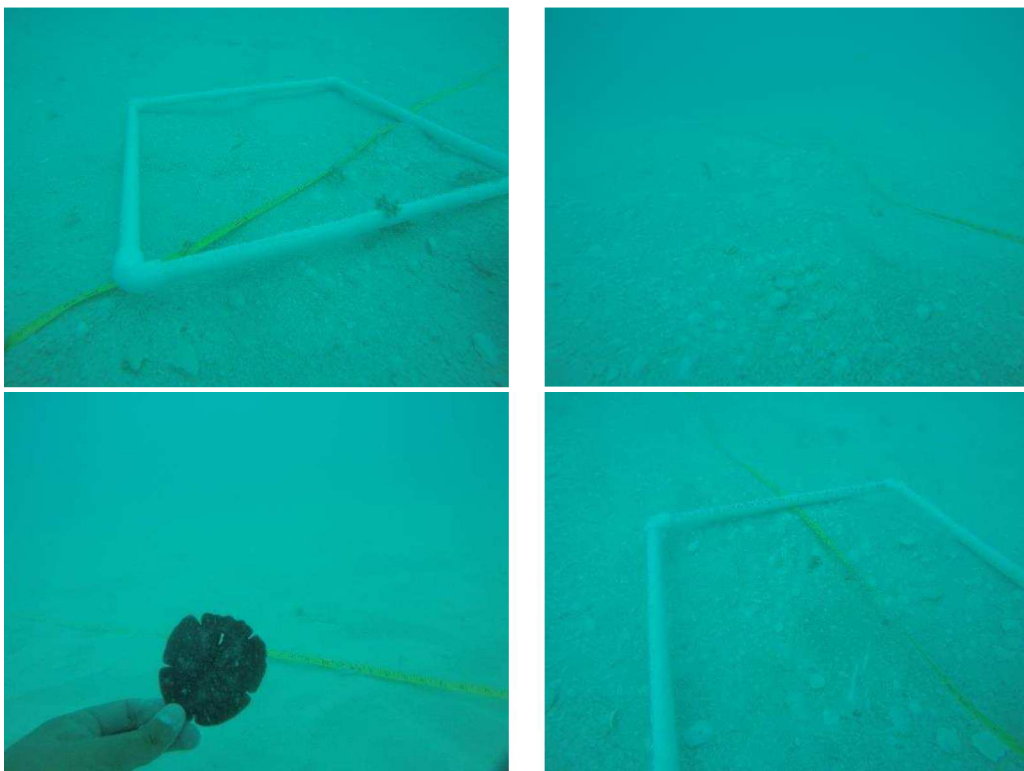
PUNTO A



PUNTO B



PUNTO C



PUNTO D

Fig 30. Fotografías de las áreas de monitoreadas.

El sitio de interés no presenta enriquecimiento o diversidad de especies florísticas o faunísticas que pudieran agregarle un valor ecológico a su estado de conservación actual. Las características pudieran ser causadas por los fenómenos meteorológicos a los que la región es vulnerable anualmente, o por la nula presencia de formaciones pétreas.

4.2.3 Paisaje

El sistema ambiental del proyecto denominado “Construcción, Instalación y Monitoreo de Arrecifes Artificiales como sitio de refugio de langosta caribeña (*Panulirus argus*) en Isla a Holbox, Quintana Roo” ostenta un panorama casi desértico, con ángulos conservadores a lo largo de su horizonte y con una turbidez natural.

La visibilidad es dependiente del viento, la velocidad de la corriente y la época del año. Sin embargo, el sistema ambiental es una zona de intercambio de corrientes provenientes del norte, oeste, noroeste y noreste, que se caracteriza por la presencia de turbidez durante la época de nortes y finales de lluvias.

La calidad paisajística existe debido a su importancia como área de traslado de organismos marinos. Aunque, la presencia del proyecto, permitiría generar sitios de refugio y reproducción para los mismos. No tiene formaciones biológicas significativas, ni un relieve importante, ni cualquier otra formación geológica.

La fragilidad del paisaje se mide a través de los huracanes que han intervenido en la costa norte del Estado, y el tiempo de recuperación del área. Los factores que la integran el paisaje no son complejos por lo que la restitución de las actividades en el sistema ambiental no requiere de métodos caros ni de un largo periodo de recuperación.

Por todo lo anterior, el sitio no es visitado con frecuencia por grupos sociales, ya que las zonas de pesca o las zonas turísticas, se encuentran en direcciones contrarias al sitio. El proyecto aumentaría la estética y la importancia social del sitio.

4.2.4 Medio socioeconómico

A continuación se describe la situación actual del aspecto social, económico y cultural en el Municipio de Lázaro Cárdenas.

a) Demografía

El sitio de proyecto pertenece al municipio de Lázaro Cárdenas, el cual se subdivide 137 localidades con la capital en Kantunilkín y poblaciones principales en Nuevo Xcan, Holbox, Chiquilá, Solferino, Ignacio Zaragosa, San Ángel, El Cedral y Vicente Guerrero. Lázaro Cárdenas presenta una población de 27,243 habitantes, de los cuales 13,831 son hombres y 13,412 son mujeres (INEGI, 2016). Existen 6,997 hogares donde se distribuyen un total de 27,234 individuos.

La localidad más próxima al sitio de proyecto es la Isla Grande Holbox; el poblamiento de la isla se produce durante un periodo de colonización espontánea del extremo norte de la península de Yucatán, a raíz de que las luchas sociales intestinas propias de una convulsionada época post independentista y reformista a nivel nacional, llevan a la emigración, buscando refugio y tranquilidad, lejos de las zonas en conflicto, por parte de grupos de mestizos de la región. Varias poblaciones costeras surgen en aquellos años, incluyendo todas las islas más próximas. Transcurren casi 100 años antes de que la zona vuelva a ser objeto de cambios trascendentes, ahora con motivo de la integración plena de la península a la República Mexicana

Es a partir de la década de los setenta del siglo XX que la isla comienza a formar parte del circuito recreativo para viajeros del Caribe mexicano, una vez que Cancún ha despegado e irradiado su impacto como el gran polo de desarrollo turístico en la región, lo que significa un cambio fundamental en sus condiciones socio-económicas, pasando el sector terciario a convertirse en un eje rector de las mismas y dejando a las anteriores actividades en un segundo término. En 2009, la isla contaba con una población de 1,486 habitantes y 346 domicilios (INEGI, 2010).

En el 2014, se confirmaron 604 nacimientos en el municipio, siendo 322 hombres y 282 mujeres. Dentro de las defunciones reportadas, se conocieron 127 con 76 hombres y 51 mujeres. Así también, 8 menores de un año fueron declarados difuntos en el mismo año (INEGI, 2016).

Con un total de 5,332 niños entre 6 a 14 años de edad, el 83% de ellos saben leer y escribir (49% hombres y el 51% mujeres); de los 17% que no sabe leer ni escribir, el 61% son hombres y el 39% son mujeres (INEGI, 2016). Los adultos, de 15 a más años, que aprendieron a leer y escribir en el año 2015 se totalizan en 668 individuos.

Existen 73 planteles en el municipio, con 294 aulas, 4 bibliotecas, 18 laboratorios y 13 talleres. Asimismo, existen 3 bibliotecas públicas con 20,199 libros en existencia y 11,606 consultas realizadas para ese año (INEGI, 2016).

b) Servicios básicos

Según los índices indicadores de desarrollo humano, una cantidad significativa de hogares cuenta con los servicios de agua entubada (0.9571), y electricidad (0.9447). Mientras que el drenaje sigue en posibilidad de mejoras por la carencia del servicio en ciertas regiones o falta de mantenimiento (0.7525). El municipio de Lázaro Cárdenas cuenta con 2 plantas de tratamiento en operación de tipo secundario para aguas residuales generadas por los habitantes del municipio.

Educación: Los niveles educativos son más bajos que los promedios para el estado. Las características de la población y de su distribución determinan el tipo de programas educativos que deben ser aplicados, es decir, programas propios para una población dispersa y de habla maya.

Salud: El municipio de Lázaro Cárdenas cuenta con atención de primer nivel, que es proporcionado por SESA. La atención a las zonas rurales es cubierta por una Unidad de salud móvil, se cuenta además con un Centro de salud con hospitalización denominado de atención intermedia localizada en Kantunilkín así como de Centros de Salud distribuidos en las principales localidades del municipio. Aquellos pacientes que requieren de atención de segundo nivel, son trasladados a la ciudad de Cancún.

Medios de comunicación: El municipio no cuenta con estación de radio local, por lo cual se escuchan principalmente las estaciones de Cancún y del Estado de Yucatán. De la misma manera no se dispone de estación local de televisión, captándose los canales comerciales de cobertura nacional. No se editan periódicos locales pero circulan los estatales.

Vías de comunicación: Atraviesa el municipio la carretera federal 160 Cancún - Mérida que corre paralela a la autopista privada con el mismo recorrido. Otras vías importantes son las carreteras estatales Tulum – Nuevo Xcan que establece la comunicación con el municipio de Solidaridad y la carretera El Ideal -Chiquilá que atraviesa el municipio de sur a norte y comunica a la cabecera municipal con las carreteras troncales.

La comunicación marítima entre el continente y la isla de Holbox se realiza a través de un transbordador que opera de Chiquilá a Holbox, además de pequeñas embarcaciones que realizan servicio de transporte de pasajeros.

Monumentos históricos: El más importante es la estatua de Lázaro Cárdenas, situada al lado de la carretera que va de Mérida a Puerto Juárez. Se encuentran diseminados en la parte norte, vestigios de la cultura maya, pero a la fecha no han sido restaurados como es el caso de los localizados en las comunidades de Kantunilkín, Naranjal, San Ángel, el Cedral y en Chiquilá; asimismo, existe una iglesia de la época.

Existen 3 campos de béisbol, 12 de fútbol, 24 de basquetbol y 3 de voleibol.

c) Actividades económicas

La economía de la zona norte de Quintana Roo de manera general está basada en el sector primario: la agricultura, la ganadería, la explotación forestal y pesca son las actividades que reportan la producción principal y absorben la mayor parte de la población económicamente activa.

Existen 8,573 personas con profesión en el municipio de Lázaro Cárdenas, de las cuales 18% son funcionarios, profesionistas, técnicos o administrativos, 27% son trabajadores agropecuarios, 16% son trabajadores en la industria, 38% son comerciantes o trabajadores de servicios diversos y el 1% no entra en ninguna de las categorías anteriores. De estos, solo 126 personas están asegurada por el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Actividad Agrícola: Esta actividad se realiza en todo el municipio, la mayoría es de autoconsumo, son 9 cultivos de importancia para el municipio, estos son: Papaya (84.2), Chile Habanero (9.5%), tomate rojo (17%), Jackfruit (1.3%), Frijol (1.2%), Sandia (.9%),

Naranja Dulce (.5%), Achiote (.20%). El 91% de la superficie agrícola sembrada pertenece al autoconsumo.

Pecuario: Esta la actividad de mayor influencia por usos y costumbres, la mayor parte de los ranchos, ganaderos en la región están ubicados en las zonas del noroeste y suroeste, predominando los pequeños productores. La producción bovina y porcícolas son las más importantes y el sistema de explotación predominante es el extensivo.

Forestal o silvícola: Esta práctica orientada hacia dos productos principalmente: la producción de Carbón y el cultivo de plantas de ornato. Así mismo las comunidades realizan actividades de reforestación, orientadas a la conservación de la selva y a la recuperación de áreas siniestradas por los incendios. Estas actividades se encuentran, en su mayoría, localizadas hacia el sureste del municipio.

Pesca: La producción pesquera está situada hacia la costa de manera tradicional y de forma dirigida se está implementando hacia el interior del municipio. En las comunidades cercanas a la costa, como Holbox, Chiquila y San Eusebio, se practica la pesca tradicional, orientada a pesca de escama, tiburón, pulpo y langosta. Mientras que hacia al interior, como el caso de Kantunilkin, la Secretaria de Desarrollo Económico del Estado ha financiado proyectos para la producción y engorda de peces Tilapia.

Turismo: Hasta el momento solo hay dos localidades con la actividad en operación formal, estos son: Holbox (nombre maya que significa, hoyo negro) y Pac-chen (entrada de agua). En el caso de la Isla, se ha dado a conocer a nivel mundial por el tiburón ballena, cuenta con una infraestructura hotelera moderada y la actividad de la localidad está orientada hacia este sector económico. Entre sus atractivos se puede disfrutar de la pesca deportiva, el buceo, snorkel o hacer recorridos a la laguna Yalhau, Isla Pájaro, Cabo Catoche o Isla Pasión. La diferencia, con el resto de los destinos turísticos del Estado, es la tranquilidad y exclusividad que guarda la isla.

Comercio: No existen grandes centros comerciales pues éste se concentra en la cabecera municipal que a su vez es abastecida principalmente de Valladolid, Yucatán y Cancún. En Zaragoza existen comercios con artículos de exportación.

4.3 Diagnóstico ambiental

Existe una suspensión de sedimentos natural debido a las características ambientales que presenta el área – escasa vegetación y/o presencia de fauna, tipo de suelo y corrientes. Lo cual es importante para la obtención del objetivo principal del proyecto, ya que el movimiento de sedimentos, también significa el movimiento de microorganismos sésiles hacia las infraestructuras, y la oportunidad de su adherencia hacia las mismas.

Los vientos y la dirección de las corrientes, son tomadas en cuenta en la disposición final de los arrecifes artificiales, toda vez que las estructuras permitirán el paso de las mismas. Así mismo, permitirán el paso de las especies marinas migratorias, debido a la distancia entre la infraestructura y a sus dimensiones. Se considera que no existirá un impacto

ambiental negativo e irreversible en el sitio, toda vez que el sistema ambiental no presenta características complejas ni ricas en especies, además, que el proyecto permite su coexistencia con cualquier especie transeúnte del sitio.

Se manifiesta, que debido a la evaluación de sedimentos y batimetría, las áreas a utilizarse para el proyecto serán aquellas que presentaron un suelo franco arenoso – que ostentan pedacería de conchas o grava fina – y una profundidad de 11 a 12 metros, para asegurar la estabilidad de los arrecifes artificiales. Igualmente, la calidad de agua reportada es óptima para el desarrollo de las especies marinas, y se vigilara ser mantenida a lo largo de todas las etapas del proyecto.

El proyecto aumentara la calidad paisajística actual, mejorando los recursos ambientales que la población tiene para su disfrute, autoconsumo y ganancias por extracción, turismo e investigación. Se considera que las cualidades ambientales y bióticas que presenta el sitio propuesto, y sus alrededores, permitirán establecer el proyecto sin significar un peligro para el equilibrio ecológico del área natural protegida.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto de la realización del presente proyecto, se utilizará una matriz que califique las actividades a realizar. Se seguirá la metodología descrita por Leopold, *et al.* (1971), donde se enlistan cada uno de los procesos y se valoran por sus resultados positivos y/o negativos hacia variados parámetros ambientales (agua, atmósfera, suelo, flora y fauna). Asimismo, se consideraron las siguientes ventajas y desventajas, en el momento de utilizar esta metodología:

Ventajas:

- Permite presentar los impactos de manera sistemática y resumir de manera concisa los efectos provocados, dándoles una puntuación empírica según su importancia.
- Permite la utilización de simbología diferente a la tradicional, elaborando una matriz modificada.
- Se pueden seleccionar sólo las celdas más importantes, elaborando una matriz reducida.

Desventajas:

- Es una lista de mayor tamaño para diferentes acciones (máximo de 8,800 celdas).
- Es un método que demanda mucho tiempo para su elaboración, siendo difícil de evaluar los resultados clave finales.
- La gravedad de las modificaciones realizadas por el proyecto a evaluar, dependen del valor que designe el evaluador.

A continuación, se describirá un análisis ecológico, en el que se identificarán los efectos de las acciones del proyecto sobre los indicadores ambientales. Esto nos permitirá evaluar las actividades que pueden generar beneficios y/o desequilibrios ecológicos de acuerdo a la intensidad, magnitud, duración y periodicidad en los diferentes elementos ambientales implicados.

5.2 Indicadores de impacto

Para identificar los indicadores de impacto se realizó un listado de las actividades en las diferentes etapas del proyecto. Estas actividades producirán un cambio en factores ambientales, y físico-químicos que existen en el sitio de proyecto y áreas adyacentes, por lo que, para poder establecer medidas que reduzcan el impacto que ocasionen las actividades es necesario conocer la gravedad con lo que los indicadores se ven modificados durante el proyecto.

Tabla 15. Enlistado de actividades.

ETAPA	ACCION
Preparación del sitio	Reuniones para coordinar las actividades a realizarse
	Reclutamiento y capacitación de personal
	Contratación de embarcaciones
Construcción e instalación del proyecto	Adquisición de estructuras
	Transporte de estructuras
	Instalación en el área de estudio
Operación del proyecto	Seguimiento

Cualquier arrecife artificial, sea del tipo que sea, tendrá una serie de efectos ambientales positivos y/o negativos que dependerán principalmente de su finalidad, diseño, materiales, lugar de emplazamiento y condiciones del medio. Existen una serie de efectos ambientales comunes a todos los arrecifes artificiales, pero por lo general, cada caso particular deber ser tratado de forma diferente.

A continuación se describen los distintos efectos ambientales que puede provocar el arrecife artificial que se describe en el proyecto acompañado de los principales factores ambientales que pueden ser utilizados como indicadores de cambio:

AIRE

Las modificaciones sobre la calidad atmosférica del entorno serán producidas por el aumento de los gases de combustión procedentes de las embarcaciones y maquinarias responsables del traslado y fondeo de las unidades estructurales del arrecife en la fase de construcción e instalación del mismo. Estos tipos de maquinarias contarán con motorizaciones diesel que incorporarán a la atmosfera tanto partículas como gases derivados de la combustión, como los Óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, Óxidos de azufre, hidrocarburos, aldehídos y ácidos orgánicos.

No obstante, la totalidad de las labores de traslado y fondeo se desarrollan en espacios abiertos, donde la influencia de brisas y vientos favorecen la rápida dispersión de estos agentes contaminantes, resultando imposible la aparición de fenómenos de concentración. Por todo ello, los efectos descritos sobre esta variable deben ser considerados, en cualquier caso, como insignificantes, no dando lugar a vectores de impactos dignos de ser considerados de forma especial en la valoración general de los mismos.

Así también, todas aquellas vibraciones o sonidos que se generen las embarcaciones o maquinaria durante la etapa de construcción e instalación del proyecto, interfieren directa o indirectamente con el ser humano o las poblaciones silvestres a través del sentido del oído. Se considera como indicador de impacto el nivel de presión acústica adoptándose como unidad de medida el decibelio, y es un cambio reversible que puede ser controlado al

establecer jornadas de trabajo diurnas y vespertinas que reduzcan la afectación en las actividades cotidianas de aquellos cercanos a las actividades del proyecto.

AGUA

En general, la instalación de los arrecifes artificiales puede llegar a contribuir a la contaminación del agua presente en los alrededores de la zona de fondeo, debido a la suspensión de los sedimentos, la generación de turbidez y al desprendimiento de material proveniente de las estructuras en cemento o de las embarcaciones. Derivado de las propias actividades de colocación de los arrecifes artificiales puede generarse un aumento de la suspensión de sedimento y turbidez del agua circundante. Estos efectos pueden considerarse puntuales y reversibles (queda asumido por medios naturales), manifestándose directamente sobre la calidad del agua e indirectamente sobre la biota, incidiendo especialmente sobre los organismos con escasa o nula capacidad de movimiento (flora y fauna bentónica).

Asimismo, es necesario señalar la posibilidad de que los propios materiales que constituyen el arrecife puedan liberar al medio, sustancias indeseadas. Aunque el material se presuma carácter inerte, por que técnicamente nada es inerte. Todos los materiales están sujetos a una cierta degradación física, química y biológica, y a una inevitable interacción con el medio que lo acoge. No obstante, la totalidad de estos efectos pueden ser minimizados durante las fases preliminares de diseño del arrecife con una correcta comprobación práctica y controlada de la calidad del material con el que están constituidos los arrecifes artificiales.

También debe tenerse presente la contaminación que puede llegar a producirse por derrames accidentales de lubricantes y/o combustibles de las embarcaciones encargadas de las labores de traslado y fondeo de las estructuras que componen el arrecife. Donde, un mantenimiento constante y comprometido de la maquinaria debe desarrollarse durante la instalación, y posteriormente en las embarcaciones que darán seguimiento al proyecto.

Cumpliendo con el objetivo del proyecto, la infraestructura instalada quedará colonizada a mediano plazo, aumentando la carga biológica y, por ende, modificando las propiedades fisicoquímicas del agua, como la concentración de materia orgánica y de nutrientes, el oxígeno disuelto, la turbidez o las partículas en suspensión. Sin embargo, salvo en situaciones especiales, estas afecciones en ningún caso generaron impactos negativos relevantes ya que no es esperable que modifiquen sustancialmente el estado preoperacional de las condiciones hidrológicas de la zona receptora. Estas situaciones especiales podrían detectarse en zonas muy confinadas o sistemas de agua semicerrados donde la renovación del agua sea escasa. En estos casos, la dispersión de los agentes considerados no se facilita, pudiendo desarrollarse fenómenos de eutrofia.

SUELO

De igual manera que ocurre con la calidad fisicoquímica del agua, la calidad del sedimento también se verá alterada por el asentamiento de comunidades bentónicas en los arrecifes, y especialmente por el aumento de la carga de materia orgánica en los sedimentos. Estos efectos serán de mayor relevancia que los descritos para la calidad del agua, dado el carácter de sumidero del compartimiento ambiental sedimento y su capacidad de concentrar este tipo de sustancias, no esperándose, salvo en situaciones especiales como las comentadas para el caso de la calidad del agua áreas confinadas y sistemas de aguas semicerrados, que se manifiesten de forma significativa.

PAISAJE

Fenómenos de acreción y erosión sobre el sistema ambiental. En general, estos efectos se pueden manifestar medio o largo plazo tras el fondeo de los arrecifes artificiales. Ambos procesos ocurren con el desprendimiento, transporte y sedimentación de las partículas que componen el lecho marino, por la acción del movimiento del agua y las propias partículas de sedimento al ser arrastradas de un lugar a otro. Sin embargo, estos fenómenos se presentan en sitios

La presencia de estos elementos, y fauna y flora asociadas, atraerán la atención de observadores, convirtiendo una zona carente de interés paisajístico en verdaderos focos de atracción para los visitantes subacuáticos. Este puede ser un efecto nada despreciable en la comunidad debido a su posible valor económico.

FLORA

La disminución de la transparencia del agua lo que implica una merma significativa de la tasa fotosintética de algas y fanerógamas marinas. Si el efecto se manifiesta en un periodo relativamente prolongado de tiempo, estas especies pueden verse seriamente dañadas, pudiendo incluso llegar a desaparecer del entorno. No obstante, el proyecto se ubica en un área no vegetada, donde la diversidad de flora es baja y nula en los sitios requeridos para instalar los arrecifes artificiales. Si bien, existe la posibilidad de ocasionar suspensión de partículas en la columna de agua, el tiempo y la distancia en la que viajan no es el requerido para alcanzar sitios con ecosistemas delicados o valiosos para su conservación. Sin embargo, este efecto puede minimizarse con la debida precaución.

Asimismo, se espera un impacto positivo con la mejora de las características biológicas del sitio de proyecto, con un aumento de cobertura y diversidad de especies de flora y fauna. Sin la inclusión de especies exóticas.

FAUNA

Los organismos bentónicos y pelágicos pueden verse afectados por la incorporación de partículas a la columna de agua provocada por las labores de fondeo, manifestándose en mayor medida sobre aquellos organismos que presenten limitaciones en su movimiento. Las partículas incorporadas a la columna de agua puede dificultar la respiración de determinados organismos (colapso respiratorio por presencia de detritus en branquias y otros órganos respiratorios), disminuir la capacidad de alimentación (ej. sobrecarga de detritus en penachos de organismos filtradores), e incluso enterrar completamente comunidades sésiles cercanas, haciéndolas desaparecer.

No obstante, el proyecto se ubica en un área no vegetada, donde la diversidad de organismos marinos sésiles y móviles es muy baja o nula. Si bien, existe la posibilidad de ocasionar suspensión de partículas en agua que incidentalmente afecten organismos transeúntes del área, este efecto irreversible y significativo puede minimizarse con la debida precaución.

La infraestructura pudiera modificar de hábitat para especies en la NOM. Sin embargo debido a la caracterización del sitio, se conoce que no tiene complejidad alguna que haga el sitio clave para las especies de tortugas marinas que transitan en temporadas. Se debe considerar las dimensiones, profundidad y épocas de reproducción durante el diseño e instalación de la infraestructura.

Asimismo, se espera un impacto positivo con la mejora de las características biológicas del sitio de proyecto, con un aumento de cobertura y diversidad de especies de flora y fauna. Sin la inclusión de especies exóticas.

SOCIEDAD

Durante todas las etapas del proyecto se generaran empleos diversos, siendo el del interés principal, la pesca por métodos tradicionales. Se espera un aumento de los recursos marinos y/o pesqueros, que genera una mejora de la seguridad alimentaria y del nivel de vida de la población local.

La desviación de la presión que ejerce la pesca de subsistencia o comercial fuera de los sistemas naturales sensibles. Además de la protección de ecosistemas vulnerables contra técnicas de pesca destructiva y/o ilegales.

El aumento de espacios de ocio y esparcimiento llevara consigo un aumento de la demanda turística de la comunidad ya que suele atraer a visitantes ocasionales o de temporada que buscan la actividad promovida por la instalación de estas estructuras. El aumento de turismo significa una entrada económica directa e indirecta para la Isla Holbox.

Tabla 16. Agrupación de los indicadores de impacto.

FACTORES AMBIENTALES		ATRIBUTO AMBIENTAL IMPACTADO
ABIOTICO	AIRE	CALIDAD DEL AIRE
		NIVEL DE RUIDO
	AGUA	CALIDAD
		HIDRODINAMICA
		DISPERSION DE SEDIMENTOS
	SUELO	RELIEVE
		EROSION
		CALIDAD
		DISPERSION DE SEDIMENTOS
	PAISAJE	FISIONOMIA
		ESTÉTICA
BIOTICO	FLORA	DIVERSIDAD Y CANTIDAD
		ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCION
	FAUNA	DIVERSIDAD Y CANTIDAD
		ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCION
MEDIO SOCIOECONOMICO	PESCA, TURISMO E INVESTIGACION	
	CALIDAD DE VIDA	
	GENERACION DE EMPLEOS	
	POSIBLES DAÑOS DE SALUD AL PERSONAL	

5.3 Criterios

Los criterios para la evaluación de los eventos a modificar el área de proyecto, son relacionados a la metodología de la “matriz de causa-efecto” (Leopold, et al., 1971). El código que se usa en las celdas de la matriz, denota las características de los impactos y si es posible mitigarlos o no. Cada celda de intersección se divide, y procede, de la siguiente manera:

En la parte superior izquierda se indica la magnitud del impacto, es decir, el grado de extensión o escala del impacto seguido del signo positivo (+) o negativo (-), según sea la característica del impacto.

La magnitud se puntúa del 1 al 3 (1 si la alteración es mínima y 3 si es muy significativa).

La estimación de la magnitud está en función de la experiencia del evaluador, para después acompañar de una explicación justificando los impactos señalados resaltando los más significativos, aquellos cuyas filas y columnas aparecen con calificaciones altas. Otra valoración es la duración de los impactos en su corto, mediano y largo plazo.

El código que se usa en las celdas de la matriz modificada denota las características de los impactos y si es posible corregirlos o no.

Tabla 17. Valores que son utilizados para la evaluación de una actividad y su impacto generado.

CRITERIO	DESCRIPCION	VALORACION
Intensidad	Se refiere al grado de afectación del medio (físico, biológico y socioeconómico-cultural) por la ejecución del proyecto. Para su evaluación se considera insignificante o sutil cuando no hay cambios o estos son imperceptibles y significativos o notables cuando las repercusiones en el medio ambiente son evidentes.	Insignificante o sutil (I). - Cuando no hay cambios o estos son imperceptibles. Significativo o notable (S). - Cuando son evidentes las repercusiones en el medio Ambiente.
Extensión	Se refiere a las repercusiones del impacto in situ y en algunos casos este trasciende más allá de sus límites hacia la localidad, municipio, estado o región.	Predio (P). - In situ Localidad (L). - Repercusiones del Impacto que trasciende más allá de sus límites.
Duración	Considera la temporalidad de los impactos, desde la aparición del efecto hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción ya sea por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz (Z). - La recuperación de la calidad ambiental es inmediata tras el cese de la actividad. Temporal (T). - Es una alteración no permanente en el tiempo (hasta 10 años), llegando a ser en algunos casos persistente (muy duradero o pertinaz). Fijo (F). - Es una alteración continua en el tiempo sobre los factores ambientales considerados (mayor a 10 años).
Carácter del impacto	Analiza las acciones de deterioro o mejora hacia las características de los componentes ambientales	Benéfico: Se refieren a acciones que contrarrestan los efectos del impacto humano o bien resultan propositivos para el medio. En las celdas de la matriz serán señalados en con el símbolo (+) y color blanco.

CRITERIO	DESCRIPCION	VALORACION
		Negativos mitigables: Son impactos susceptibles a aplicar medidas de prevención y/o mitigación. En las celdas de la matriz serán señalados con color azul. Negativos no mitigables: Se refieren a los impactos negativos de carácter irreversible, que no pueden ser compensados con alguna medida. En las celdas de la matriz serán señalados con color verde.
Magnitud	Es la valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado extensión o escala.	Rango entre 1 y 3 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1).

5.4 Resultados de evaluación

Utilizando la matriz modificada de Leopold, *et al.* (1971), se realizó el análisis del impacto en cada una de las 3 etapas del proyecto considerando 7 acciones impactando 19 atributos ambientales clasificados en tres factores ambientales (abióticos, bióticos y socio-económico). El resultado del listado muestra que existirán 7 acciones cuyo impacto ambiental es mitigable, y 1 que no es mitigable y está relacionada con el cambio del relieve del sitio de proyecto, que modificará el paisaje. De estas acciones, 46 efectos, donde 11 serán fijos después del proyecto y el resto temporal. 3 son cambios significativos, en su mayoría positivos y locales.

Tabla 18. Cuadro sintetizado de valores en la tabla de medición.

CODIGO DE LOS CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS				
Intensidad	Insignificante	I	+ Benéfico	--
	Significativo	S	- Negativo	No mitigable
Extensión	Predio	P		Mitigable
	Localidad	L	Magnitud	1 No significativo
Duración	Fugaz	Z		2 Significativo
	Temporal	T		3 Muy Significativo
	Fijo	F		

Tabla 19. Resultados de la evaluación por el método de matriz de causa-efecto.

		PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN			OPE
CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO		Reuniones	Reclutamiento y capacitación	Contratación de embarcación	Adquisición de estructuras	Transporte de estructuras	Instalación en el área de estudio	
AIRE	CALIDAD DEL AIRE	-	-	-	-	ILT-1	-	
	NIVEL DE RUIDO	-	-	-	-	ILT-1	ILT-1	
AGUA	CALIDAD	-	-	-	-	SLT-1	SLT-1	S
	HIDRODINAMICA	-	-	-	-	-	IPT-1	
	DISPERSION DE SEDIMENTOS	-	-	-	-	SLT-1	SLT-3	S
SUELO	RELIEVE	-	-	-	-	-	SPF-1	
	EROSION	-	-	-	-	-	SPT-1	S
	CALIDAD	-	-	-	-	-	SPT-2	
	DISPERSION DE SEDIMENTOS	-	-	-	-	-	SPT-2	
PAISAJE	FISIONOMIA	-	-	-	-	-	IPF-2	
	ESTÉTICA	-	-	-	-	-	SPF-3	S
FLORA	DIVERSIDAD Y CANTIDAD	-	-	-	-	-	-	S
	ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCION	-	-	-	-	-	-	I
FAUNA	DIVERSIDAD Y CANTIDAD	-	-	-	-	-	-	S
	ESPECIES EN ESTATUS DE PROTECCION	-	-	-	-	IPT-1	IPT-1	I
SOCIAL	PESCA, TURISMO E INVESTIGACION	-	SLT+1	-	-	-	-	S
	CALIDAD DE VIDA	-	SLT+1	SLT+1	SLT+1	SLT+1	SLT+1	S
	GENERACION DE EMPLEOS	SLT+1	SLT+2	SLT+2	SLT+2	SLT+2	SLT+2	S
	DAÑOS DE SALUD AL PERSONAL	-	-	-	-	SLT-1	SLT-1	S
TOTAL								

6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En virtud de que con la implementación del proyecto no se prevé la generación de impactos adversos significativos, las medidas de mitigación se prevén antes de la instalación de las unidades de arrecifes artificiales, al contemplar al ambiente natural para el diseño y posicionamiento de estos. A continuación se describen las actividades de mitigación y prevención que se realizarán para mantener las condiciones naturales del área, en relación de las etapas del proyecto y los componentes ambientales que se han identificado como “afectables negativamente”. Los impactos positivos no se describen en este capítulo por lo que la etapa de preparación de sitio no es considerada.

6.1.1 Etapa de Construcción e instalación del proyecto

AIRE

Para mitigar el aumento de los gases contaminantes a la atmosfera, provenientes de combustión procedentes de las embarcaciones y maquinarias responsables del traslado.

Supervisar al inicio de los trabajos y durante los mismos, que la maquinaria empleada opere respetando las normas de emisión de gases con estricto apego a lo estipulado en la NOM-044-SEMARNAT-1993 mediante verificación vehicular. Se llevará una bitácora de mantenimiento de maquinaria y de vehículos. La maquinaria deberá mantenerse en buen estado y evitar el derrame de lubricantes o combustibles que puedan dañar al suelo, agua, viento, flora y fauna del área.

Bajo ningún motivo, el personal de obra del proyecto desechará o verterá en terrenos del predio residuos derivados del mantenimiento o reparación de vehículos (aceite, llantas, empaques, etc.), ni realizará estas acciones en terrenos adyacentes al área del proyecto. Cuando eventualmente se generen este tipo de residuos dentro del predio, estos se manejarán, transportarán y dispondrán conforme a la normatividad ambiental vigente.

Para reducir los niveles de ruido provenientes de las embarcaciones y maquinaria

Se deberán respetar los estándares que para la emisión de ruido contempla la NOM-080-ECOL-1994. Asimismo, el horario de uso y operación de embarcaciones y maquinaria será de lunes a viernes de 8 a 17 hrs. Los sábados de 8 a 14 horas y los domingos y días festivos de acuerdo a la Ley Federal del trabajo no serán laborables. Esta medida es aplicable en todas las fases del proyecto.

AGUA

Suspensión de los sedimentos, la generación de turbidez y al desprendimiento de material proveniente de las estructuras en cemento o de las embarcaciones.

Una de las características importantes del sitio de proyecto es el movimiento natural de sedimento que permite el transporte de microorganismos por las corrientes, y que confirma la viabilidad de conseguir cobertura de organismos en las estructuras a instalar. Aunque la etapa de instalación signifique el aumento temporal en el volumen de sedimentos dispersados, la medida de mitigación principal consistirá en realizar un descenso continuo y guiado de las estructuras desde embarcación hacia el fondo, por parte de los buzos. Si es preciso, la implementación de bidones o envases de plástico, vacíos, limpios y tapados que impidan el paso de agua, debajo de las unidades de arrecifes artificiales, permitirá el descenso lento y cuidado.

Así también se manifiesta, que el diseño de las estructuras por unidades, permite reducir la magnitud del impacto del suelo con la estructura, debido a que el aumento del peso es gradual. Esto disminuye la incidencia de dispersión de sedimentos y turbidez. Al igual que, los sitios utilizados para instalar los módulos de arrecifes artificiales, se caracterizan por tener sedimentos de mayor grosor y pedazos de conchas, que permite continuar con el objetivo de reducir la dispersión de los sedimentos.

Por último, para evitar el desprendimiento del material proveniente de las estructuras y posible contaminación por el mismo, se ha escogido el material recurrente y comprobado para desarrollo de arrecifes artificiales y construcciones bajo el agua de mar. El material de concreto puzolánico reforzado es el idóneo ya que no desprende residuos con el tiempo, y mantiene su composición aun en presencia de agentes corrosivos.

Modificación de la hidrodinámica actual.

Las corrientes submarinas no se verán modificadas por efecto de las estructuras debido a que la posición de las mismas estará a consideración de la dirección habitual de las mismas. Aunado al diseño que presentan los arrecifes artificiales en cemento, el cual reduce la superficie en contacto con el ambiente y mantiene "abierto" el paso de las condiciones hidrodinámicas actuales.

SUELO

Alteración de la calidad de sedimento.

Bajo este supuesto, las medidas de mitigación se remiten a las utilizadas para reducir la dispersión de sedimentos durante las actividades de instalación de las estructuras. Además, de considerar que el material de la infraestructura sea el ideal para evitar cualquier desprendimiento accidental de materia en el área, y mantener un monitoreo de vigilancia.

Se manifiesta que la línea de costa no necesitara de medida de mitigación por que no se verá impactada por la presencia del proyecto, debido a la distancia y la profundidad en el que será colocado.

PAISAJE

Fenómenos de acreción y erosión sobre el sistema ambiental

El diseño y la disposición propuesta para los arrecifes artificiales permitirán el paso de las principales corrientes, y por consecuencia, del transporte natural de los sedimentos. Por lo que estas características son las medidas de mitigación en el cambio de paisaje dentro del sistema ambiental. El cambio visual que ocurrirá en el sitio es significativo por la naturaleza de blanquial que tiene el área, sin embargo las dimensiones de los módulos y la distribución propuesta permitirá la movilidad de organismos marinos entre las estructuras y sobre las mismas.

FLORA Y FAUNA

Partículas incorporadas a la columna de agua puede dificultar la respiración de determinados organismos

La medida de mitigación a incorporar es similar a la descrita para reducir la dispersión de sedimentos en el agua y en el suelo. Asimismo, se manifiesta que la incidencia de organismos marinos (flora o fauna) en el sitio de proyecto es mínima y/o adaptada a la interacción regular con sedimentos debido a las corrientes existentes.

Modificación de hábitad para especies en la NOM

El cambio visual que ocurrirá en el sitio es significativo por la naturaleza de blanquial que tiene el área, sin embargo las dimensiones de los módulos y la distribución propuesta permitirá la movilidad de organismos marinos entre las estructuras y sobre las mismas. Será el mismo caso para las especies de tortugas marinas que podrían circular por el área en época de apareamiento o en búsqueda de comida, ellas tendrán la posibilidad de navegar entre y sobre los módulos sin peligro de quedarse atoradas o de tirar alguna unidad.

Se considera realizar las actividades de instalación fuera de la época de anidación de las tortugas marinas en las playas de la Isla Holbox, para evitar la interacción de estos organismos con las actividades de los buzos.

6.1.2 Etapa de Operación

ASPECTOS ABIOTICOS

El diseño, la disposición y las dimensiones de los arrecifes artificiales contemplan los atributos abióticos del área para continuar con los mismos aun después de la población natural de los mismos por organismos marinos. El indicador prioritario durante esta etapa de proyecto es el aumento de materia orgánica en el sitio, el cual será parte del paisaje por el fenómeno de sedimentación, y serán parte de la corriente que conforma el sistema ambiental. Esto no significa que los volúmenes de materia orgánica serán un riesgo para el equilibrio ecológico, toda vez que los cambios serán graduales, definidos por la dimensión del proyecto y contenibles dentro del sistema ambiental por las características de las corrientes y la profundidad.

ASPECTOS BIOTICOS

Un problema de la finalidad del proyecto es que puede actuar como trampas de pesca, cuyo uso indiscriminado podría contribuir a la sobreexplotación de los recursos. Sin embargo, una medida que se llevara a cabo para impedir este hecho es la regulación y vigilancia del área por parte de los interesados en coordinación de las autoridades que protegen el área natural protegida. Se mantendrán bitácoras informativas sobre los procesos de pesca (ej. Nombre de pescador, cooperativa, especies atrapadas, cantidad, fecha de captura) para tener un control de las actividades que se realizan en el área, y poder analizar estadísticamente las capacidades de producción y captura que se generaran en el arrecife artificial.

Lo anterior, aunado a talleres de capacitación e información de las medidas a desarrollarse, la importancia de proteger a los organismos marinos, y el estado de producción del proyecto, permitirán tener una comunicación eficiente con los interesados en utilizar el arrecife para pesca, turismo o investigación. Estos talleres también permitirán planear brigadas para reducir la posible ocurrencia de especies exóticas (ej. Pez león), y proteger las especies de prioridad en el ANP (ej tortugas marinas).

ASPECTOS SOCIALES

Las características del proyecto contemplan la interacción del mismo con los atributos abióticos y la costa, señalado que la distancia y la profundidad de los módulos de arrecifes artificiales no irrumpirán con los procesos naturales actuales del área, por lo que la comunidad podrá mantener sus actividades regulares.

Un grupo social mal informado sobre el manejo de las especies, pudiera alterar, estresar y deteriora la vida marina en el sitio de proyecto, por lo que los talleres de capacitación e información permitirá instruir a los pescadores y guías turísticos de las medidas necesarias para reducir accidentes dentro y fuera del área de proyecto. Considerando accidentes

relacionados con la vida marina y hacia los mismo grupos de personas. Entre los puntos a tratar se referirán los siguientes:

- Los buzos interesados en practicar dicha actividad, deberán demostrar su certificación a la actividad.
- Los turistas no podrán tomar muestras del área (los interesados deberán solicitar un permiso con las autoridades pertinentes).
- A turistas, no se permitirá la interacción física con las especies móviles que habiten en el arrecife y áreas contiguas. Es recomendable mantener la distancia de los organismos silvestres.
- Las embarcaciones utilizadas para traslado de personas hacia el área de proyecto debe ser objeto de un adecuado mantenimiento.
- Realizar verificación de los impactos ambientales positivos y negativos del arrecife sean los señalados con anterioridad, utilizando los indicadores descritos en esta manifestación. Evaluar hasta qué punto el arrecife cumple la finalidad para la que fue construido. E inspeccionar que el arrecife funcione de acuerdo con las condiciones indicadas en el permiso.

Se recomienda la señalización en la playa de las actividades permitidas y prohibidas a realizarse en el arrecife artificial durante su etapa productiva. Se ejemplifica algunas actividades a considerar:



6.2 Impactos residuales

Los impactos se reducirán en gran medida a través del cuidado durante la instalación de las unidades de arrecifes artificiales, por su diseño, dimensión y disposición en el sitio de interés. Además de por las características físicas del sitio de proyecto, con un suelo mixto y una buena profundidad para el tipo de proyecto. Se considera que las medidas propuestas atenuarán los impactos en el corto plazo evitando la producción de impactos residuales.

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 Pronóstico del escenario

Con base en la naturaleza, alcances y objetivos del proyecto planteado en la presente manifestación de impacto ambiental, se han definido tres escenarios a diferentes tiempos, el primero de ellos, el predio sin proyecto; el segundo, el proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación ambiental; y, el tercero de ellos, el proyecto con la aplicación de medidas de mitigación ambiental, mismos que a continuación se describen:

Escenario 1: Sitio sin proyecto.

El sitio propuesto no tendrá cambio alguno, imposibilitando el desarrollo de zonas de crecimiento de organismos marinos, lo que inducirá a utilizar los sitios de pesca existentes. La población no podrá disponer de un mayor número de organismos para poder preservar el área por lo que las próximas generaciones tendrán que realizar otras profesiones o buscar otras ciudades para emplearse. No existirá un desarrollo de la actividad como tal por que la comunidad no será capaz de competir con los volúmenes de pesca de otras regiones y del mercado de otros países.

Desarrollar actividades acuícolas en la cercanía de cuerpos de agua no es una opción para las cooperativas debido a la inversión inicial, a las pocas empresas que gestionan los insumos y la normativa que aplica en el parque. Podría aumentar el número de actos ilícitos contra especies de importancia ecológica y peligro por su cantidad, debido a su valoración económica.

Escenario 2: Sitio con proyecto pero sin la aplicación de medidas de mitigación ambiental.

Con la instalación de los arrecifes artificiales se crearán refugios y se incrementará la disponibilidad de sustrato el cual es utilizado para la fijación de algas, pequeños moluscos, crustáceos, que sirven de alimento a muchas especies marinas que son de importancia económica para muchas de las comunidades que viven en la zona costera. Con los arrecifes artificiales se creará áreas de agregación de organismos juveniles, y les permitirán desarrollarse y reproducirse, convirtiéndose en un ecosistema cada día más productivo. Así también se buscará la pesca en la fase productiva de los arrecifes artificiales, el turismo y las actividades de investigación que permitan mejorar la calidad de vida de los locales.

El escenario ambiental que se pronostica en caso de no contemplar un diseño en base al sitio, y con una instalación sin precaución, es la inestabilidad de las estructuras que pudieran ser movidas por las corrientes o recubiertas por los sedimentos creando pared artificial que modificaría el movimiento normal de los sedimentos.

Probablemente, dimensiones mayores a las descritas, pudieran reducir la libertad de traslado de especies en peligro de extinción, como las tortugas marinas, delfines, tiburones y otros organismos de mayor tamaño que habitan en el área.

Escenario 3: Proyecto con la aplicación de medidas de mitigación ambiental.

Sin embargo y contrario al escenario anterior, el promovente se compromete a aplicar en todas y cada una de las etapas del proyecto y, de manera puntual, medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental tendientes a reducir al mínimo los impactos negativos del proyecto eliminando la posibilidad de ocasionar un desequilibrio ecológico en el sistema ambiental. Las medidas planteadas en el presente estudio, están orientadas entre otras, a la utilización única y exclusiva, de las superficies requeridas para el proyecto, evitando la afectación por sedimentos, el cambio en las corrientes, no dispersión de materiales contaminantes, reducción de residuos proveniente de motores de embarcaciones, protección a organismos marinos, dando prioridad a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La concientización de los trabajadores para crear en ellos una cultura orientada a la importancia de proteger y conservar los recursos marinos, con miras al desarrollo económico sustentable y mejora en la calidad de vida para ellos y las próximas generaciones.

7.2 Programa de vigilancia ambiental

El presente programa es parte fundamental que permitirá incorporar los elementos técnicos, prácticos y normativos a las actividades sociales a ocurrir en el área, bajo un sistema planeado de funcionalidad con miras sustentables. El objeto primordial del programa es el de coordinar actividades que permitan evaluar la eficiencia ambiental, social y económica del proyecto, en relación a la planeación previa.

La vigilancia debe comenzar con la colocación del arrecife y mantenerse durante sus primeros años productivos. Los resultados de esta vigilancia constituirán la base para adoptar decisiones sobre las posibles modificaciones de la estructura o, en caso extremo, su retirada.

7.2.1 VEREFICACION DE EFICACIA

La evaluación de la eficacia de un arrecife comprende dos aspectos:

1. Vigilancia de la estabilidad

Para evaluar la posición del arrecife y su altura sobre el fondo marino deberá realizarse periódicamente monitoreos utilizando equipos de rastreo por sonar, equipos para verificar las coordenadas de las estructuras y equipo fotográfico para evidenciar los supuestos. La

integridad estructural puede evaluarse mediante inspecciones visuales submarinas o bien utilizando películas submarinas a control remoto (con vehículos operados a control remoto). La frecuencia recomendada para estas tareas es una vez al mes durante el primer año y una vez al año durante los siguientes cinco años.

2. Vigilancia del funcionamiento

Es importante mencionar que la finalidad del proyecto es el aumento de sitios de refugio, reproducción, crecimiento y desarrollo de organismos marinos, que a su vez permitan el desarrollo de actividades de pesca, de recreación e investigación. Los indicadores a evaluar al considerar esta función son:

- Número de especies sésiles o móviles que se encuentran el sitio de proyecto.
- Abundancia y/o cobertura de individuos por especie.
- Tamaño de los individuos.
- Volumen y especies de peces extraídos.
- Número de visitas al arrecife anualmente.

MÉTODO

La cuantificación de la presencia de las especies seleccionadas debe llevarse a cabo por medio de un censo sobre el terreno de estas especies, registrando el número y tamaño de sus individuos. La vigilancia de la diversidad y de la estructura espacial de las poblaciones existentes en el arrecife debe incluir no solamente las especies seleccionadas, sino también los organismos asociadas a ellas. Estas variables pueden medirse mediante la toma directa de muestras de la biota bentónica, seguida de su identificación y cuantificación. Otros métodos son la vigilancia fotográfica, que es no destructiva, o la instalación de paneles desmontables.

Los cambios en las capturas de la flota pesquera deben medirse comparando las capturas anuales medias de las especies seleccionadas antes y después de la instalación.

La cuantificación precisa del número de visitantes al arrecife resulta compleja, ya que algunas de estas visitas las realizan individuos no relacionados con la organización que gestionara el arrecife. Sin embargo, el resultado puede representar una estimación aproximada del aumento de la actividad.

7.2.2 VEREFICACION AMBIENTAL

Los objetivos de la vigilancia medio ambiental deben ser evaluar los impactos ambientales del arrecife y/o los conflictos del arrecife artificial con otros usos lícitos de la zona marítima o partes de ésta. La vigilancia determinara si la zona afectada difiere del sitio de proyecto y si el alcance de los cambios que trascienden de la zona afectada prevista difiere del alcance previsto. Si un arrecife artificial parece no cumplir sus objetivos, la vigilancia

también puede abarcar las variables utilizadas en el proyecto original del arrecife y que pueden ser la causa de su inestabilidad y/o mal funcionamiento.

Entre los efectos que deben evaluarse se encuentran los que afectan al medio abiótico. Los indicadores que deben medirse son las corrientes, características de los sedimentos y propiedades del agua (temperatura, salinidad, densidad, nutrientes, oxígeno, etc.). Por lo general, las observaciones químicas se referirán al tipo de material utilizado para construir el arrecife. Deben proporcionarse informes periódicos concisos sobre las actividades de vigilancia a las partes interesadas, cuya frecuencia dependerá de la escala de la operación de colocación. En caso necesario, sus resultados deben examinarse periódicamente con el fin de: modificar el sitio de colocación o poner fin al programa de vigilancia.

7.3 Desmantelamiento

El estudio de vigilancia indica que si el proyecto no funcionara como estaba previsto o si se producen efectos negativos no señalados en la evaluación del impacto ambiental, deberá estudiarse dos opciones: i) modificar el arrecife para corregir la situación, o ii) si no es posible modificarlo o si el arrecife no cumple su objetivo, las autoridades competentes pueden tomar la decisión de interés público de desmantelar o retirar la estructura del arrecife.

En tal caso, el desmantelamiento y retirada de las estructuras pueden plantear una serie de dificultades similares a las de su colocación. Aunque, en el caso del proyecto las características batimétricas del fondo marino, la profundidad a la que se encuentren las estructuras y el diseño de las unidades, hace menos complejo el proceso. Sin embargo, requerirá la planificación de una serie de actividades que comprenden el desmontaje, elevación a bordo y transporte de la estructura al puerto más cercano. Entre estas actividades se encuentra establecer la actual ubicación exacta de los módulos o estructuras ancladas, así como su estado actual, es decir, si están intactos o no, y el método de extracción. Además, debe garantizarse la ausencia de interferencias con la navegación en la zona y que no se altera todavía más la calidad ambiental del ecosistema.

Es necesario tomarse en cuenta la evaluación previa del estado actual del arrecife y del fondo marino (dependiendo del periodo transcurrido y de la dinámica del fondo marino, los bloques que pueden haberse desprendido, movido, hundido, fracturado, etc.). Para ello debe evaluarse el peso, número, tamaño y forma de la o las estructuras que deban retirarse, las características del fondo marino en el lugar, las corrientes mareales y la acción del viento o las olas. Así también es recomendable realizar los siguientes estudios:

- una evaluación de los recursos y sistemas disponibles para el desmantelamiento, que deben incluir el tipo de barcos capaces de transportar los módulos, la disponibilidad de grúas capaces de levantar los bloques y los recursos técnicos y humanos necesarios para este proceso (boyas, balizas, barcos auxiliares, etc.);
- un estudio en el que se indique la mejor manera de reducir el coste económico;

- un estudio sobre la optimización del transporte (sistema, procedimiento, método y herramientas) de los módulos del arrecife de la zona de recogida al muelle y su posterior descarga, limpieza, almacenamiento y gestión;
- propuestas para controlar la calidad de la operación de desmantelamiento;
- propuestas para restaurar y regenerar los ecosistemas que hayan resultado dañados durante la vida del arrecife. Si se ha definido un procedimiento de desmantelamiento antes de la colocación, es posible que éste deba ajustarse teniendo en cuenta: i) si las condiciones han cambiado en el lugar; ii) si el arrecife se ha movido o si se considera que el estudio inicial es inexacto.

Si bien los detalles del desmantelamiento varían entre un arrecife y otro, en general los pasos para los arrecifes contruidos intencionalmente son:

- la separación de los bloques o módulos;
- la elevación de cada uno de los bloques a la embarcación con una grúa;
- el afianzamiento de los bloques a la cubierta de la embarcación, de acuerdo con un plan establecido para mantener la estabilidad de la embarcación;
- el transporte a puerto;
- la descarga y traslado al lugar de almacenamiento;
- el reciclaje o reutilización, dependiendo de las características de los módulos. Si se utilizan embarcaciones, muelles, plataformas marinas y otras estructuras que normalmente se degradan con el tiempo para crear un arrecife artificial, es necesario tener en cuenta que éstas serán permanentes, ya que resulta sumamente difícil retirarlas posteriormente.

En caso de que sea necesario retirar dichas estructuras, se requieren embarcaciones y equipos especializados para que no se desmoronen al ser izadas desde el fondo del mar. Dichas operaciones únicamente deben realizarse cuando sea absolutamente necesario.

7.4 Conclusiones

En la actualidad, el sitio no es visitado con frecuencia por grupos sociales, ya que las zonas de pesca o las zonas turísticas, se encuentran en direcciones contrarias al sitio. El proyecto aumentaría la estética, valor ambiental y la importancia social del sitio. El proyecto representa cambios positivos que deberán ser coordinados íntegramente para asegurar empleo por muchas generaciones y la conservación de los beneficios a generar.

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Planos de distribución del proyecto.

VIII.1.2. Plano de diseño del proyecto.

VIII.2 Anexos

ANEXO 1. Acta constitutiva de la "Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cabo Catoche S. C. de R. L."

ANEXO 2. RFC de la asociación.

ANEXO 3. Acta que avala al representante oficial.

ANEXO 4. Identificación oficial del representante legal.

ANEXO 5. Identificación oficial del técnico del estudio.

ANEXO 6. RFC del técnico del estudio.

ANEXO 7. Permiso para realizar actividades extractivas pesqueras de la asociación.

ANEXO 8. Hoja de seguridad del material de construcción.

9 REFERENCIAS

- Appendini, C., Torres-Freyermuth, A., Salles P., López-González, J., y Mendoza, E. 2014. Wave climate and trends for the Gulf of Mexico: A 30-yr wave hindcast. *Journal of Climate*. Issue 27 (4), 1619-1632.
- Back, W. 1985. Hidrogeology of the Yucatan. In: *Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula*. By: W. C. Ward, A. E. Weidie and W. Back (eds.). *New Orleans Geological Society*. New Orleans, USA. Pp 99-123.
- Beine, M., 2001. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. *Ocean and Coastal Management*, Issue 44, p. 241–259.
- Calvo, L.M. 2011. Uso de las palmas. En Pozo, C., Armijo, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. *El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD)*. México, D. F., pp 83.
- Cardenas-Palomo, N., Herrera-Silviera, J. & Reyes, O., 2010. Distribucion espacio-temporal de variables fisicoquimicas y biologicas en el habitat del tiburón ballena *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae) al norte del Caribe Mexicano.. *Rev. Biol. Rop.*, 58(1), pp. 399-412.
- Carrillo L., G. Horta- Puga y J.P. Carricart- Ganivet 2007. Clima y oceanografía. En: *Coral reefs of the southern Gulf of Mexico. Harte Research Institute for Gulf of Mexico studies series*, pp. 216.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2005. Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera del Tiburón Ballena. Quintana Roo, MX. pp. 54.
- CONAPESCA, 2010. Uso potencial y regulacion de Arrecifes Artificiales en Mexico, Campeche: *AQUAMAR INTERNACIONAL*.
- Cuevas, E., J. C. Faller Menéndez, A. Angulo, M. Andrade Hernández, R.A. Puc Gil, y B.I. González Garza 2014. Tortugas marinas y jaguares en la costa de Quintana Roo. *CONABIO. Biodiversitas*, 114:13-16.
- Froelich N., Atwood K. & Giese G. 1978. Influence of Amazon River discharge on surface salinity and dissolved silicate concentration in the Caribbean. *Deep Sea Research*. United Kingdom (G.B.). Issue 25, pp. 735-744.
- Hacohen-Domené, A., Martínez-Rincón, R., Galván-Magaña, F. & Cárdenas-Palomo, N., 2017. Environmental factors influencing aggregation of manta rays (*Manta birostris*) off the northeastern coast of the Yucatan Peninsula.. *Marine Ecology*. , pp. 1-9.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad (ITER). México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2016. Censo de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad (ITER). México.
- Komar, P. D. & Allan, J. C. 2008. Increasing Hurricane-Generated Wave Heights along the U.S. East Coast and Their Climate Controls, *J. Coastal Res. Issue 24*, pp. 479–488.

- MEA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well-being: Wetlands and water; synthesis report. Washington, DC. *World Resources Institute*. 68 p.
- Merino, M. 1992. *Afloramiento en la plataforma de Yucatán: estructura y fertilización*. Tesis Ph.D. DF, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 255.
- Ministerio de Medio Ambiente, 2008. *Guia Metodologica para la instalacion de Arrecifes Artificiales*. España: Secretaria General Tecnica.
- Molinari R. & Morrison J. 1988. The separation of the Yucatan Current from the Campeche Bank and intrusion of Loop Curren into the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research*, Issue 93, pp. 10645-10654.
- Monreal-Gómez, M., Salas-de-León, D, & Gracia-Gasca, A. 2004. El Golfo de México. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinket (Eds.), *Ciencias*, Issue 76, pp. 25-33.
- Ojeda, E., Appendini, C., & Mendoza, T. 2017. *Storm-wave trends in Mexican waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Issue 17, pp. 1305–1317
- Ochoa, J., J. Sheinbaum, A. Badan, J. Candela, & D. Wilson. 2001. Geostrophy via potential vorticity inversion in the Yucatan Channel. *Journal Marine Research*.
- PNUMA, 2009. *Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales*. Londres: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Reyes-Bonilla, H., & Jordan-Dalhgren, E. 2013 Southwestern Gulf Coral Reefs. Connectivity, biogeographycal relationships and management implications. *Harte Research Institute for Gulf of Mexico studies series*. Vol. 4.
- Salas, S. & otros, 2007. Son los refugios artificiales una opcion para mejorar la pesqueria de langos? El caso de la pesqueria de Yucatan. *Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, Volumen 9, pp. 12.
- Santander, L., Lopez, M., Mejia, L. & Gallegos, O., 2012. Evaluación del impacto ambiental de arrecifes artificiales para uso turístico en Cozumel, México. *Investigacion y ciencia de la Universidad de Aguascalientes*, Issue 56, pp. 18-26.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas/ Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Tortuga verde / negra, (*Chelonia mydas*) A. Laura Sarti Martínez, Ninel García Téllez, Ana R. Barragán Rocha y Christiane Aguilar Girón (Eds.) (1ra Ed.) México.
- Secretaría de Marina. 1980. Contribución al conocimiento de las características fisicoquímicas de las aguas del Caribe Mexicano. Química del Océano. México.
- Secretaría de Marina. 1999. Informe de datos oceanográficos IV crucero VU/71-20. Instituto Nacional de Pesca y Secretaría de Marina.
- Signoret, M., C. Bulit & R. Pérez. 1998. Patrones de distribución de clorofila a y producción primaria en aguas del Golfo de México y del Mar Caribe. *Hidrobiológica* 8 (2): 81-88
- Toledo Ocampo, A., 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México. Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias, *Universidad Nacional Autónoma de México*. 2da Edición, pp. 25- 52.

Tulaczyk, S. M., Perry E. C., Duller, C. E. & Villasuso, M. 1993. Influence of the Holbox Fracture zone on the Karst Geomorphology and Hydrogeology of Northern Quintana Roo, Mexico. *Applied Karst Geology*, pp. 181-188.

Tunnell, J. W. 1992. Natural versus human impacts to southern Gulf of Mexico coral reef resources. *Proceedings of Seventh International Coral Reef Symposium*, Issue 1, pp.300-306.

Tunnell, J. W. 2007. Checklist of the biota associated with southern Gulf of Mexico coral reefs and coral reefs islands. *Coral Reefs of the Southern Gulf of Mexico*. Texas, pp. 256.

Turismo e indicadores de desarrollo local en comunidades rurales del estado de Quintana Roo. 2010. Trabajos presentados. Consultado 15-03-2018. Disponible en http://www.sectur.gob.mx/work/sites/sectur/resources/LocalContent/13580/1/AlejandroPalafoxM_UnivAutdelEdodeMex.pdf

U.S. Department of the Navy, 1963. US Navy diving manual. Navy Department.

Vidal, V., Vidal, F. & Pérez-Molero, J. 1992. Collision of the loop current anticyclonic ring against the continental shelf slope of the western Gulf Mexico. *Journal Geophysical Research*, 97(2): 2155-2172 pp.

Zavala-Hidalgo, J., Gallegos-García, B., Martínez-López, J., & L. Morey. 2006. Seasonal upwelling on the Western and Southern Shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics*. pp. 333-338.