

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

“Muelle Caveri 2”

Ubicación:

Área marina adyacente a zona federal marítimo terrestre ubicado en el lote 1-02, manzana 29, Boulevard Kukulcan km 3.5 en la zona Hotelera de Cancún, Municipio de Benito Juárez en el Estado de Quintan Roo.

Promovente:



Realizado por:



Julio del 2023

ÍNDICE

I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1.	Proyecto.....	1
I.1.1.	Nombre del proyecto	1
I.1.2.	Ubicación del proyecto	1
I.1.3.	Tiempo de vida útil del proyecto.....	2
I.1.4.	Presentación de la documentación legal	2
I.2.	Promovente	2
I.2.1.	Nombre o razón social	2
I.2.2.	Registro federal de contribuyentes del promovente.....	2
I.2.3.	Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	2
I.3.	Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	2
I.3.1.	Nombre o razón social	2
I.3.2.	Registro federal de contribuyentes o CURP.....	3
I.3.3.	Nombre del responsable técnico del estudio.....	3
I.3.4.	Colaboradores del estudio técnico	3
I.3.5.	Dirección del responsable técnico del responsable técnico del estudio	3
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
II.1.	Antecedentes	3
II.1.1.	Naturaleza del proyecto	4
II.1.2.	Selección del sitio.....	9
II.1.3.	Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	10
II.1.4.	Inversión requerida.....	11
II.1.5.	Dimensiones del proyecto.....	12
II.1.6.	Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	12
II.1.6.1.-Colindancias del sitio del proyecto	13	
II.1.7.	Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	14
II.2.	Características particulares del proyecto.....	14
II.2.1.	Programa general de trabajo.....	15
II.2.2.	Preparación del sitio.....	16
II.2.2.1.-Movilización	16	
II.2.2.2.-Trabajos preoperativos	16	
II.2.2.3.-Limpieza del área	17	
II.2.3.	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	17
II.2.4.	Etapas de construcción.....	18
II.2.4.1.-Muelle	18	

II.2.4.2.-Sección del muelle	19
II.2.5. Materiales y herramientas a utilizar para los elementos de madera.....	20
II.2.6. Personal requerido	20
II.2.7. Etapa de operación y mantenimiento.....	21
II.2.8. Descripción de obras asociadas al proyecto	21
II.2.9. Etapa de abandono del sitio	21
II.2.10. Utilización de explosivos	21
II.2.11. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	21
II.2.11.1. Etapa de construcción del proyecto	22
II.2.12. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos	22
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO	23
III.1.-Leyes y Ordenamientos.....	23
III.1.1.-Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA).	23
III.1.4.-Ley General de Vida Silvestre	26
III.1.5.- Ley General de Cambio Climático.....	28
III.1.6.- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos.....	28
III.1.7.2.-Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.	45
III.1.8.-Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU).....	46
III.1.8.2.-Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Cancún, Quintana Roo(PDU 2018).	46
III.1.9.-Normas Oficiales Mexicanas	46
III.1.10.- Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.....	47
III.1.12.-Conclusión.....	48
IV.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.	48
IV.1.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....	48
IV.1.1.-DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).	49
IV.1.2.-CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.	49
IV.1.3.-SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG).	50
IV.2.-CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.	51
IV.2.1.-ASPECTOS ABIÓTICOS.....	52
IV.2.2.1.-CLIMA.	52
IV.2.2.-Geología y Geomorfología.	58
IV.2.2.1.-Edafología.	60

IV.2.3.-Hidrología.....	64
IV.2.3.1.-Hidrología Subterránea	65
IV.2.4.-Hidrología Superficial.....	67
IV.2.5.-CONDICIONES DEL ÁREA MARINA DEL SA	68
IV.3.-ASPECTOS BIÓTICOS.....	72
IV.3.1.-CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL TERRESTRE	72
IV.3.1.1.-Caracterización de Flora de la Porción Terrestre del SA	72
IV.3.1.2.-Especies de Flora del SA Terrestre enlistadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010.....	75
IV.3.1.3.-Caracterización de Fauna de la Porción Terrestre del SA.....	79
IV.3.1.4.-Especies de Fauna en el SA enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	81
IV.4.-CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL MARINO	82
IV.4.1.-MEDIO ABIÓTICO DEL SA MARINO.....	82
IV.4.1.1.-Batimetría	82
IV.4.1.2.-Dinámica costera.....	83
IV.4.2.-MEDIO BIÓTICO DEL SA MARINO	85
IV.4.2.-De acuerdo con la CONABIO	85
IV.4.3.-Caracterización Marina del SA	87
IV.4.4.-CARACTERIZACIÓN DE FONDOS DE LA ZONA MARINA DEL PROYECTO. .90	
IV.4.4.1.-Metodología para la actualización de la caracterización del área de estudio.....	90
IV.4.4.2.-Prospección.....	90
IV.4.4.3.-IDENTIFICACIÓN DE FLORA Y FAUNA MARINA.....	95
IV.4.5.-RESULTADOS	96
IV.4.5.1.-Análisis retrospectivo de las condiciones ambientales del área de estudio.....	96
IV.4.5.2.-Descripción del área de estudio.....	101
IV.4.5.3.-Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	102
IV.4.5.4.-Caracterización biológica del área de estudio.....	103
IV.4.5.5.-Índice de valor de importancia (IVI) por fondos marinos.....	109
IV.4.5.6.-Cobertura específica.....	116
IV.4.5.7.-Riqueza específica - Diversidad y equitabilidad.....	119
IV.4.5.8.-Discusión.....	121
IV.4.5.9.-Conclusiones.....	125
IV.4.5.10.-Batimetría	125
IV.4.5.11.-Corrientes	126
IV.4.5.12.-Resultados de Estudio DELFT3D: Modelación Hidromorfológica.	126
IV.5.-PAISAJE.....	129
IV.6.-DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	134
IV.6.1.-Diagnóstico ambiental a nivel del SA.....	134
IV.6.2.-Diagnóstico ambiental a nivel del área de interés.....	135

IV.7.-MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	136
IV.7.1.-Aspectos Demográficos	136
IV.7.2.-Características Económicas de la Población	138
IV.7.3.-Servicios de Salud.....	139
IV.7.4.-Servicios públicos.....	140
v.-IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	141
V.1.-Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	142
V.2. Caracterización de los impactos	145
V.2.1. Identificación y descripción de los indicadores ambientales y su impacto	145
V.2.2. Identificación de las acciones generadoras de impacto ambiental.....	149
V.3. Valoración de los impactos	152
V.4. Conclusión de la valoración de los impactos	168
VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	171
VI.3. Impactos residuales	180
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	181
VII.1. Pronóstico del escenario	181
VII.1.1. Escenario sin proyecto	182
VII.1.2. Escenario con proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación .	182
VII.1.3. Escenario con proyecto con la aplicación de las medidas.....	183
VII.2. Programa de vigilancia ambiental	183
VIII.-BIBLIOGRAFÍA.....	184

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.-Localización del proyecto.	1
Figura 2.-Vista aérea de la ubicación del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. 4	
Figura 3.- Imagen de las obras a ejecutar con relacion al proyecto CAVERI 2.....	5
Figura 4.-Muelle Caveri 2.....	11
Figura 5.- Imagen del área donde se pretende ejecutar el proyecto libre de obras o instalaciones	12
Figura 6.- Imagen de las colindancias de donde se pretende ejecutar el proyecto CAVERI 2... 13	
Figura 7.-Ejemplo de señalamientos.	17
Figura 8.- Detalle de la cubierta de madera del muelle.	19
Figura 9.- Detalle longitudinal.	19
Figura 10.- Método de recolecta de residuos sólidos.	22
Figura 11.-Localización del sitio del proyecto con respecto a la vegetación de manglar más cercana.	27
Figura 12.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.	45
Figura 13.-Sistema ambiental definido para el proyecto.	51

Figura 14.- Zonificación de los subtipos climáticos registrados en el territorio del Municipio Benito Juárez, según la carta de climas.	54
En la figura 15 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1991 al 2019 del que se cuenta con datos.....	54
Figura 16.-Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23155 de Cancún para el periodo 1991 al 2019 (Fuente: Datos de la CONAGUA de la estación meteorológica).	55
Figura 17.- Historial de la velocidad del viento (Fuente: Datos de la plataforma Meteoblue, 2019).	56
Figura 18.- Rosa de vientos (Fuente: Datos de la plataforma Meteoblue, 2019).	56
Figura 19.- Mapa de paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. Fuente: Bautista et al. 2005.	59
Figura 20.-Tipo de suelo presente en el SA.	61
Figura 21.- Se muestra la unidad geológica en la que se encuentra el SA y en sitio del proyecto.	63
Figura 22.-Localización del SA conforme la Carta de Cuencas hidrológicas del INEGI.	64
Figura 23.- Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.	66
Figura 24.- Esquema de los escurrimientos subterráneos de la Península de Yucatán.	66
Figura 25.-Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA y el sitio del proyecto.....	67
Figura 26.- Distribución espacial de las principales características y condiciones de la hidrología superficial del SA.	68
Figura 27.- Esquema tentativo de la circulación superficial en el Caribe Mexicano para la época estudiada	70
Figura 28.- Se muestra los usos de suelo y vegetación del SA Terrestre conforme a la carta del INEGI serie VII.....	72
Figura 29.-Mapa de vegetación y uso de suelo del SA Terrestre de acuerdo a la fotointerpretación.....	74
Figura 30.- Vista panorámica de la comunidad de manglar presente en el SA Terrestre.....	75
Figura 31.- Se muestran algunas de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A) Palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), B) Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>); C) Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) y, C) Mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>).	76
Figura 32.-Playa frente Bella Mar Kiara	77
Figura 33.- Vista panorámica hacia el Sur, de la infraestructura que incide en el SA Terrestre.	78
Figura 34.- Vista panorámica hacia el Norte, de la infraestructura que incide en el SA Terrestre.	78
Figura 35.- Imagen se muestra la Iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>).	79
Figura 36.- Imágenes que muestran las aves presentes en el SA. A) Luisillo (<i>Pitangus sulphuratus</i>), B) Zanate (<i>Quiscalus mexicanus</i>), C) Playerito (<i>Calidris alba</i>) y D) Gaviota (<i>Leucophaeus atricilla</i>).	80
Figura 37.- Se muestra batimetría del SA marino de acuerdo con la CONABIO.	83
Figura 38.- Ubicación del Hotel Holiday Inn Cancún Arenas en el área de estudio. Fuente: Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Cancún (SECTUR, 2014).	85
Figura 39.- Se muestra el relieve submarino que presenta el SA de acuerdo con la CONABIO.	86
Figura 40.- Se muestra la cobertura bentónica del SA marino de acuerdo con la CONABIO.	87
Figura 41.- Visualización de muelles (infraestructura) en el SA marino.	88

Figura 42.- Se muestran los tipos de ambientes marinos dentro del sistema ambiental	89
Figura 43.- Ubicación geográfica del área de estudio.	90
Figura 46.- Imagen de DRONE 2023. Los manchones claros de la imagen son fondos donde domina la arena dentro del área del estudio y el color verde oscuro son los fondos dominados por vegetación.....	92
Figura 47.- Se muestra el proceso de prospección, ubicación de sitios y ejemplo de registro de grupos	92
La vegetación acuática compuesta por pastos y algas es muy importante por su función como productor primario (Figura 48), y sustento de la dinámica de las redes tróficas. En la zona de estudio abarca un área de 105,575 m ² aproximadamente, donde alberga varios organismos como corales duros, considerados como constructores arrecifales primarios. Asociadas a estas zonas se encontró la presencia de un gran número de peces y equinodermos.	93
Figura 49.- Línea del transecto en el fondo de vegetación.....	93
Se utilizó un cuadrante de PVC de 0.5m por lado, subdividido en cuadros de 5 cm por lado. El cuadrante fue colocado seis veces a lo largo de cada transecto (cada 5 m, comenzando en el punto cero), para llevar a cabo el registro de vegetación acuática y su cobertura (Figura 50). Se estimó por zona la riqueza de especies y la cobertura de los diferentes grupos de algas y pastos marinos. Es importante señalar que en esta sección solo se incluyeron macroalgas y pastos marinos.....	93
Figura 51.- Colocación del transecto y cuadrante para la identificación de la vegetación acuática.	94
Se realizó el registro de los peces en cada transecto (25 m lineales), se anotó la especie y un número de individuos observados a un metro de cada lado del transecto y un metro de la columna de agua. Con la información obtenida por zona, se estimó la riqueza de especies de peces asociadas a los diferentes tipos de fondos, frecuencia e índice del valor de importancia. (Figura 52). Es importante agregar que algunos ejemplares juveniles y muy pequeños no pudieron ser reconocidos a nivel de especie, por lo que se consideraron dentro de una categoría denominada “Alevines”.	94
Figura 53.- Imágenes de peces registrados durante el muestreo. Lado izquierdo cardumen de <i>Elacatinus oceanops</i> y lado derecho un ejemplar de <i>Lactophrys polygonia</i>	95
La identificación de las especies de peces, corales y vegetación acuática fue realizada <i>in situ</i> . Se realizó el registro fotográfico para confirmar la identificación de algunas especies (Figura 54), con el apoyo de guías de identificación como la colección “Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature” de Humann (1994), “Caribbean Reef Plants” de Littler & Littler (2000) y la página de internet del Sistema Mundial de Información de Peces “Fish Base” (http://www.fishbase.org/). No se realizaron colectas de ejemplares que pudieran afectar las comunidades biológicas del área de estudio.	95
Figura 55.-. Ejemplos del registro fotográfico de los organismos dentro de los transectos.	96
Figura 56.- Polígono del área de estudio en una Ortofoto de INEGI 2004. Los círculos señalan los muelles que estaban antes del huracán Wilma en el 2005.....	97
Figura 57.- Polígono del área de estudio en una imagen de Google Earth de octubre 2005, después del paso del huracán Wilma.	98
Figura 58.- Polígono del área de estudio en una imagen de Google Earth de noviembre 2012. Las flechas señalan los Muelles que fueron reconstruidos tras el paso de Wilma y el círculo la ausencia de vegetación cerca de la línea de costa. Mostrando márgenes muy regulares.	99
Figura 59.-Polígono del área de estudio en una imagen de Google Earth de octubre 2013. El círculo señala la ausencia de vegetación desde el 2012 que aumenta y el rectángulo la continuación de ausencia de vegetación de forma recta y regular sobre la línea de costa.....	100
Figura 60. Imágenes de los diferentes fondos marinos.	101
Figura 61.- Se muestran los fondos marinos y la combinación de ambos fondos (vegetación y	

arenal).....	102
Figura 62.- Gráfica de vegetación de Número de cuadrantes vs. No. de especies registradas en el fondo marino de vegetación.	103
Figura 63.- Gráfica de vegetación de Número de cuadrantes vs. No. de especies registradas en la zona del arenal.	104
Figura 64.- Gráfica del número de especies de invertebrados por m ² en el fondo de vegetación.	106
Figura 65.- Gráfica del número de especies de invertebrados por m ² en el fondo de arenal.....	106
Figura 66.- Gráfica de peces de área muestreada en m ² vs. número de especies registradas en el fondo de vegetación.	107
Figura 67.- Gráfica de peces de área muestreada en m ² vs. Número de especies registradas en el fondo del arenal.	108
Figura 68.- Fotografías de las especies de peces que se registraron en el área de estudio durante el muestreo.	109
Figura 69.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los pastos marinos y algas en el fondo del arenal. Fr - frecuencia relativa y Cor -cobertura relativa.	110
Figura 70.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados para el fondo del arenal. Fr - frecuencia relativa y Dr -diversidad relativa.....	111
Figura 71.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los peces para el fondo de arenal. Fr - frecuencia relativa y Dr -diversidad relativa.	112
Figura 72.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los pastos marinos y algas en el fondo de vegetación. Fr - frecuencia relativa y Cor -cobertura relativa.	114
Figura 73.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados para el fondo de vegetación. Fr - frecuencia relativa y Dr - densidad relativa.....	115
Figura 74.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los peces para el fondo de vegetación. Fr - frecuencia relativa y Dr -densidad relativa.....	116
Figura 75.- Porcentajes de la vegetación acuática por división, en el fondo marino de vegetación.	117
Figura 76.- Porcentajes de la vegetación acuática por división, en el fondo marino del arenal.	117
Figura 77.- Porcentajes de estadios de peces en el fondo marino de vegetación.	118
Figura 78.- Porcentajes de estadios de peces en el fondo marino del arenal.	118
Figura 79.- Gráfica de porcentaje de cobertura vegetal y riqueza específica (S) por fondos.	119
Figura 80.- Gráfica del Índice de diversidad y riqueza específica por tipos de fondo para algas y pastos.....	120
Figura 81.- Gráfica del Índice de diversidad y riqueza específica por tipos de fondo para peces.	120
Figura 82.- Residuos sólidos urbanos encontrados dispersos en el área de estudio.	124
Figura 83.- Residuos orgánicos como peces muertos aparentemente producto de los restos de la pesca.	125
Figura 84.- Mapa de batimetría del área de estudio.	126
Figura 85.- Oleaje (m) proveniente del Este con altura de ola de 1 m.	127
Figura 86.-Corriente promedio en la columna de agua.	128
Figura 87.- Evolución temporal y espacial de la capa de sedimento en condiciones actuales. Capa de sedimento al principio de la modelación (izq.) Capa de sedimento al final de la modelación (der). El código de colores a la derecha muestra el grosor de la capa de arena en metros empezando en que representa el cero y máximo rojo oscuro que representa el 1m.	128
Figura 88.- Vista panorámica del área donde se pretende establecer el proyecto.	133
Figura 89.- Marina en operación.....	133
Figura 90.- Crecimiento de la población del Municipio de Benito Juárez y resto de Quintana Roo, para el lapso 1970 - 2020.	136

Figura 91.- Pirámide quinquenal de edades del Municipio de Benito Juárez (2020).	137
Figura 92.- Distribución espacial de las localidades en el Municipio de Benito Juárez (2020).	138
Figura 93.- Total de impactos generados en porcentaje (arriba) y por cada subsistema ambiental evaluado (abajo izquierda) y su porcentaje (abajo derecha).	169
Figura 94.- Cantidad de impactos generados por cada etapa del proyecto (arriba) y su porcentaje (abajo).....	170

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

Muelle Caveri 2

I.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, corresponde área marina adyacente a zona federal marítimo terrestre ubicado en el lote 1-02, manzana 29, Boulevard Kukulcan km 3.5 en la zona Hotelera de Cancún, Municipio de Benito Juárez en el Estado de Quintan Roo. (Figura 1).

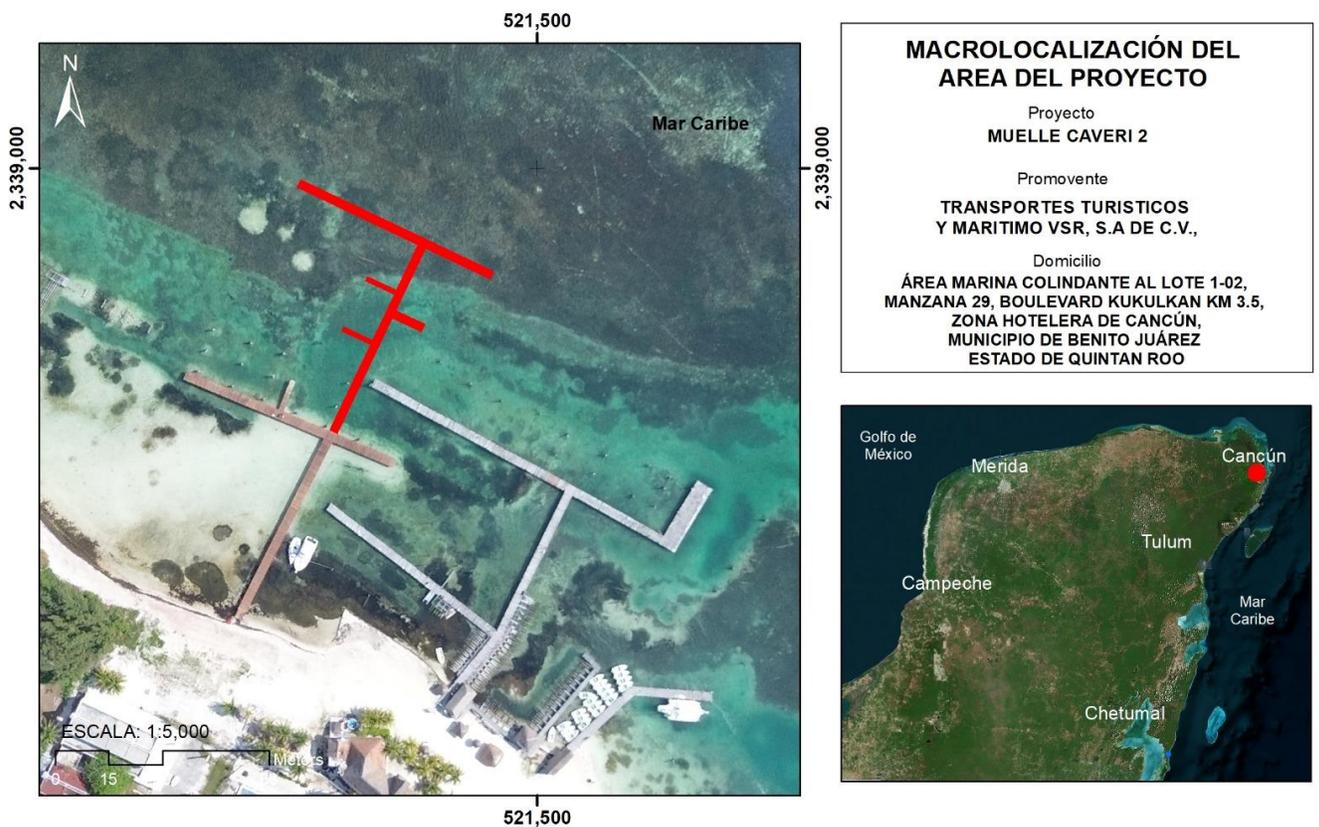


Figura 1.-Localización del proyecto.

1.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

Para la etapa de preparación y construcción del proyecto se requiere de **cuatro años** ya que los tramites tardan, por lo que la etapa de operación y mantenimiento será de una duración de 50 años, la cual podrá ampliarse considerando que se dará mantenimiento periódico a las instalaciones para sustituir las partes dañadas de las estructuras por efecto de la acción corrosiva del agua de mar o derivados de la presencia de fenómenos hidrometeorológicos, que son frecuentes en la zona y pueden ocasionar afectación a las obras del proyecto.

1.1.4. Presentación de la documentación legal

Se anexa copia certificada de los siguientes documentos:

[Redacted]

[Redacted]

1.2. Promovente

1.2.1. Nombre o razón social

[Redacted]

1.2.2. Registro federal de contribuyentes del promovente

[Redacted]

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

[Redacted]

1.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.3.1. Nombre o razón social

[Redacted]

I.3.2. Registro federal de contribuyentes o CURP

[REDACTED]

I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

I.3.4. Colaboradores del estudio técnico

[REDACTED]

I.3.5. Dirección del responsable técnico del responsable técnico del estudio

[REDACTED]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Antecedentes

El proyecto consiste en la ampliación de un muelle existente autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante oficio 04/SGA/1983/16 de fecha 16 de diciembre del 2016 (anexo 3), por lo que el muelle que se pretende construir sería una continuidad de este, el cuál ahora se llamara Muelle Caveri 2.

El muelle comenzara en donde el muelle anterior termina, dándole continuidad al que se encuentra previamente autorizado quedando de la siguiente manera, el que esta en rojo es el proyecto que se somete a consideración de esta autoridad evaluadora.

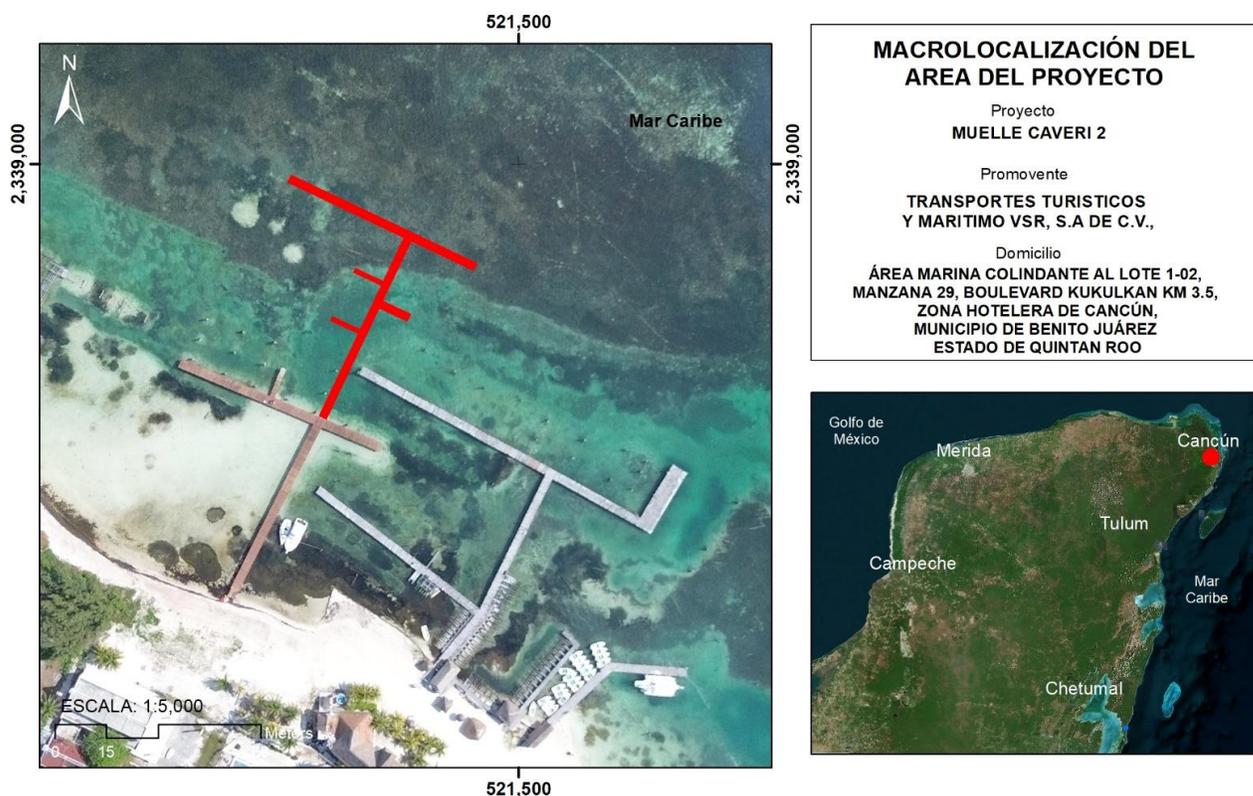


Figura 2.-Vista aérea de la ubicación del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

Se pretende la Construcción y operación de un muelle en forma de T con tres peines que en conjunto tendrán un área de 343.88 metros cuadrados el cual será la continuidad de un muelle existente autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante oficio 04/SGA/1983/16 de fecha 16 de diciembre del 2016 (anexo 3), el muelle contara con las siguientes características; muelle rústico de madera, con las siguientes dimensiones: 57.50 m de longitud por 2.50 m de ancho (143.75 m²), así mismo contarán con terminación en forme de “T” desigual de 60 m de largo (hacia el noreste 38.75 m y 21.50 m hacia el sureste) por 2.50 m de ancho (150 m²) que servirán para el atracadero de lanchas tipo balleneras (20-30 pies) con motor fuera de bordo.

Dentro de este muelle en forma de “T” se colocaran tres peines dos al sur con las siguientes dimensiones 9.0 de largo por 1.5 de ancho (27 m² considerando los dos peines) y uno al norte con dimensiones de 8.98 m de largo por 25.28 m de ancho (23.16 m²). Adicional al muelle se pretende colocar 25 duques de alba triples, conformados por un poste principal y dos postes amigos de refuerzo de menor medida, estratégicamente colocados para no afectar la libre circulación de las embarcaciones, a efecto de mejor proveer a continuación se presenta una imagen representativa de la distribución del muelle y los duques (anexo 7):

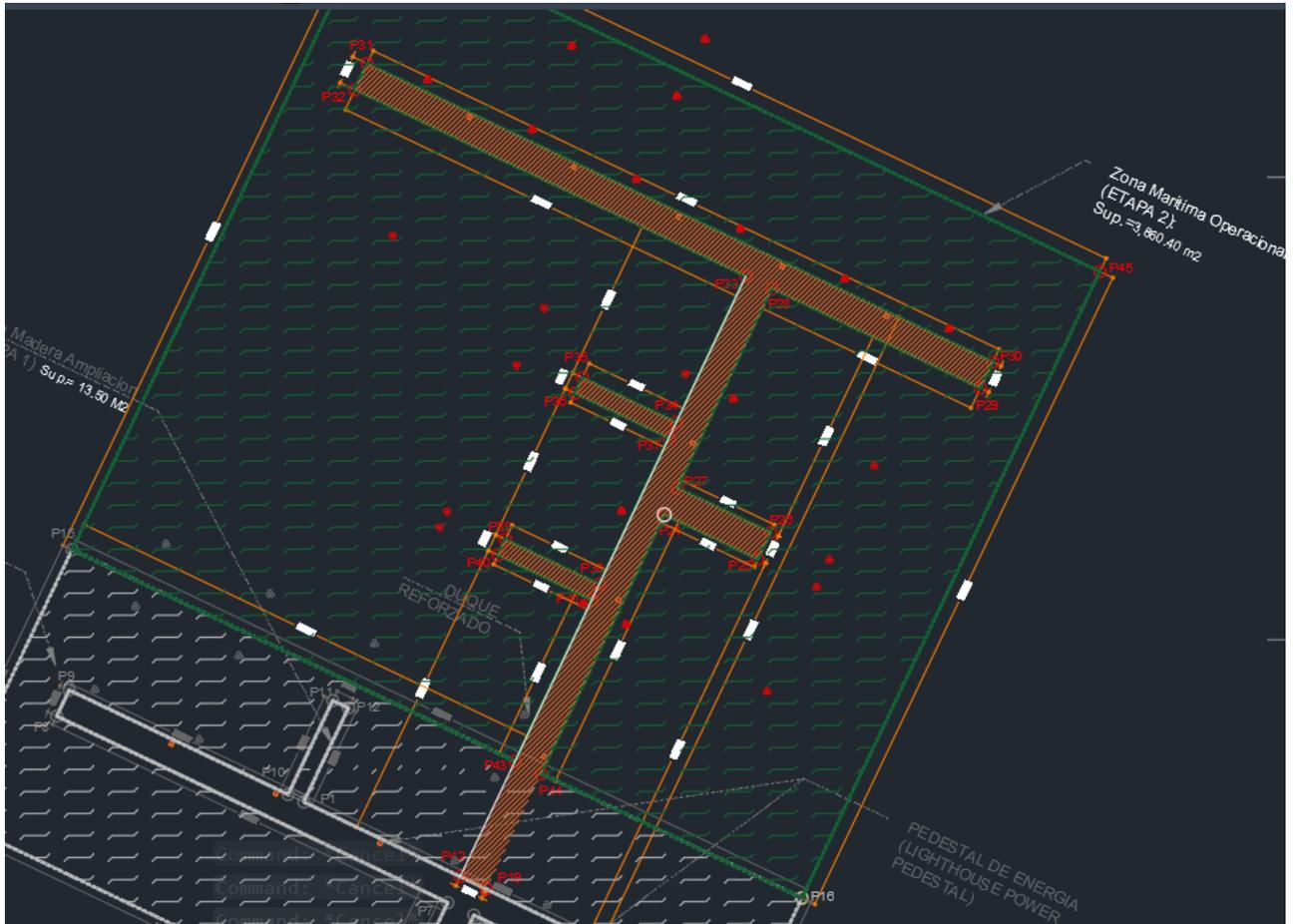


Figura 3.- Imagen de las obras a ejecutar con relación al proyecto CAVERI 2

Para la construcción del mismo se hincarán columnas de madera de la región de entre 25 a 30 cm de diámetro hasta nivel de piso firme (laja) o suelo marítimo, por un total de 128 piezas, posteriormente se crearán los marcos con los largueros 4"x 8" y cargadores de 4"x 8" (vigas longitudinales y transversales). Se hincarán 10 troncos del mismo diámetro, en un ángulo aproximado de 45° para fungir como contraventeos, reforzando el muelle para las fuerzas laterales.

Finalmente, se colocarán los tablonos o duelas en forma de cubierta, dejando una separación máxima entre sí de 3 cm, aseguradas con pijas y taquetes de acero inoxidable.

Se realizarán los trabajos asegurando siempre la alineación y nivelación de las vigas y largueros, para así asegurar la del muelle. Todos los elementos del muelle se harán con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de 3/4", cortados a medida). La ampliación del proyecto incluye la construcción del cuerpo principal en forma de "T" y 3 peines:

Dichos peines servirán como pasarela para ingresar a las embarcaciones y como pivote para la maniobra de las mismas, respetando el diseño y configuración del resto del

muelle.

El muelle contará con pilotes de madera dura de la región de 10" (25 cm.) de diámetro como mínimo anclados al suelo marino, cargadores de 4"x8", largueros de 4"x8", todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de ¾", cortados a medida).

Los tablonces para el piso del muelle serán de 1.5"x6" de 2.50, tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4".

Antes de iniciar con los trabajos de construcción, y como primer paso, en las zonas marinas, se habilitará y colocará una malla en ambos lados del trazo donde se desplantará el muelle, a efecto de retener los sedimentos suspendidos por el hincado de los pilotes y la construcción del muelle de madera como tal, previniendo así los posibles daños a los pastos marinos y otros organismos que habitan la zona. Se tiene contemplada la malla geotextil Mirafi180 N, la cual tiene una estructura no tejida con fibras de polipropileno que forman un arreglo estable, y retienen siempre su posición relativa. Es inerte a la degradación biológica y con estabilidad dimensional, resistente a los ácidos y álcalis encontrados de manera natural.

La malla tendrá pesos muertos en el fondo y boyas en superficie para mantenerla lo más tensa posible y evitar fugas de sedimento por arriba o debajo de la misma, Incluye: sistema de flotación, materiales, mano de obra, señalización, herramienta, equipo. La colocación de la malla se hará lo más próximo al área de operación, a una distancia aproximada de 2 metros.

Este impacto se dará de manera temporal, ya que los sedimentos tenderán a depositarse unas pocas horas después de terminadas las maniobras para colocación de los pilotes.

Una vez protegida la zona de trabajo en el agua se procede a iniciar con la excavación de las cepas para el hincado de los pilotes que soportarán la estructura del muelle de madera, retirando la arena del lecho marino.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A DETALLE

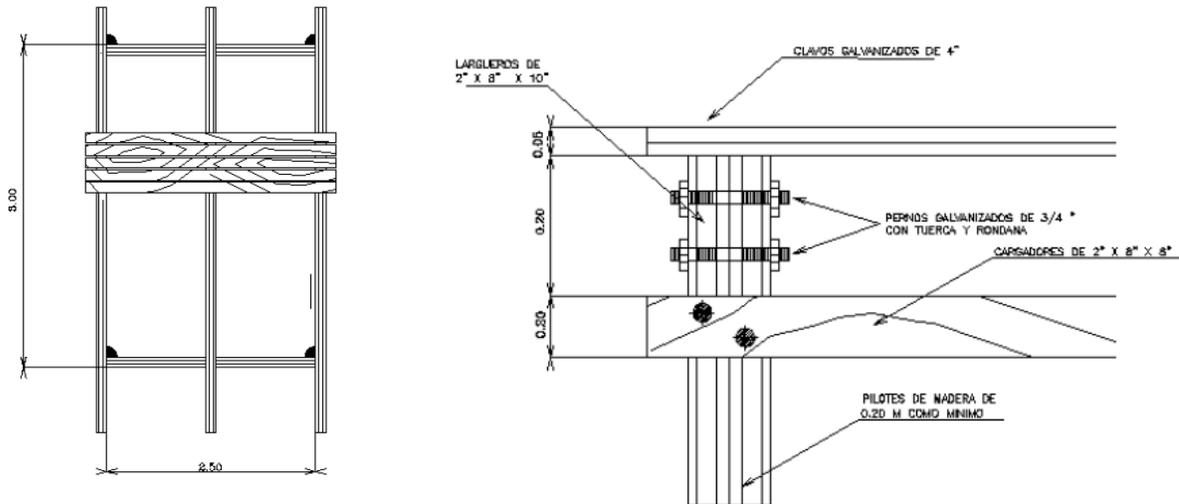
TRAZO Y NIVELACIÓN. Después de colocada la malla geotextil, le realizará el trazo del muelle, por medio de equipo de medición exacta. Indicando el punto exacto donde se ubicarán las columnas y duques de alba.

MUELLE O PASARELA. Esta será armada con pilotes de madera dura de la región de 10" (25 cm) de diámetro como mínimo, anclados al suelo marino. Cargadores de 4"x 8" y largueros de 4"x 8". Todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de ¾", cortados a medida). Los tablonces para el piso del muelle serán de 1.5"x 6", tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4". Las columnas, serán plomeadas para asegurar la verticalidad y buen funcionamiento de las mismas.

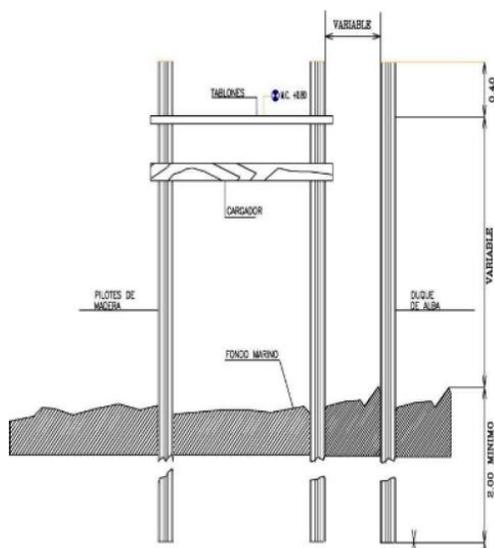
Habiendo quedado la cubierta del muelle terminada, se procederá a hacer la instalación eléctrica, que alimentará los pedestales de energía estratégicamente colocados a lo largo

del muelle para dar servicio a las embarcaciones. La instalación será asegurada en su sitio por medio de una soportería que ira anclada a los largueros. Esta soportería alojará los tubos Conduit PVC de 50 mm, que servirán como canalización de los diferentes circuitos eléctricos que darán el servicio. Y la instalación hidráulica, encargada de suministrar agua potable.

Se colocarán cornamusas en forma de H, ancladas a los largueros del muelle para el correcto amarre de las embarcaciones.

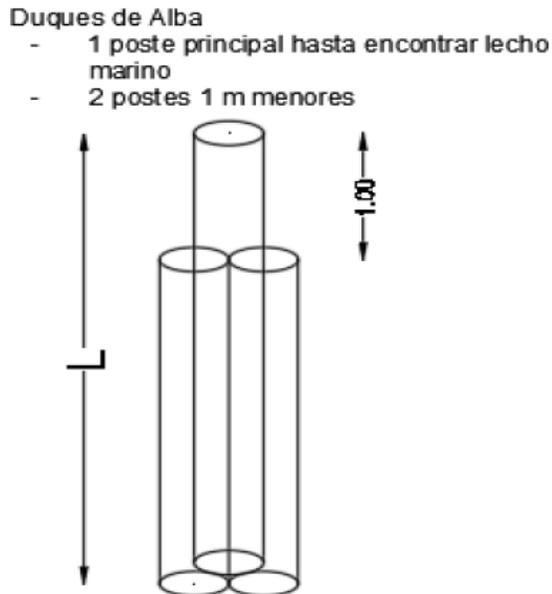


TERMINACIÓN EN FORMA DE T. Corresponde a la parte final del muelle en la cual serán ancladas las lanchas tipo ballenera, al igual que la estructura anterior, estará armada con pilotes de madera dura de la región de 10" (25 cm) de diámetro como mínimo anclados al suelo marino, cargadores de 4"x 8", largueros de 4"x 8", todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de 3/4", cortados a medida). Los tablonces para el piso del muelle serán de 1.5"x 6"x, tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4". Se colocarán cornamusas en forma de H, ancladas a los largueros del muelle para el correcto amarre de las embarcaciones.



PEINES 1, 2 y 3: Los peines, construidas con la misma configuración del resto del muelle, armadas con pilotes de madera dura de la región de 10" (25 cm) de diámetro como mínimo anclados al suelo marino, cargadores de 4"x 8", largueros de 4"x 8", todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de 3/4", cortados a medida). Los tablonos para el piso del muelle serán de 1.5"x 6"x, tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4" estará armada con pilotes de madera dura de la región de 10" (25 cm) de diámetro como mínimo anclados al suelo marino, cargadores de 4"x 8", largueros de 4"x 8", todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de 3/4", cortados a medida). Los tablonos para el piso del muelle serán de 1.5"x 6"x, tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4". Se colocarán cornamusas en forma de H, ancladas a los largueros del muelle para el correcto amarre de las embarcaciones.

DUQUES DE ALBA: El duque de alba será hincado hasta piso marino y 2 pies amigos de 1 m menor en dimensión, hincados a la misma profundidad del duque principal. El uso que se les dará, será servir en la maniobra de atracamiento, como pivotes y/o para amarre. La Cornamusas, ancladas a los largueros del muelle, se colocarán para asegurar el atraque de las mismas, ubicados a lo largo de todo el muelle.



La excavación se realizará mediante el uso de aire a presión con manguera de 6 a 8 pulgadas. Para realizar el retiro de la arena se habilitará con malla geotextil una estructura tipo “corral” formada por cuatro paredes para cada pilote, desde el fondo del mar hasta 2.00 m arriba de la superficie, sujeta por andamios y anclas.

En este sitio se almacenará la arena y se impedirá que se dispersen los sedimentos. Una vez concluidos los trabajos en el fondo marino se procederá a regresar la arena al lugar de donde fue previamente extraída.

Por lo anterior se puede afirmar que la dispersión de sedimentos por las actividades de hincado de los pilotes para la instalación del muelle será un impacto puntual y poco significativo puesto que no comprometerá la existencia, estructura y función del ecosistema aledaño al proyecto.

Ubicado y trazado el proyecto, se realizarán las excavaciones para hincar los pilotes que sea necesario colocar.

Los materiales a utilizar serán en su mayoría madera, tubería y ductería de acero, tubería de PVC, cables y alambres antiflama, registros eléctricos, etc.

Se hincarán un total de 128 columnas para el muelle y 25 duques de alba triples.

II.1.2. Selección del sitio

El sitio donde se desarrollará el proyecto fue seleccionado tomando en consideración distintos criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, que permitieron determinar que el lugar presenta las características idóneas para un proyecto de esta naturaleza. Con la habilitación de las obras y actividades se promoverá la estancia de los visitantes al poder acceder de manera segura a la zona marina y contar con infraestructura básica en la parte terrestre.

El área donde se pretende ejecutar el proyecto se encuentra rodeado de muelles ya

existentes los cuales previamente han sido autorizados por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tal es el caso del que se pretende continuar el cual fue autorizado mediante oficio 04/SGA/1983/16 de fecha 16 de diciembre del 2016 (anexo 3).

Dentro de las principales razones que se consideraron para llevar a cabo el proyecto, se encuentran los criterios ambientales, los cuales indican lo siguiente:

- La zona del proyecto se plantea como una buena alternativa sin afectar los elementos que conforman al ecosistema.
- El proyecto no contribuirá a la degradación de los elementos ambientales, puesto que el muelle será construido de madera dura de la región proveniente de sitios debidamente acreditados. Son obras de bajo impacto y en todo momento reversible.

Dentro de los aspectos técnicos que se presentan para la determinación del sitio del proyecto se cuenta con elementos que hacen factible su desarrollo, tales como:

- Presencia de vías de acceso al predio del proyecto tanto por la parte marina como la parte terrestre, a través del Boulevard Kukulkán, lo cual hace más sencillo el abasto de materiales y el acceso del personal que colaborará en el proyecto.
- Existe la infraestructura necesaria para el adecuado funcionamiento del proyecto como son: servicios de comunicaciones, agua potable y red eléctrica.
- El entorno paisajístico es privilegiado y no se verá afectado por las acciones del proyecto, sino por el contrario, se beneficiará al dotar al sitio de un acceso seguro.
- El sitio cuenta con ordenamientos ecológicos y de planeación urbana que regulan las actividades que se llevan a cabo dentro de los límites del proyecto, la normatividad aplicable vigente no será contravenida ya que las obras no atentan contra los elementos ambientales que se encuentran regulados por alguno de estos ordenamientos.
- Se implementarán medidas de prevención y mitigación que minimicen los impactos ambientales que se pudieran generar.
- El sitio en el que se pretende el desarrollo del muelle es compatible con este tipo de proyectos, ya que, en las áreas próximas, se observa el desarrollo y operación de obras y actividades similares a las solicitadas en el presente documento, sin menoscabo al entorno ambiental, por lo que no se compromete la integridad y funcionalidad de ningún ecosistema, concordando con los usos y destinos del sitio definidos por el marco legal aplicable.

II.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El área del proyecto se ubica en área marina adyacente a zona federal marítimo terrestre ubicado en el lote 1-02, manzana 29, Boulevard Kukulkan km 3.5 en la zona Hotelera de Cancún, Municipio de Benito Juárez en el Estado de Quintan Roo.

Las coordenadas de las obras del proyecto en el sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) Datum WGS84 16N se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 1.- coordenadas del muelle caveri 2

CUADRO DE CONSTRUCCION MUELLE ETAPA 2					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P19	P19 - P24	35.85	90°0'39"	521465.36	2338613.36
P24	P24 - P25	8.98	269°59'21"	521465.37	2338613.36
P25	P25 - P26	2.58	90°0'39"	521473.48	2338609.50
P26	P26 - P27	8.98	89°57'23"	521474.59	2338611.83
P27	P27 - P28	19.08	270°2'38"	521466.48	2338615.69
P28	P28 - P29	20.00	269°59'58"	521474.69	2338632.91
P29	P29 - P30	2.50	89°59'60"	521492.74	2338624.31
P30	P30 - P31	60.00	90°0'0"	521493.82	2338626.57
P31	P31 - P32	2.50	90°0'0"	521439.65	2338652.37
P32	P32 - P33	37.50	90°0'0"	521438.57	2338650.11
P33	P33 - P34	14.00	270°0'0"	521472.43	2338633.99
P34	P34 - P35	9.00	270°0'0"	521466.41	2338621.35
P35	P35 - P36	1.50	89°57'59"	521458.28	2338625.22
P36	P36 - P37	9.00	90°2'1"	521457.64	2338623.86
P37	P37 - P38	14.00	269°59'60"	521465.76	2338619.99
P38	P38 - P39	9.00	269°59'60"	521459.74	2338607.35
P39	P39 - P40	1.50	89°57'59"	521451.62	2338611.22
P40	P40 - P41	9.00	90°2'1"	521450.97	2338609.87
P41	P41 - P42	26.50	270°0'0"	521459.10	2338606.00
P42	P42 - P19	2.50	90°0'0"	521447.70	2338582.08

Area: 343.88 m²
Area: 0.34388 ha
Perimetro: 293.94 ml

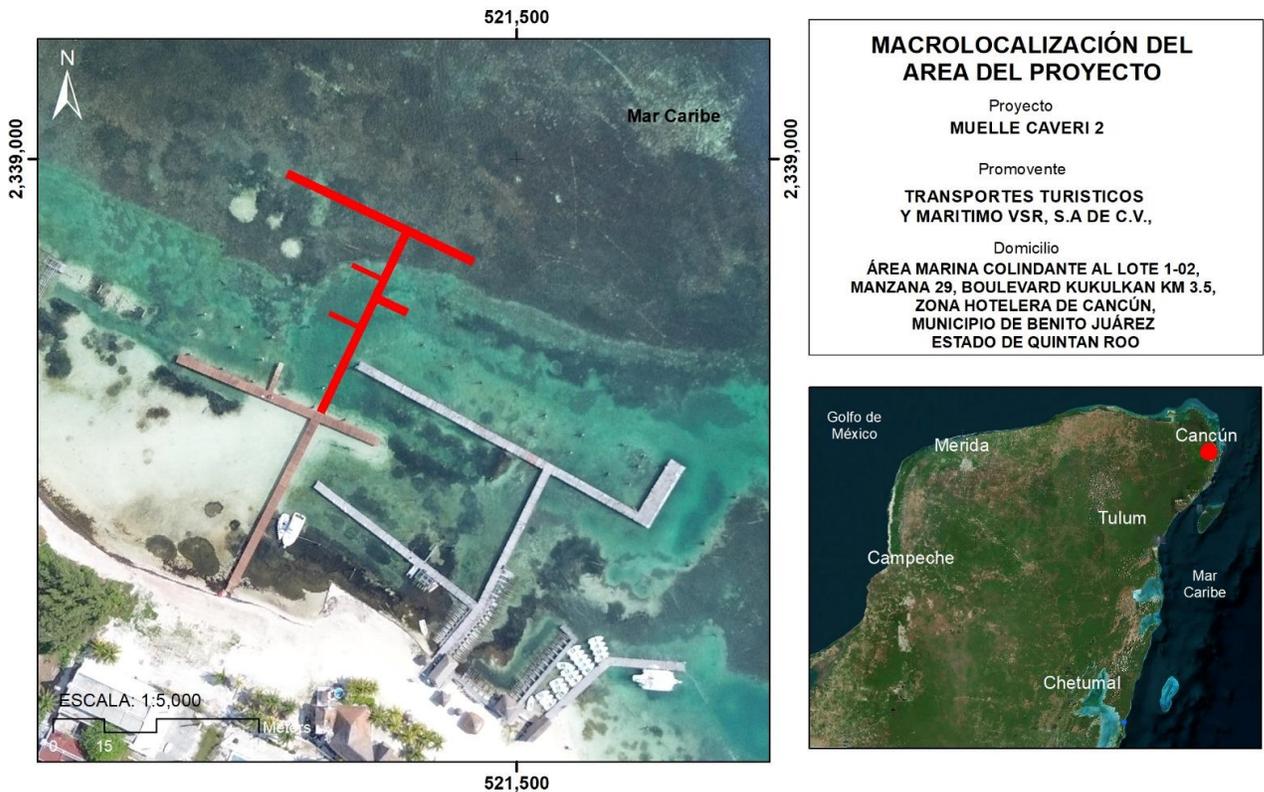


Figura 4.-Muelle Caveri 2.

II.1.4. Inversión requerida

El proyecto CAVERI 2 considera un monto de inversión de \$ 2,513,352.05 pesos (dos millones quinientos trece mil trescientos cincuenta y dos punto cero cinco Moneda Nacional) para la ejecución del proyecto y para la implementación de medidas ambientales.

II.1.5. Dimensiones del proyecto

Se pretende la Construcción y operación de un muelle en forma de T con tres peines que en conjunto tendrán un área de 343.88 metros cuadrados el cual será la continuidad de un muelle existente autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante oficio 04/SGA/1983/16 de fecha 16 de diciembre del 2016 (anexo 3), el muelle contara con las siguientes características; muelle rústico de madera, con las siguientes dimensiones: 57.50 m de longitud por 2.50 m de ancho (143.75 m²), así mismo contarán con terminación en forme de “T” desigual de 60 m de largo (hacia el noreste 38.75 m y 21.50 m hacia el sureste) por 2.50 m de ancho (150 m²) que servirán para el atracadero de lanchas tipo balleneras (20-30 pies) con motor fuera de bordo.

Dentro de este muelle en forma de “T” se colocaran tres peines dos al sur con las siguientes dimensiones 9.0 de largo por 1.5 de ancho (27 m² considerando los dos peines) y uno al norte con dimensiones de 8.98 m de largo por 25.28 m de ancho (23.16 m²). Adicional al muelle se pretende colocar 25 duques de alba triples, conformados por un poste principal y dos postes amigos de refuerzo de menor medida, estratégicamente colocados para no afectar la libre circulación de las embarcaciones, a efecto de mejor proveer se anexa al presente el plano de conjunto del proyecto (anexo 7):

II.1.6. Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Dentro del área donde se pretende ejecutar el proyecto no cuenta con ningún tipo de infraestructura tal y como se evidencia en las siguientes fotografías:



Figura 5.- Imagen del área donde se pretende ejecutar el proyecto libre de obras o instalaciones

En lo que respecta a las colindancias se ubican muelles construidos así como hoteles que conforman la zona hotelera de Cancún tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 6.- Imagen de las colindancias de donde se pretende ejecutar el proyecto CAVERI 2

Al respecto se advierte que el proyecto se desarrollará con fines recreativos y que la Manifestación de Impacto Ambiental que se presenta es de competencia Federal, en este caso será la Delegación de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, la responsable de evaluar los impactos que se pudieran generar por el desarrollo del proyecto y quien determinará las medidas pertinentes para evitar afectaciones posteriores.

En las inmediaciones del sitio del proyecto se localizan ya otros muelles para el aprovechamiento turístico y la prestación de servicios en diversas modalidades de la ZOFEMAT, por lo que el sistema presenta una capacidad adecuada de acogida al uso que se pretende realizar, el cual involucra obras y actividades armoniosas con el sitio.

Por lo anterior, se concluye que el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, no contraviene con las actividades en la zona, por el contrario, pretende ajustarse a los usos de suelo establecidos e integrarse a los elementos que componen el ecosistema.

II.1.6.1.-Colindancias del sitio del proyecto

Al norte con área marina
Al sur con muelle vecinal
Al Este con área marina
Al Oeste con muelle existente

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área de estudio se encuentra sobre la línea costera y zona marina colindante a lo que antes fue el CREAD, en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo y cuenta con servicios e infraestructura urbana suficientes, la electricidad es proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el agua potable la suministra AGUAKAN, hay calles pavimentadas y transporte público. Las playas son utilizadas para la realización de actividades de orden turístico.

No se requerirá de la prestación de servicios de suministros extraordinarios ni compromete los recursos urbanos que se ofrecen en la localidad.

Los accesos hacia el sitio de pretendida ubicación del proyecto, son los siguientes:

- Vía terrestre. - A través de las vialidades de la ciudad de Cancún y Boulevard Kukulcán de la Zona Hotelera.
- Vía aérea. - Aeropuerto Internacional de Cancún.
- Vía marítima. - Mediante embarcaciones que pueden atracar temporalmente en infraestructura existente.

Comunicaciones: Existe en la porción Norte del Estado una amplia red de internet, telefonía, telégrafo y correo, que cubren los requerimientos demandados por el desarrollo de la zona.

Dada la naturaleza del proyecto a realizarse en la playa, no se requerirá de la prestación de servicios extraordinarios ni se compromete a los recursos urbanos que se ofrecen en la localidad.

II.2. Características particulares del proyecto

El proyecto corresponde al desarrollo de obras de aprovechamiento turístico dentro del área marina del mar caribe en la zona hotelera de Cancún, distribuidas de la siguiente manera:

Se pretende la Construcción y operación de un muelle en forma de T con tres peines que en conjunto tendrán un área de 343.88 metros cuadrados el cual será la continuidad de un muelle existente autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante oficio 04/SGA/1983/16 de fecha 16 de diciembre del 2016 (anexo 3), el muelle contara con las siguientes características; muelle rústico de madera, con las siguientes dimensiones: 57.50 m de longitud por 2.50 m de ancho (143.75 m²), así mismo contarán con terminación en forme de "T" desigual de 60 m de largo (hacia el noreste 38.75 m y 21.50 m hacia el sureste) por 2.50 m de ancho (150 m²) que servirán para el atracadero de lanchas tipo balleneras (20-30 pies) con motor fuera de bordo.

Dentro de este muelle en forma de "T" se colocaran tres peines dos al sur con las siguientes dimensiones 9.0 de largo por 1.5 de ancho (27 m² considerando los dos

peines) y uno al norte con dimensiones de 8.98 m de largo por 25.28 m de ancho (23.16 m²). Adicional al muelle se pretende colocar 25 duques de alba triples, conformados por un poste principal y dos postes amigos de refuerzo de menor medida, estratégicamente colocados para no afectar la libre circulación de las embarcaciones, a efecto de mejor proveer se anexa al presente el plano de conjunto del proyecto (anexo 7):

II.2.1. Programa general de trabajo

Conforme al cronograma de obras presentado en el cuadro 4, se prevé que la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto tenga una duración de 2 años, lapso que iniciará una vez autorizado el proyecto. Con respecto a la etapa de operación y mantenimiento se prevé que tenga una vida útil de 50 años.

El proyecto recibirá mantenimiento periódico para prolongar su duración en óptimas condiciones, motivo por el cual las etapas de operación y mantenimiento podrán ser ampliadas en caso de ser necesario y de que las condiciones de las estructuras lo requieran.

Cuadro 2.- Programa General de Trabajo, diagrama de Grantt

ACTIVIDAD	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Permisos ante Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	■	■	■	■	■	■						
Permisos locales y municipales.	■	■	■									
Colocación de malla geotextil e Hincado de columnas de madera						■	■	■	■			
Colocación de marcos con los largueros 4"x 8" y cargadores de 4"x 8" (vigas longitudinales y transversales)						■	■	■	■	■		
Colocación de tablonces o duelas en forma de						■	■	■	■	■		

cubierta, dejando una separación máxima entre sí de 3 cm, aseguradas con pijas y taquetes de acero inoxidable												
Acabados del andador												
Limpieza general del sitio.												

II.2.2. Preparación del sitio

En esta etapa se efectuarán los preparativos en la zona del proyecto y se reunirán los materiales que serán utilizados para la instalación de las obras y la preparación del equipo a utilizar. Debido a la naturaleza del terreno, no es necesaria ninguna preparación preliminar para la ejecución de las obras.

Dentro de las actividades de preparación del sitio se encuentran la movilización, trabajos preoperativos y limpieza de área, las cuales se describen a continuación.

II.2.2.1.-Movilización

En esta etapa se traslada el material y equipo, así como el personal necesario para el desarrollo de las actividades; se almacenarán y acomodarán en un predio colindante al área marina propiedad de promovente para posteriormente llevarla al área marina ya armada y cortada a la medida para colocarla, esto previo a la colocación de la malla geotextil.

II.2.2.2.-Trabajos preoperativos

Los trabajos considerados para esta etapa son:

1. Habilitación de una bodega provisional, dentro del terreno colindante al área marina propiedad del promovente.
2. El suministro de energía eléctrica será provisto a través de una planta generadora portátil de 12.5 KVA.
3. Colocación de las boyas de señalización para prevenir interferencia con embarcaciones, así como señalización del área de acumulación de arena.
4. Colocación de mallas anti-dispersión al inicio de las operaciones.
5. Elaboración de los programas para dar cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación que se ofrecen y las condicionantes ambientales se determinen en

resolutivo.

6. Colocación de señalamientos: Durante esta etapa y las etapas de construcción y operación se colocarán letreros en el área de playa y en el andador para promover la seguridad en el trabajo, así como el cuidado al medio ambiente (Figura 6) Entre las leyendas de dichos letreros se encuentran los siguientes:

- Hombres trabajando
- Precaución
- Colocar la basura en su lugar o prohibido tirar basura
- No extraer organismos
- Prohibido pescar en el muelle



Figura 7.-Ejemplo de señalamientos.

II.2.2.3.-Limpieza del área

En esta etapa se llevará a cabo la limpieza general del área del proyecto, abarcando el área marina y la zona en contacto con la playa.

II.2.3. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Para el desarrollo del proyecto será necesario instalar en el sitio lo siguiente:

- *Bodega provisional.* - Tendrá dimensiones 2.50 m de ancho por 12 m de largo, techada más un área de trabajo sin techar de tamaño similar, a base de hojas de triplay, postes de madera dura de la región y malla ciclónica. Se utilizará como almacén de los equipos, material y artículos personales de los trabajadores. Se asignará un espacio en el predio colindante al área marina propiedad del promovente el cual cuenta con infraestructura de construcción.
- *Colocación de contenedores temporales.* - Se utilizarán contenedores con capacidad de 200 litros con tapa, para almacenar residuos de manera temporal, a los que se les colocarán bolsas plásticas para evitar escurrimientos. El acopio y traslado al sitio de disposición final estará a cargo del servicio de recolección de basura del Municipio de Benito Juárez.
- *Sanitarios portátiles.* - Se contratará el servicio de renta de sanitarios, así como la

limpieza diaria para asegurar las condiciones de higiene, estos dentro del predio propiedad del promovente.

II.2.4. Etapa de construcción

II.2.4.1.-Muelle

1) Hincado de pilotes

Los pilotes son elementos de madera dura de la región de 25 cm de diámetro, se seleccionan por su longitud y se trasladan del sitio de acopio a la zona de trabajos, utilizando un pequeño artefacto con dos ruedas anchas y apoyados con un grupo de trabajo de maniobristas, quienes mediante cabos y poleas levanta cada pilote y lo coloca en el punto necesario. En el caso de sustrato arenoso se usará chifón con agua a presión y el pilote se va hundiendo por su propio peso, facilitándose esta maniobra por la fluidización de la columna de sedimento; en los casos donde el fondo es rocoso se empleará una piloteadora.

Para minimizar cualquier riesgo de contaminación al mar se colocará una malla geotextil antidispersión evitando la propagación de sedimentos o partículas suspendidas.

Una vez posicionado el pilote y comprobada su verticalidad, el espacio libre se llena con arena del sitio para generar la fricción necesaria y que el pilote no se levante.

Como la longitud necesaria del pilote va creciendo a medida que se avanza hacia mar adentro, estos elementos poseen una mayor longitud que se ajustan una vez terminada de colocar la cubierta.

La separación de los pilotes es de aproximadamente 3 m entre centros en el sentido del eje del muelle en palafito y de 1.5 m en la parte transversal de la sección reforzada.

Durante estos trabajos se mantendrán mallas anti dispersión para el control de finos en suspensión.

2) Cubierta

Una serie de vigas de madera se fijan en forma horizontal, perpendiculares a los pilotes para formar soportes. Sobre ellos se colocan las vigas o cargadores en sentido longitudinal del muelle en palafito y la sección reforzada, con una separación máxima de 0.60 metros, sobre las cuales se clavan o atornillan las piezas de la cubierta (figura 8). En estos pasos se conservan los niveles, de tal manera que la cubierta quede terminada a una sola altura.

El último paso es rebajar con pulidora las orillas de las tablas de la cubierta para eliminar bordes ásperos o filosos, para lo cual se coloca una lona o contenedores de plástico

alrededor del área, con la finalidad de recoger la viruta y evitar su dispersión.

La mayor parte de los componentes de madera se trasladan al sitio de los trabajos previamente cortados a medida. Solo se practicarán pequeños ajustes en campo, evitando con ello los riesgos de dispersión de partículas de madera. Todos los herrajes son de acero inoxidable.

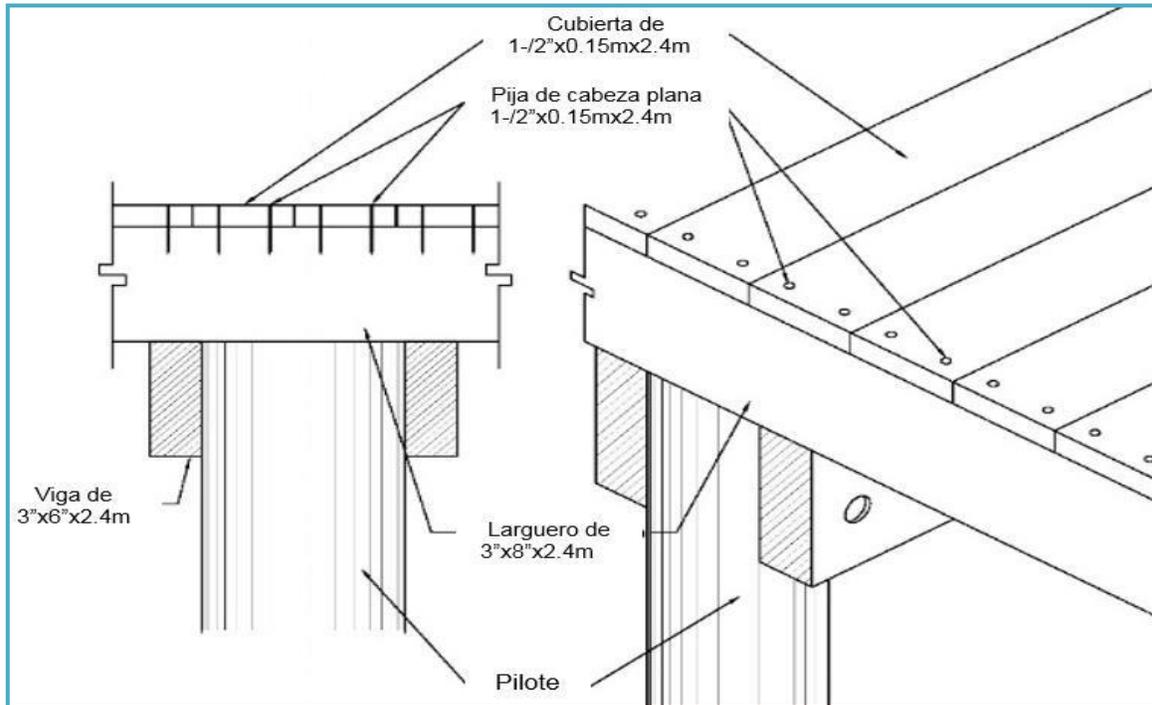
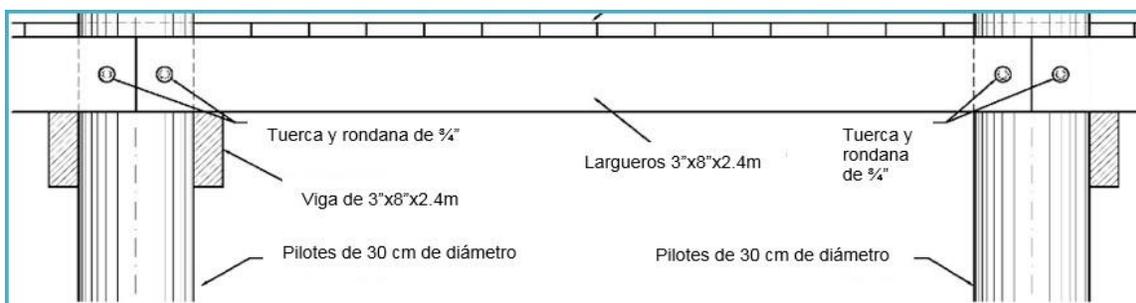


Figura 8.- **Detalle de la cubierta de madera del muelle.**

II.2.4.2.-Sección del muelle

El muelle es soportado por pilotes de madera hincados en el sustrato. Con una serie de elementos estructurales de madera atornillados en forma horizontal o diagonal, se agrega la capacidad de carga, estabilidad y resistencia necesaria (figura 8). Todos los herrajes a utilizarse son de acero inoxidable.



II.2.5. Materiales y herramientas a utilizar para los elementos de madera

En este rubro se incluyen aquellas sustancias que por su naturaleza se consumen para producir una acción que da lugar a la transformación de la materia prima y forman parte del producto final, aunque no quedan integrados al mismo, pero que es inevitable su uso, tal es el caso de los combustibles y lubricantes que utilizan las máquinas. Las que se manejarán principalmente en la etapa de construcción se enlistan más adelante:

Los combustibles que se utilizarán en el proyecto denominado “Muelle Caveri 2” estarán destinados al funcionamiento de la maquinaria, y sus volúmenes requeridos se estiman en la tabla siguiente:

Considerando que se tenga dentro de cada proceso de obra de acuerdo al programa hasta 16 trabajadores en sitio, se tiene que $100 \text{ litros} \times 16 \text{ trabajadores} = 1,600 \text{ litros}$ diarios, lo que equivale a un consumo en obra de 1.6 m^3 diarios.

Durante la etapa de construcción se requerirán combustibles fósiles para el funcionamiento de la maquinaria motorizada como planta de luz, maquinaria para la colocación de pilotes, bombas de agua, motosierras y una grúa manual eventual para colocación del hincado de pilotes y/o movimiento de materiales

II.2.6. Personal requerido

Se estima que se requerirá hasta un total de 18 trabajadores durante las obras de preparación del sitio y construcción, con un promedio diario de 13 a 15 trabajadores en estancia simultánea. Estos trabajadores se dividen en los siguientes rubros:

OFICIO	CANTIDAD
Ayudantes generales:	10
Oficiales carpinteros:	6
Electricista	1
Plomero	1
TOTAL:	18

II.2.7. Etapa de operación y mantenimiento

Durante la etapa de operación se llevarán a cabo las siguientes acciones:

1. Mantener limpia y en óptimas condiciones tanto la Zona Federal Marítimo Terrestre como la zona marina adyacente.
2. Mantener las instalaciones en óptimas condiciones.

II.2.8. Descripción de obras asociadas al proyecto

No se prevé ningún tipo de obra, adicional o asociada a las ya indicadas.

II.2.9. Etapa de abandono del sitio

No se considera el abandono del proyecto. El sitio será sujeto a mantenimiento periódico y rehabilitación de tal manera que la calidad de la propuesta, así como las mejoras logradas en el sitio permanezcan en el tiempo.

II.2.10. Utilización de explosivos

No se prevé el uso de explosivos durante el desarrollo del proyecto.

II.2.11. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Para cada etapa del proyecto, se describen los tipos de residuos a generar y sus características; cuando fue posible determinarlo, forma y/o lugar de disposición, así como

la infraestructura y formas de recolección, manejo y disposición final.

II.2.11.1. Etapa de construcción del proyecto

Residuos sólidos: Las actividades de estas obras generan muy poca cantidad de desperdicios, debido a que la mayor parte de los elementos constructivos llegan a la obra con dimensiones finales. Solo se generarán, por ajustes, pequeñas cantidades de aserrín y recortes de madera que serán recogidos y colocados en los recipientes que para estos fines ya se tienen dispuestos en el sitio. Se colocará una lona o contenedor con la finalidad de evitar la dispersión del aserrín (figura 10)



Figura 10.- Método de recolección de residuos sólidos.

1. Otros residuos: generados por las actividades cotidianas de los trabajadores (residuos sólidos urbanos) se depositarán en tambos de 200 litros con bolsas de plástico en su interior, debidamente identificados y serán recolectados periódicamente del sitio del proyecto y para ser trasladados al sitio de disposición final por el sistema de colecta municipal.
2. Residuos líquidos: Estos residuos consistirán en las generadas por los sanitarios portátiles, las cuales serán recolectadas por la empresa contratada para brindar este servicio.
3. Emisiones a la atmósfera: No se generarán emisiones a la atmósfera durante la presente etapa del proyecto.

Todos los residuos que se generen serán canalizados al relleno sanitario municipal.

II.2.11.2. Etapa de operación del proyecto

Durante la etapa de operación del proyecto serán generados residuos sólidos urbanos, que serán generados por el consumo de alimentos no perecederos como botanas tipo frituras, bebidas no alcohólicas envasadas, agua embotellada entre otras.

II.2.12. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Se contará en el sitio con un área de almacenamiento temporal para los residuos que se

generen por los visitantes, básicamente consistirán en residuos sólidos urbanos, que serán recolectados en tambos destinados para ello y trasladados al basurero municipal.

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

III.1.-Leyes y Ordenamientos

III.1.1.-Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA).

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable, así como, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece en su Artículo 28 que *“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 ambiente. Para ello, en los casos 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:*

(...)

*X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus **litorales o zonas federales.**”*

Asimismo, las obras y actividades para la consecución del proyecto en comento se encuentran bajo los supuestos del Art. 5 inciso Q) del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA), el cual indica que *“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, protecciones marinas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playa, 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.*

Las obras y actividades que se someten a valoración en materia de impacto ambiental ante la Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponden a una obra que se ubica dentro del área marina (**Figura III_ 1**), citados en el Art. 28 Fracción X de la LEGEPA y Art. 5 Inciso Q de su reglamento en materia de impacto ambiental, y se refieren a:

La construcción y operación de un muelle en forma de T con tres peines que en conjunto tendrán un área de 343.88 metros cuadrados el cual será la continuidad de un muelle existente autorizado en materia de Impacto Ambiental mediante oficio 04/SGA/1983/16 de fecha 16 de diciembre del 2016 (anexo 3), el muelle contara con las siguientes características; muelle rústico de madera, con las siguientes dimensiones: 57.50 m de longitud por 2.50 m de ancho (143.75 m²), así mismo contarán con terminación en forme de "T" desigual de 60 m de largo (hacia el noreste 38.75 m y 21.50 m hacia el sureste) por 2.50 m de ancho (150 m²) que servirán para el atracadero de lanchas tipo balleneras (20-30 pies) con motor fuera de bordo.

Dentro de este muelle en forma de "T" se colocaran tres peines dos al sur con las siguientes dimensiones 9.0 de largo por 1.5 de ancho (27 m² considerando los dos peines) y uno al norte con dimensiones de 8.98 m de largo por 25.28 m de ancho (23.16 m²). Adicional al muelle se pretende colocar 25 duques de alba triples, conformados por un poste principal y dos postes amigos de refuerzo de menor medida, estratégicamente colocados para no afectar la libre circulación de las embarcaciones, a efecto de mejor proveer se anexa al presente el plano de conjunto del proyecto (anexo 7):

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales tiene la facultad para evaluar y considerar la viabilidad de un proyecto, a través de un estudio denominado Manifestación de Impacto Ambiental referido en el Artículo 30° de la LGEEPA, el cual cita textualmente:

Artículo 30. *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28° de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá contener por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas*

de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 35. ...Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

III.- Negar la autorización solicitada, cuando:

- a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables;
- b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
- c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

Por lo antes mencionado, es que se presenta la MIA-P del proyecto "Muelle Caveri 2" ante la Delegación Federal de la SEMARNAT en Quintana Roo, para su evaluación y dictaminación correspondiente, en apego a lo establecido por la citada Ley.

III.1.3.-Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar

El presente reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de agosto de 1991, es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, el cumplimiento de las leyes General de bienes nacionales, de Navegación y comercio marítimos y de Vías generales de comunicación, en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.

El reglamento en su Artículo 5º menciona la responsabilidad de la Federación del mantenimiento, conservación y protección de las playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y terrenos ganados al mar, y que a letra dice que "*las playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.*

Corresponde a la Secretaría poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo, con excepción de aquellos que se localicen dentro del recinto portuario, o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles, y demás instalaciones a que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; en estos casos la competencia corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes".

El proyecto no se contrapone con lo establecido en el presente Reglamento, toda vez que se propone el mejoramiento de las condiciones de la playa ubicada en el área de ZOFEMAT y zona marina adyacente, cumpliendo de este modo lo dispuesto en el Artículo 7 que establece que *“las playas y la zona federal marítimo terrestre podrán disfrutarse y gozarse por toda persona sin más limitaciones y restricciones que las siguientes:*

- I. La Secretaría dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos y demás actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, de conformidad con los programas maestros de control;*
- II. Se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y*
- III. Se prohíbe la realización de actos o hechos que contaminen las áreas públicas de que trata el presente capítulo.*

En este sentido, las obras y actividades proyectadas en la zona marina no darán lugar a situaciones que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, ni impedirán el libre tránsito por la Zona Federal Marítimo Terrestre, ni generarán contaminación que pudiera afectar las áreas públicas o la vida silvestre que hace uso de la playa y el mar.

Por otro lado, tal como lo señala el artículo 55 de este Reglamento, compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, otorgar concesiones, permisos y autorizaciones para el uso, aprovechamiento, ocupación y construcción de obras en el mar territorial, en las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, a cualquier depósito que se forme con aguas marítimas, lacustres o fluviales cuando formen parte de los recintos portuarios o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles y demás instalaciones a las que se refiere la Ley de navegación y comercio marítimos.

El proyecto tiene como objetivo la construcción y operación de un muelle rústico para el resguardo de lanchas tipo balleneras, será necesario el servicio de recolecta de basura para los restos de materiales que pudieran generarse durante los trabajos de construcción, y de los residuos sólidos domésticos durante la operación del mismo.

Para construir obras o para ocupar las zonas a que se refiere el párrafo anterior deberá integrarse una solicitud a la Secretaría en los términos del artículo 56 del Reglamento. No obstante, se requiere que de manera previa las obras proyectadas estén autorizadas en materia de impacto ambiental.

III.1.4.-Ley General de Vida Silvestre

Esta ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio del 2000, texto vigente, cuya última reforma publicada en el DOF fue el 26 de enero del 2015. Con objeto de prevenir y mitigar los posibles impactos que el proyecto generará sobre las

poblaciones o hábitats de las especies silvestres, y en cumplimiento con la LGVS, se atiende al Artículo 4 que establece que *“es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.”* El proyecto no contempla el manejo de especies silvestres, por lo que las restricciones específicas en este ámbito no le son aplicables.

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

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

En el sitio del proyecto, donde se pretenden llevar a cabo muelle, NO se registra la presencia de manglares. Estos se localizan del otro lado de donde se pretende ejecutar el proyecto pasando las edificaciones y el Boulevard Kukulkán existentes que delimitan el Sistema Ambiental del proyecto, por lo que no se realizarán trabajos en la zona de manglar existente, así como, las actividades del proyecto NO IMPLICAN NINGÚN TIPO DE INTERVENCIÓN SOBRE ESTE TIPO DE ECOSISTEMA La distancia más cercana del manglar se encuentra a una distancia de 213.00 metros lineales tal y como se observa en la siguiente imagen satelital.



Figura 11.-Localización del sitio del proyecto con respecto a la vegetación de manglar más cercana.

III.1.5.- Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático tiene entre sus objetivos garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; así como, reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno.

La citada Ley en su Artículo 26 Fracción VII establece que en la formulación de la política nacional de cambio climático se observará el principio de participación ciudadana en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático.

Asimismo, uno de los objetivos de la política nacional de adaptación frente al cambio climático establece lo siguiente:

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

...

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

Por lo antes mencionado, y en cumplimiento a la citada Ley, el proyecto contará con un **Programa de contingencia contra huracanes (anexo 9)**, dada su ubicación en un ecosistema costero, así como, la zona donde se desarrolla se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en la región del Atlántico. Lo anterior determina que exista un elevado riesgo a este tipo de fenómenos meteorológicos. De acuerdo a Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona norte del estado de Quintana Roo se cataloga como de alto riesgo a la incidencia de ciclones.

III.1.6.- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos

La Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de competencia federal; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante la construcción de la obra proyectada, se generarán residuos de restos derivados de las actividades de construcción del proyecto. Por lo antes mencionado, y en cumplimiento a la citada Ley, el proyecto contará con un **Programa Integral de manejo de Residuos (anexo 10)**, que considera la generación de residuos sólidos, líquidos y de manejo especial en las etapas de construcción del proyecto.

III.1.7.- Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.1.7.1.-Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

Este programa fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012. Es importante señalar que el POEMyRGMMyMC, contempla una serie de acciones que se clasifican en generales y específicas, las cuales tienen el propósito de entender la problemática ambiental identificada en la región, designando a los tres niveles de gobierno como únicos responsables su instrumentación.

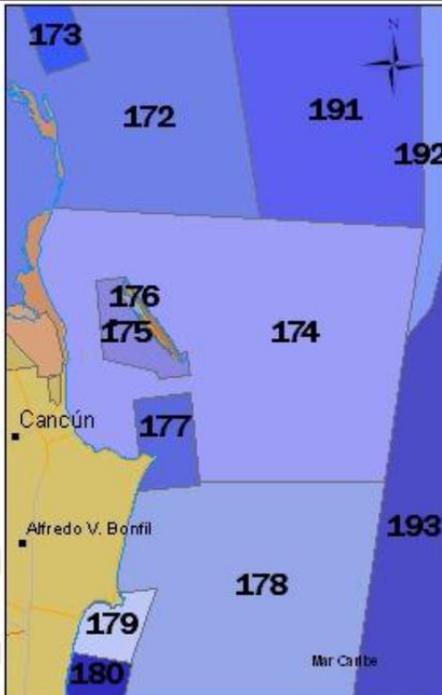
Con relación a lo anterior, resulta necesario considerar que tal y como se indica en el **POEMyRGMMyMC**, durante el proceso de formulación de dicho instrumento se obtuvieron un total de 203 unidades de gestión ambiental clasificadas como Marinas y Regionales, las cuales quedaron definidas de la siguiente manera:

Área Marina: comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la parte marina.

Área Regional: abarca una región ecológica ubicada en 142 municipio con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas)

El sitio del proyecto se encuentra dentro de la UGA 174 de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe tal y como se observa en la siguiente imagen representativa:

Unidad de Gestión Ambiental #:174

Tipo de UGA	Marina	Mapa 
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	19 Habitantes	
Superficie:	51122.767 Ha.	
Subregión:	Aplicar acciones y criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar acciones para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:		

A esta UGA se le aplican las Acciones y Criterios Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones y Criterios Específicos para la misma.

Acciones y Criterios							
Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	APLICA	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	A-031	NA	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	APLICA	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	APLICA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	NA	A-046	APLICA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		

Crterios Generales descritas en el anexo 4

CLAVE	ACCIONES-CRITERIOS	ACTIVIDADES PARA DAR CUMPLIMIENTO
G001	Implementar tecnologías/prácticas de manejo para el uso eficiente del agua.	El proyecto implementara llaves ahorradoras de agua en caso de ser necesario que se cuente con agua tanto para la construcción como para la operación del muelle.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos.	En caso de ser necesario se pagaran los servicios hídricos a afecto de dar cabal cumplimiento al presente criterio.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Durante el proceso constructivo y de operación se darán platicas as los trabajadores y turistas que utilicen las instalaciones sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales así como colocar letreros sobre las prohibiciones de cazar o coleccionar flora y fauna silvestre
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la NOM-SEMARNAT-059 y las especies de captura comercial.	Durante el proceso constructivo y de operación se darán platicas as los trabajadores y turistas que utilicen las instalaciones sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales así como colocar letreros sobre las prohibiciones de cazar o coleccionar flora y fauna silvestre
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Durante el proceso constructivo y de operación se darán platicas as los trabajadores y turistas que utilicen las instalaciones sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales así como colocar letreros sobre las prohibiciones de cazar o coleccionar flora y fauna silvestre
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Los instrumentos que se utilizaran para la construcción del muelle estarán en perfectas condiciones a efecto de minimizar las emisiones a la atmosfera, ya en la etapa de operación las embarcaciones que utilicen el muelle deberán de tener el mantenimiento adecuado para la operación, informando de los mantenimientos a esta autoridad.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de	Con la intensión de poder contribuir con los programas económicos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero se propone contar con paneles solares a efecto

	efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	de poder contribuir con las emisiones a la atmosfera y tener energía limpia.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En ninguna etapa del proyecto se pretende el uso de organismos Genéticamente modificados por lo que se cumple con el presente criterio.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto corresponde a un muelle, por lo que no se refiere a infraestructura terrestre.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	Se tendrán pláticas con los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, esto tanto en la construcción como en la operación del proyecto.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Dentro del capítulo seis se presentan las medidas de mitigación y compensación que se proponen para la construcción y operación del proyecto.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No le es aplicable el presente criterio pues el proyecto no se trata de un parque industrial si no de un muelle.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En ninguna etapa del proyecto se pretende realizar actividades de introducción de especies de flora o fauna de ningún tipo, por lo que se cumple con el presente criterio.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Una de las medidas del proyecto es realizar actividades de reforestación de pastos marinos, el cual se anexa al presente.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El sitio donde se pretende ejecutar el proyecto no se ubica dentro de los cauces de ríos por lo que se cumple con el presente criterio.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación oriunda de la región.	El sitio donde se ubica el proyecto no cuenta con montañas en ninguna de sus colindancias, por lo que no es aplicable el presente criterio.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no corresponde a actividades agrícolas, motivo por el cual no le aplica el

		presente criterio.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO.	El proyecto no se ubica en ningún margen de cauces, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
G019	La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano deberá incluir el análisis de riesgo frente a los efectos del cambio climático.	De acuerdo a la ubicación del proyecto no le aplica el PDU del centro de población de Cancún, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El sitio donde se pretende ejecutar el proyecto no se ubica dentro de ningún río o zona inundable si no en el mar caribe, sin embargo, a lo anterior en caso de que la vegetación este cerca de algún poste que forma arte del proyecto este será rescatado y reforestado cerca del área donde se ubica el proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G024	Crear nuevos reservorios de CO2 por forestación para incrementar la biomasa del material leñoso (madera).	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto no pretende usar especies para actividades productivas, motivo por el cual no es aplicable el presente criterio al proyecto.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G027	Promover e instrumentar el uso de combustibles no de origen fósil.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la

		producción de luz del muelle durante la operación.
G028	Promover e implementar el uso de energías renovables.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G029	Establecer mecanismos de control para promover un uso más eficiente de combustibles, para reducir el consumo energético.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G031	Promover la sustitución de combustibles, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G032	Fomentar la generación y uso de energía a partir hidrógeno.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G033	Impulsar la investigación del recurso energético eólico, solar, mini hidráulica, mareomotriz, geotérmico, dendroenergía y generación y uso de hidrogeno.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G034	Incrementar la cobertura de electrificación en el ASO.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G035	Impulsar que los diseños de viviendas y edificaciones reduzcan el consumo de energía (Diseño bioclimático, nuevos materiales, energía solar pasiva).	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la

		operación.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto no corresponde a actividades domésticas sin embargo durante la construcción del proyecto y operación del mismo se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G038	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto no corresponde a actividades agrícolas, por lo que el presente criterio no es aplicable.
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Este criterio es exclusivo para las autoridades ambientales, pues el particular no podría formular ordenamientos, motivo por el cual el presente criterio no le es aplicable
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa de Auditoría Ambiental.	El proyecto no corresponde a actividades industriales, motivo por el cual el presente criterio no le es aplicable
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Dichos programas son elaborados por las autoridades ambientales municipales por lo que el presente criterio no le es aplicable al proyecto.
G043	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El proyecto no corresponde a actividades industriales, motivo por el cual el presente criterio no le es aplicable.
G044	Establecer mecanismos para mantener actualizada la Carta	El proyecto no corresponde a actividades pesqueras notico por el cual no le es

	Nacional Pesquera y el cumplimiento de las cuotas que establece.	aplicable el presente criterio.
G045	Construir y reforzar las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no corresponde a actividades pesqueras notico por el cual no le es aplicable el presente criterio.
G046	Regular la creación, impulso y consolidación de los asentamientos humanos en el ASO.	El proyecto durante la operación no funcionara como un asentamiento humano, motivo por el cual no es aplicable el presente criterio.
G047	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Dichas actividades de transporte público es competencia de las autoridades municipales por lo que no es aplicable al proyecto.
G048	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Dichas actividades de transporte público es competencia de las autoridades municipales por lo que no es aplicable al proyecto.
G049	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G050	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre qué hacer en caso de desastres naturales, en este caso sería para el tema de los huracanes o tormentas tropicales, así mismo se anexa al presente un programa de contingencia en caso de huracanes.
G051	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G052	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El proyecto no contempla la construcción de casas habitaciones por lo que no es aplicable el presente criterio
G053	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre el manejo de los residuos tanto en la construcción como en la operación del proyecto, dando cumplimiento al plan de manejo de residuos que se anexa al presente

G054	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El proyecto no contempla la construcción de casas habitaciones por lo que no es aplicable el presente criterio
G055	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto no contempla las actividades de contar con aguas residuales tratadas, por lo que no es aplicable el presente criterio.
G056	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento de residuos líquidos específicas para su rubro de actividad.	El proyecto se trata de la construcción y operación de un muelle para actividades turísticas y no de acciones industriales, motivo por el cual no es aplicable el presente criterio.
G057	Se prohíbe la remoción de la vegetación forestal sin previa autorización otorgada por la autoridad competente y conforme a lo previsto en la legislación ambiental vigente u otras disposiciones reglamentarias aplicables.	El proyecto en ninguna etapa del proyecto pretende realizar actividades de remoción de vegetación forestal, cumpliendo así con el presente criterio.
G058	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos, de manejo especial o municipal de acuerdo a la normatividad vigente.	Durante la construcción y operación del proyecto se ejecutará un plan de manejo de residuos el cual se anexa al presente para aprobación.
G059	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
G060	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación aplicable y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	Durante la construcción y operación del proyecto se ejecutará un plan de manejo de residuos el cual se anexa al presente para aprobación.
G061	Las obras y actividades petroleras se podrán llevar a cabo siempre que hayan sido evaluadas y autorizadas en materia de impacto ambiental o exista algún instrumento que	El proyecto no corresponde a actividades petroleras, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio

	regule los impactos derivados de estas.	
G062	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El sitio donde se pretende ejecutar el proyecto no se ubica en ninguna ANP, por lo que no le es aplicable el presente criterio.
G063	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Los pilotes que sostendrán en muelle estarán colocados en áreas donde no se encuentren pastos o vegetación acuática, sin embargo, en caso de encontrar vegetación en donde se coloquen los pilotes estos serán rescatados y reubicados de acuerdo al programa de reforestación de pastos marinos.
G064	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Se acatará lo señalado en el presente criterio
G065	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no corresponde a actividades agropecuarias, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
G066	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El proyecto no corresponde a actividades agropecuarias, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
G067	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 contempla la construcción de carreteras o caminos, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
G068	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva	El sitio donde se pretende ejecutar el proyecto no se ubica en ningún Área Natural Protegida (ANP), motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.

Crterios Específicos

CLAVE	ACCIONES-CRITERIOS	ACTIVIDADES PARA DAR CUMPLIMIENTO
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación ó ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
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.	En ninguna etapa del proyecto se pretende introducir ningún tipo de flora o fauna al sitio donde se pretende ejecutar el proyecto además de que se darán platicas a los trabajadores sobre la importancia de lo mencionado anteriormente
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El sitio donde se pretende ejecutar el proyectó no se ubica en ningún Área Natural Protegida (ANP), motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.	En caso de encontrar especies que se encuentre en algún estatus de protección se realizaran actividades de Ahuyentamiento en el caso de la fauna y rescate y reubicación en el caso de la flora, tal y como se describen en los programas anexos al presente.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.	En el sitio donde se pretende ejecutar el proyecto se encuentra en buen estado libre de contaminaciones industriales, por loque durante la construcción y operación se llevaran a cabo medidas de mitigación y compensación a efecto de minimizar la afectación al sitio.
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.	La construcción del proyecto no modificara los patrones de circulación pues no contarán con nada debajo del muelle que evite el flujo del agua.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de

	infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
A034	Fomentar mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
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.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca o actividades acuícolas, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
A043	Crear, impulsar y consolidar una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
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.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
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.	A efecto de dar cumplimiento al presente criterio se anexa al presente el programa de contingencia para derrames de hidrocarburos.
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor	En ningún a etapa del proyecto se pretende

	productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
A048	Redimensionar, y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	En ningún a etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.
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.	Durante la construcción y operación se darán pláticas sobre la importancia de la utilización de energías renovables, por lo que el proyecto para el sistema de luz contara con celdas solares para la producción de luz del muelle durante la operación.
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El presente proyecto es con la intención de contar con infraestructura para las embarcaciones con construcciones de bajo impacto con madera dura de la región y pilotes ue no afecten la vegetación acuática.

Criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe.

CLAVE	ACCIONES-CRITERIOS	
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El proyecto no se pretende construir en áreas con comunidades arrecifales, cumpliendo con dicho criterio

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. En todo caso deberán presentarse los estudios de impacto ambiental respectivo donde se demuestre la no afectación y pérdida severa de los mismos para cualquier actividad que pretende llevarse a cabo.	Los sitios donde se pretende colocar los pilotes no cuenta con vegetación de pastos marinos, sin embargo en áreas aledañas si existen comunidades de pastos marinos, por lo que en caso de que durante el tiempo que está en evaluación el proyecto crecen pastos en la zona donde se pretenden colocar los pilotes, el pilote será reubicado o en su caso los pastos serán rescatados conforme a las técnicas que se propones en el programa de rescate de pastos marinos anexo al presente para su evaluación y aprobación.
ZMC-03	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles salvo para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación.	En ninguna etapa del proyecto se pretende realizar actividades de captura de mamíferos marinos, aves y reptiles, así mismo se dará pláticas a los trabajadores y turistas sobre la prohibición de este tipo de actividad a efecto de poder dar cabal cumplimiento al presente criterio.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El proyecto no se pretende construir en áreas con comunidades arrecifales, cumpliendo con dicho criterio
ZMC-05	Salvo en casos de rescate o con fines científicos para su conservación y preservación, no se debe permitir la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos.	El proyecto no se pretende construir en áreas con comunidades arrecifales, cumpliendo con dicho criterio
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera	El proyecto no contempla estructuras promotoras de playas, por lo que no es aplicable el presente criterio.
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	En ninguna etapa del proyecto se pretende realizar el vertimiento de hidrocarburos, sin embargo, en caso de accidentes de vertimiento de este producto se llevara a cabo el programa de contingencia de derrames, el

	esta zona	cual se anexa al presente para validación de esta autoridad.
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 no se realicen a partir del ocaso hasta el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	Las actividades de construcción y operación se llevarán a cabo de manera diurna de 9 a 17 horas, a efecto de dar cumplimiento al presente criterio.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, en base a estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El proyecto no se pretende construir en áreas con comunidades arrecifales, cumpliendo con dicho criterio
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 la construcción y operación del proyecto se informará al personal que labora como al visitantes sobre las prohibiciones para el cuidado de la flora y fauna, así como la importancia de la conservación señaladas en las normas aplicables en materia ambiental.
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.	En ninguna etapa del proyecto se pretende realizar actividades de canalización, motivo por el cual no es aplicable el presente criterio al proyecto
ZMC-12	En caso de algún proyecto relacionado con muelles de gran tamaño, es necesario la	El muelle que se pretende ejecutar no es de gran tamaño, sin embargo, el presente estudio es con la intención de contar con la

	<p>presentación de estudios de impacto ambiental y específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelo y geohidrológicos, donde se demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona, así como autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio</p>	<p>autorización en materia de Impacto Ambiental emitida por esta Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).</p> <p>Es preciso señalar que en el área se cuenta con varios muelles ya construidos y autorizados por esta Secretaria, por lo que el proyecto se ubica en zonas de obras muy similares a la que se somete a evaluación,</p> <p>Es preciso señala que en el sitio donde se pretende ejecutar el proyecto no se encuentran vestigios, por lo que no se requiere de la autorización del INAH.</p>
ZMC-13	<p>Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.</p>	<p>En ninguna etapa del proyecto se pretende realizar actividades de pesca comercial, motivo por el cual no le es aplicable el presente criterio.</p>
ZMC-14	<p>Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA terrestres 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 privadas que actúen de manera sinérgica</p>	<p>El sitio donde se pretende ejecutar el proyecto se ubica dentro de la UGA 174, motivo por el cual no se es aplicable el presente criterio.</p>

	<p>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.</p>	
--	---	--

III.1.7.2.-Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El proyecto completo se ubica fuera de la poligonal que conforma el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez**, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 27 de febrero de 2014 tal y como se muestra en la siguiente imagen representativa:

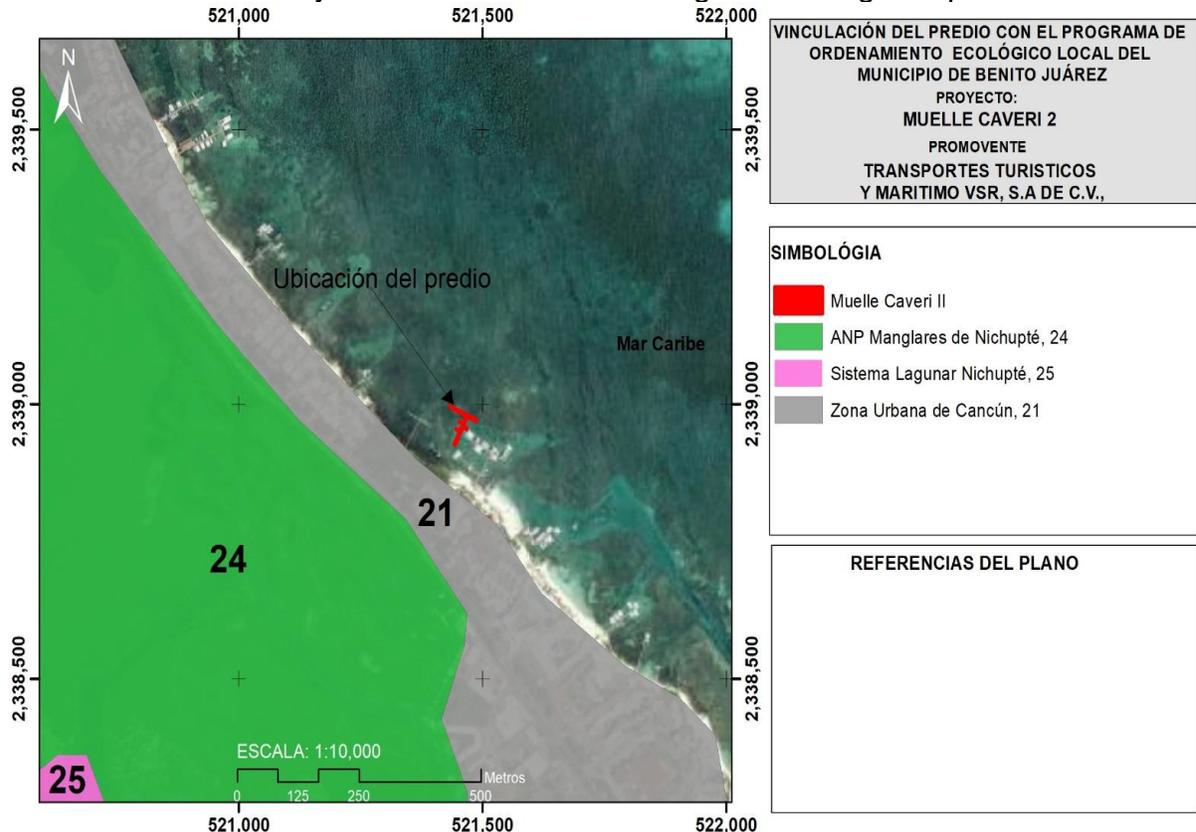


Figura 12.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

Motivo por el cual el Programa de ordenamiento Ecológico local del Municipio de Benito Juárez no es vinculable con el proyecto CAVERI 2.

III.1.8.-Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

III.1.8.2.-Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Cancún, Quintana Roo(PDU 2018).

Este programa fue publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 17 de abril del 2019. El proyecto se desarrollará dentro del área marina. Por lo anterior, se concluye que no contraviene los usos establecidos para la zona, por el contrario, pretende ajustarse a los usos de suelo establecidos e integrarse a los elementos que componen el ecosistema, además de que se construirán con materiales temporales y de bajo impacto.

III.1.9.-Normas Oficiales Mexicanas

Durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas (cuadro 8) para garantizar la viabilidad ambiental del proyecto y la integridad del personal:

Cuadro 3.- Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante las etapas preparación, construcción y operación del proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Residuos Peligrosos, Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT- 2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Por la naturaleza y características del proyecto, no se considera la generación de residuos peligrosos. Sin embargo, se cuenta con un Programa de Manejo Integral de Residuos, que considera la generación de residuos sólidos, líquidos y de manejo especial en las etapas de construcción del proyecto.
Flora y Fauna	
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	La flora y fauna marina en la zona de desarrollo no se verá impactada de manera significativa, ya que el proyecto incluye la implementación de medidas de mitigación que minimizarán los impactos. Sin embargo, en el área del proyecto existe una presencia limitada de organismos de interés y la zona de desplante de las obras se encuentra desprovista de la presencia de pastos marinos.
Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT- 2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	En el sitio del proyecto, donde se pretenden llevar a cabo las actividades de la reconstrucción del muelle caveri, NO se registra la presencia de manglares. Estos se localizan del otro lado de la avenida Kukulkán a 115.15 metros lineales del arranque de muelle, por lo que no se realizarán trabajos en la zona de manglar existente, así como, las actividades del proyecto NO IMPLICAN NINGÚN TIPO DE INTERVENCIÓN SOBRE ESTE TIPO DE ECOSISTEMA.

<p>Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT- 2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	<p>El sitio del proyecto no se localiza en playas de anidación de tortugas marinas.</p> <p>Sin embargo, con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas marinas, durante la temporada de anidación, se implementarán las acciones citadas la presente norma, y diversos criterios ecológicos indicados en los programas de ordenamiento ecológico.</p>
---	--

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Seguridad e Higiene Laboral	
<p>NOM-012-SSA1-1993 requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.</p>	<p>Durante las diferentes etapas del proyecto, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.</p>
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.</p>	

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.</p>	<p>Durante las diferentes etapas del proyecto, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.</p>
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.</p>	
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.</p>	

Por todo lo anterior podemos concluir que, una vez realizada la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, el proyecto es ambientalmente viable y da cumplimiento a cada una de ellas.

III.1.10.- Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

De acuerdo a la ubicación donde se pretende ejecutar el proyecto MUELLE CAVERI 2 no se ubica dentro de ningún área Natural Protegida de competencia federal o estatal tal y como se observa dentro de la siguiente imagen representativa:

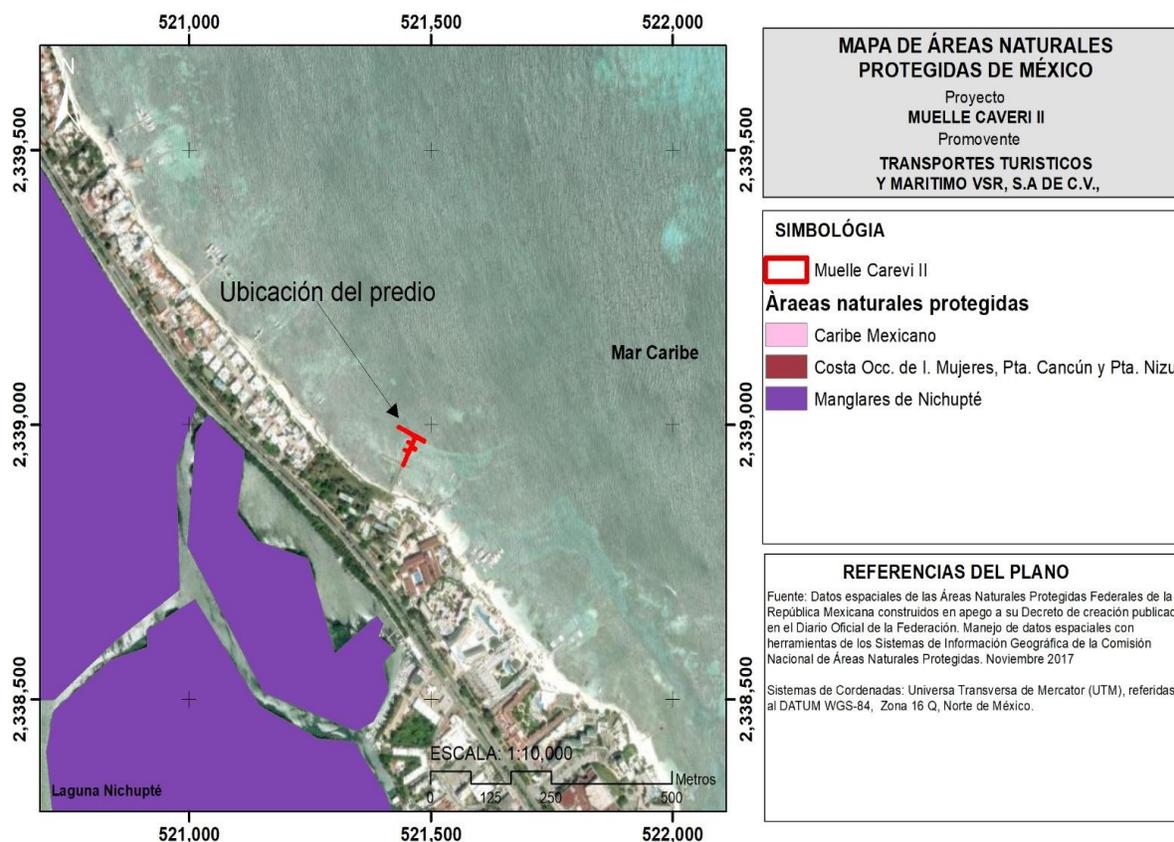


Figura 13.- Mapa de ubicación de áreas naturales protegidas

Tal y como se evidencia en la imagen representativa anterior el proyecto de pretende desarrollar en un área fuera de las Áreas Naturales Protegidas.

III.1.12.-Conclusión

A partir de la vinculación de las obras y actividades del proyecto “MUELLE CAVERI 2” con los diferentes instrumentos de planeación ambiental aplicables al sitio, así como, los instrumentos legales correspondientes, puede observarse como el proyecto da cumplimiento cabal a cada una de dichas disposiciones, por lo que se asegura un proyecto viable en el ámbito ambiental y legal de sus competencias.

IV.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.

IV.1.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto “Muelle Caveri II”. La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos para conocer y obtener registros de la flora y fauna principalmente del área marina del

área donde se construirá el proyecto y su área de influencia inmediata, así como del Sistema Ambiental.

Cabe mencionar que en la zona de influencia del proyecto, existen diversos proyectos similares que han generado cambios importante en la dinámica hidrológica y ecológica de la zona, tal es el caso de la MIA-P del proyecto “Muelle Rustico KM 4.5” , MIA-P del proyecto “Muelle PV8” , MIA-P del proyecto Mejoramiento de playa Condominio Las Quintas , MIA-P del proyecto Acceso Al Atracadero Captain Hook . Estos estudios, han sido tomados como referencia para la descripción del Sistema Ambiental, principalmente para la discusión de los tipos de vegetación y de fauna que se desarrolla en la zona.

IV.1.1.-DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

La delimitación del SA nos permite identificar y enunciar las problemáticas ambientales y sociales asociadas a la evaluación del proyecto, así como determinar tendencias de territorio regional, que no necesariamente se ligan a las interacciones que se analizan en este documento.

Cabe hacer mención, que para delimitar el SA existen diversos criterios y metodologías aplicadas tales como:

- Ecosistemas homogéneos
- Zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA's), en caso de que existan programas de ordenamientos ecológicos.
- Límites de uso del suelo existentes y fronteras de perturbación antrópica.
- Comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas.
- Alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante.
- Cumplimiento de disposiciones normativas en materia ambiental que definen áreas geográficas de estudio.

La delimitación del SA para el proyecto, se hizo tomando en consideración los elementos del paisaje, es decir, lo biótico, abiótico y antrópico. En este sentido el SA está compuesto por dos componentes ambientales, el terrestre y el marino, los cuales se definieron a partir de los elementos físicos del paisaje.

IV.1.2.-CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites del SA para el proyecto:

- Localización del proyecto: El proyecto Muelle Caveri II, se ubica en la Zona marina de la zona Hotelera de Cancún, Municipio de Benito Juárez en el Estado de Quintan Roo.
- Límites del polígono terrestre del SA: Para la porción terrestre del polígono del SA, se consideraron los siguientes límites:

- Al Noroeste, con la Inmobiliaria Cancún, Puerto Cancún.
 - Al Suroeste, con la vialidad Boulevard Kukulcán.
 - Al Sureste, con el Grand Oasis Palm.
 - Al Noreste, por el límite del área de ZOFEMAT.
- Límites del polígono marino del SA: Para la porción marina del polígono del SA, se consideraron los siguientes límites:
- Al Noroeste, con la Inmobiliaria Cancún, Puerto Cancún.
 - Al Suroeste, por el límite del área de ZOFEMAT.
 - Al Sureste, con el Grand Oasis Palm.
 - Al Noreste, con la Bahía Mujeres hasta la isobata de (-) 5.6 m, a una distancia de la playa de aproximadamente 2,733.00 m.
- Componentes del paisaje: A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, lo cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. Mientras que, para el componente marino, se realizó una caracterización a partir de una prospección marina, estudios de batimetría e hidrología, además de la fotointerpretación de una imagen satelital. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección marina, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.
- Continuidad de los ecosistemas: Se utilizó como límites aquellas barreras físicas y naturales como carreteras y cuerpos de agua que impiden la continuidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- Componentes del paisaje: A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo; la asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir del conocimiento de la zona y de los resultados obtenidos de la prospección de campo.

IV.1.3.-SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG).

A través del análisis digital de fotografías aéreas e imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth pro, Imagen Sentinel 2, procesados en el Programa Arcgis versión 10.8, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de desarrollos inmobiliarios.

El Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie de 837.11 ha, de las cuales una superficie de 56.91 ha (6.80%) corresponde a la porción terrestre y una superficie de 780.20 ha (93.20%) corresponden al componente marino (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies del Sistema Ambiental Regional.

Sistema ambiental regional	Superficie		
	m ²	Ha	%
Porción terrestre	569,127.97	56.91	6.80
Porción marina	7,802,025.59	780.20	93.20
Superficie total	8,371,153.56	837.11	100

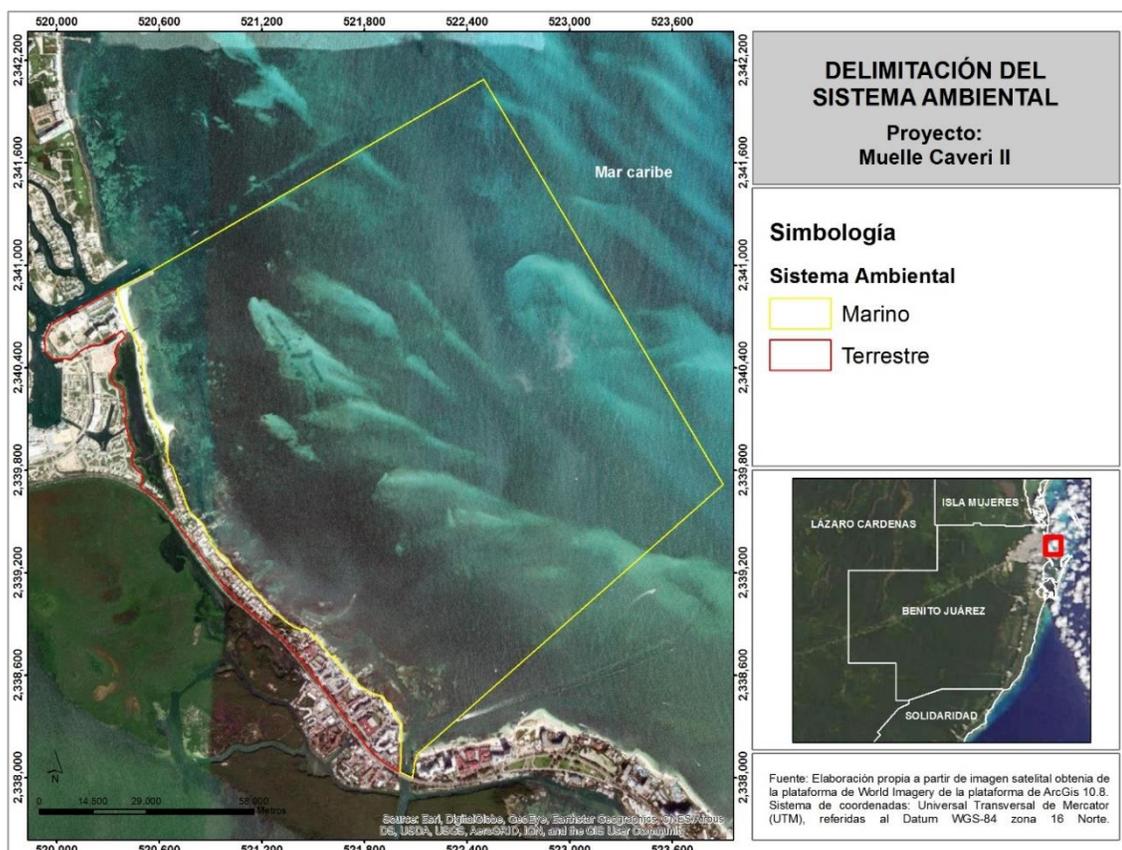


Figura 13.-Sistema ambiental definido para el proyecto.

Tomando como fundamento lo expuesto anteriormente a continuación, se presenta el Análisis del Sistema Ambiental.

IV.2.-CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

En esta sección se integra la información necesaria basada en los componentes descritos en los apartados de medio biótico, medio abiótico y medio social que convergen en el SA, con la finalidad de que esta información permita a la autoridad considerar las disposiciones específicas señaladas en el artículo 44 de Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, las cuales son:

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

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

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

Es importante señalar que para la caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto “**Muelle Caveri II**”, se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo.

Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona en la que se ubicará la infraestructura propuesta para el proyecto.

IV.2.1.-ASPECTOS ABIÓTICOS

IV.2.2.1.-CLIMA.

El Estado de Quintana Roo está situado dentro de la zona intertropical que le brinda un conjunto de condiciones como el régimen climático del tipo cálido subhúmedo, característico de toda la Península de Yucatán, aunque son importantes los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste.

La región Norte de Quintana Roo, presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno, isotermal y con presencia de canícula (estación meteorológica Puerto Morelos). El Municipio Benito Juárez está localizado en el Trópico de Cáncer, por debajo de los 23° de Latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el Ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza el municipio tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica. En cuanto a la altitud, el municipio se encuentra al nivel del mar, y está situado en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la Corriente del Golfo de México que propicia un clima cálido y lluvioso.

El clima predominante del municipio Benito Juárez se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático, es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad

relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 mm, mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700mm, anuales.

Según la carta de climas Mérida escala 1:1'000,000 en el territorio que comprende el Municipio Benito Juárez se presentan dos subtipos climáticos, Aw0 y Aw1, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García. La diferencia entre estos subtipos climáticos radica en la variación del cociente precipitación/temperatura (P/T) cuyos intervalos se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 4. Variación en el coeficiente de precipitación/Temperatura (P/T) para los subtipos de climas, según la clasificación de Köppen.

Símbolo	Cociente P/T	Designación
Aw0	menor que 43.2	El más seco de los subhúmedos
Aw1	entre 43.2 y 55.3	Intermedio entre Aw0 y Aw2
Aw2	mayor que 55.3	El más húmedo de los subhúmedos

Por otra parte, conforme a la carta de Unidades climáticas del INEGI, el SA presenta un tipo de clima Aw0 (x') el cual corresponde a cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura de 18°C en el mes más frío, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm.

La clasificación climática Aw0(x') corresponde a un clima cálido subhúmedo que es el más seco de los cálidos subhúmedos, presenta regímenes de lluvias en verano y una precipitación medio anual de 1,012.87 mm. La temperatura media anual es de 26.6 °C, con una variación de temperatura media mensual entre el mes más frío y el más caliente menor a 5°C, por lo que se considera isotermal.

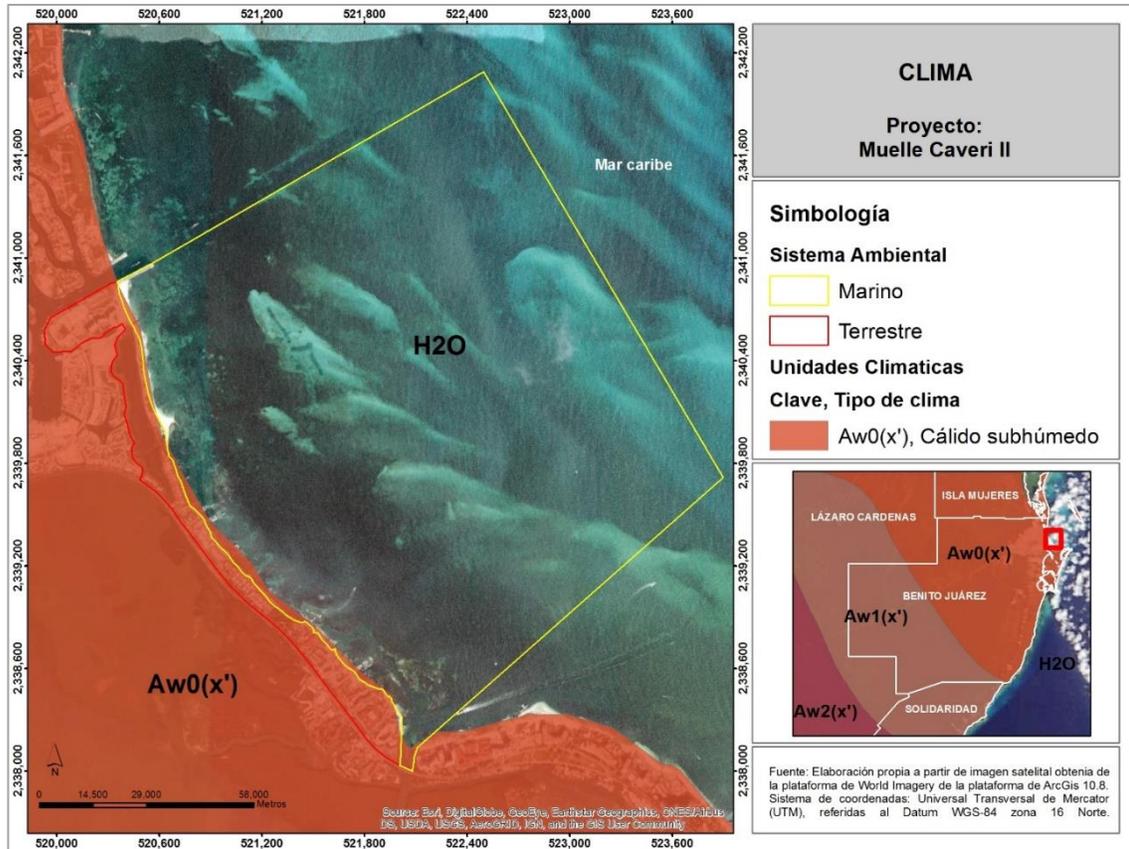


Figura 14.- Zonificación de los subtipos climáticos registrados en el territorio del Municipio Benito Juárez, según la carta de climas.

a) Temperatura y Precipitación

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23155 de la ciudad de Cancún. En el 2019 la temperatura más baja se registró en el mes de enero con 25.6 C° y la más alta en el mes de junio con 32.6 C°.

En cuanto a la precipitación, en el último año de registro (2019), se reportó una precipitación media anual de 1,115.70 mm siendo el mes de octubre el más lluvioso con un registro de 209.1 mm.

Por otra parte, la oscilación mensual de la precipitación, permite dividir el año en dos temporadas: la primera es la estación de secas, misma que abarca los meses de noviembre a abril, en la cual el promedio mensual más bajo llegó a los 25 mm en el mismo mes. La segunda temporada es la estación de lluvias, que abarca de junio a octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 120 mm, destacándose octubre como el mes con mayor precipitación.

En la figura 15 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1991 al 2019 del que se cuenta con datos.

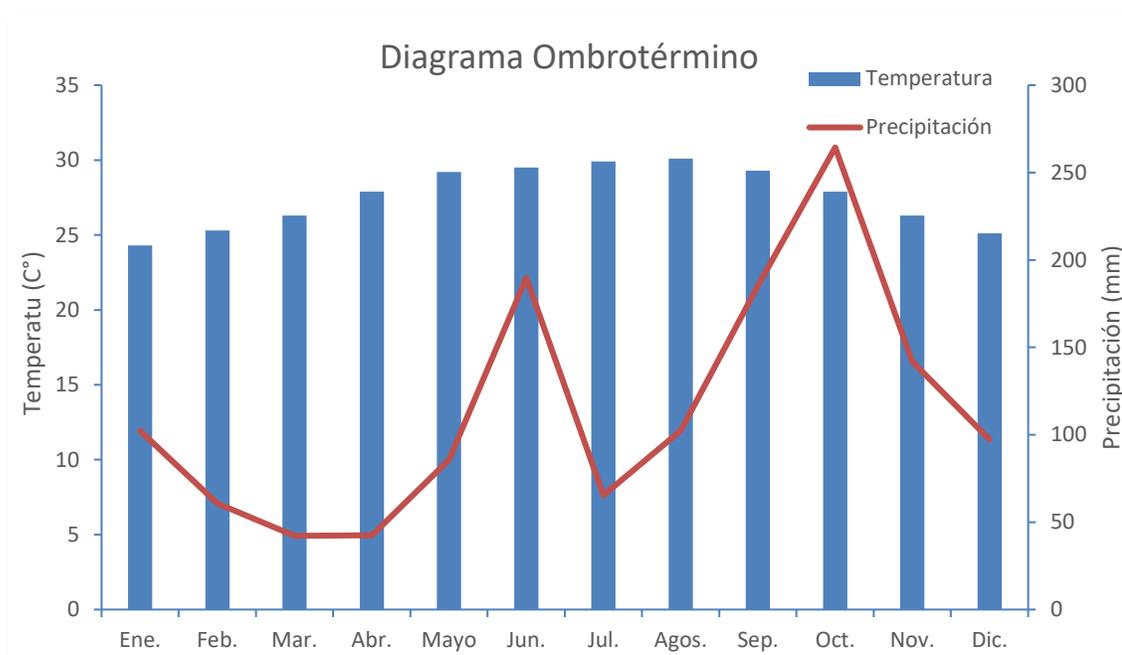


Figura 16.-Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23155 de Cancún para el periodo 1991 al 2019 (Fuente: Datos de la CONAGUA de la estación meteorológica).

b) Vientos dominantes y eventos climáticos extremos.

Para describir la velocidad de los vientos en el área de estudio se consultó la plataforma en línea de Meteoblue (2019)¹. Desde 2007, meteoblue ha archivado datos del modelo meteorológico. En 2014 empezó a calcular modelos meteorológicos con los datos históricos por hora a partir de 1985 y generó una continua historia global de 30 años con datos meteorológicos por hora.

De esta forma, diagramas climáticos presentados en este apartado fueron obtenidos en esta plataforma en línea. Basados de 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos por hora y que están disponibles para cualquier parte de la tierra, y dan una buena indicación de los patrones típicos y condiciones previstas (temperatura, precipitación, radiación solar y viento).

En la siguiente figura se muestra el diagrama de la velocidad del viento para la Ciudad de Cancún. El diagrama muestra un comportamiento de la velocidad del viento en los días por mes. Se puede observar, que el mes que presenta fuertes vientos corresponde a marzo con 28km/h, agosto es el mes con menos viento (siendo 5 km/h la velocidad dominante). El periodo comprendido de septiembre a marzo se presenta los fuertes vientos (38 km/h).

¹ **Meteoblue** es un servicio meteorológico creado en la Universidad de Basilea, Suiza, en cooperación con la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos y los Centros Nacionales de Predicción Ambiental.

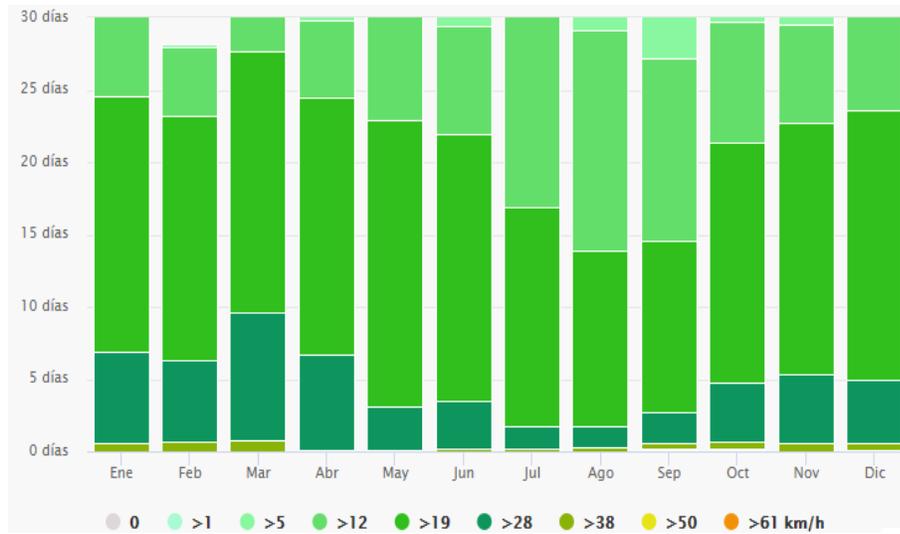


Figura 17.- Historial de la velocidad del viento (Fuente: Datos de la plataforma Meteoblue, 2019).

La Rosa de los Vientos para Cancún muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada, en este caso corresponde con dirección Este.

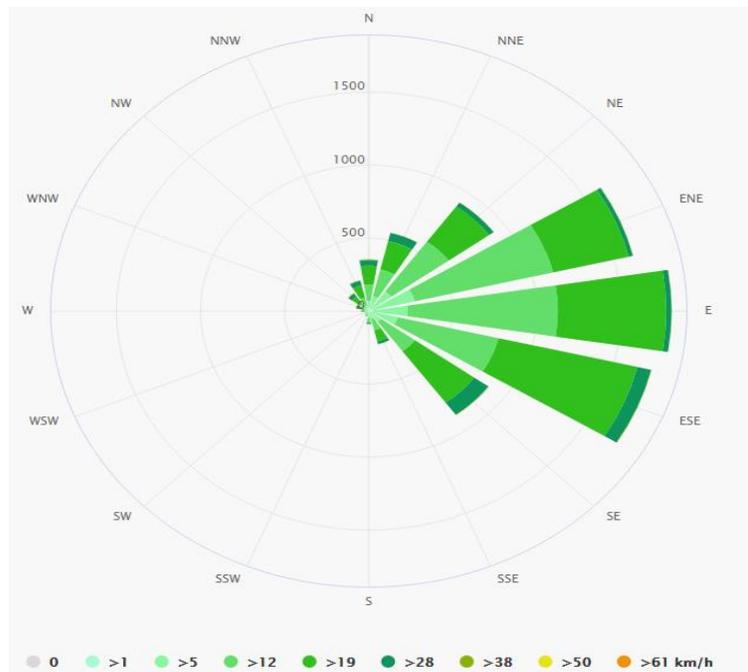


Figura 18.- Rosa de vientos (Fuente: Datos de la plataforma Meteoblue, 2019).

c) Radiación o Incidencia Solar.

Los valores más altos de radiación solar total para la Península de Yucatán se presentan en los meses de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly = Langley = constante solar = 1.4, Cal/gr/cm2/min. En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el Norte y Sur de la región; para la Porción Norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la Porción Sur, se trata de los

mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados para la Porción Norte son ligeramente más bajos que los de la Porción Sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. También para el Norte se han registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año).

En el invierno la radiación solar promedio en el Norte es de 400 ly/día y en el Sur es un poco mayor de 425 ly/día, los registros para las demás estaciones son iguales en toda la región, así tenemos que la mayor intensidad se presenta durante el verano, con 525 ly/día, en el otoño es de 450 ly/día y en la primavera de 500 ly/día. Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación total en la región durante el año, depende tanto de la posición del Sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía que se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del Sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región (Ilizaliturri,1999), como ocurre en la Península de Yucatán.

Con relación a la calidad del aire en la zona no existen estudios o datos sobre este tema, sin embargo, puede decirse que, debido a la condición costera de la región, las características de los vientos dominantes y la carencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica (fábricas, industrias de transformación, etc.), la calidad del aire para la región es en general muy buena y libre de contaminantes.

d) Fenómenos climatológicos.

Debido a las condiciones climáticas que imperan en la zona en donde se construirá el proyecto, al igual que en el resto de la entidad e incluso de la Península de Yucatán, existe la posibilidad de que se manifiesten alteraciones climatológicas extraordinarias. Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de mayo a noviembre y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes chubascos.

En la actualidad estos fenómenos naturales pueden ser pronosticados, debido a la interpretación de las condiciones climáticas que imperan día a día en la zona. Además, las modificaciones climáticas pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.

Registro de Huracanes en el estado de Quintana Roo (INEGI 2021, CENAPRED).

Año	Huracán	Lugar de entrada	Categoría	Vientos Máximos (Km/hr)
1995	Roxana	Tulum	3	185
1996	Dolly	Felipe carrillo puerto	1	125
2000	Keith	La unión	1	140
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	5	324
2007	Dean	Mahahual	5	270
2008	Arthur	Cozumel y	Tormenta	65

Año	Huracán	Lugar de entrada	Categoría	Vientos Máximos (Km/hr)
		Cancún	tropical	
2010	Karl	Norte de calderitas	3	195
2011	Rina	Cozumel y Chetumal	3	175
2012	Ernesto	Mahahual	1	140
2016	Earl	Sur de Chetumal	Tormenta tropical	63
2020	Delta	Puerto Morelos	2	175

IV.2.2.-Geología y Geomorfología.

La comprensión sobre los aspectos geomorfológicos permite conocer el mejor manejo de los recursos naturales, pues se obtiene información adecuada para: a) análisis y predicción de riesgos naturales, b) la selección de sitios apropiados, desde el punto de vista físico para la construcción de infraestructura y de comunicaciones, y c) la realización de inventarios de recursos naturales, degradación de tierras y cambio ambiental. La geomorfología es la base de la regionalización a escalas pequeñas y medianas. El conocimiento del estado y dinámica de los acuíferos de zonas cársticas como la Península de Yucatán es de interés por los procesos de disolución de las rocas carbonatadas. De la calidad del agua dulce del acuífero dependen muchos usos y efectos en la población, por ejemplo: consumo humano, aguas de riego, uso industrial, y conservación de los sitios turísticos y áreas protegidas. El mapa geomorfológico de la Península de Yucatán (PY) se encuentra delimitado por unidades territoriales de escalas medias con cierto grado de homogeneidad morfológica y ambiental. Bajo este criterio se estructura al sistema de clasificación de paisajes geomorfológicos. A cada paisaje le corresponde una particular combinación de procesos endógenos y exógenos, así como las respectivas evidencias en geoformas, materiales (residuales, erosivos y denudativos) e indicadores bióticos (Bautista *et al.* 2005)² como se muestra en la siguiente figura.

² Bautista, F., Batllori-Sampedro, E., Palacio, G., Ortiz-Pérez, M., & Castillo-González, M. (2005). Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales, F. Bautista y AG Palacio (eds.). Universidad Autónoma de Campeche/Universidad Autónoma de Yucatán/Instituto Nacional de Ecología, México, DF, 33-58.

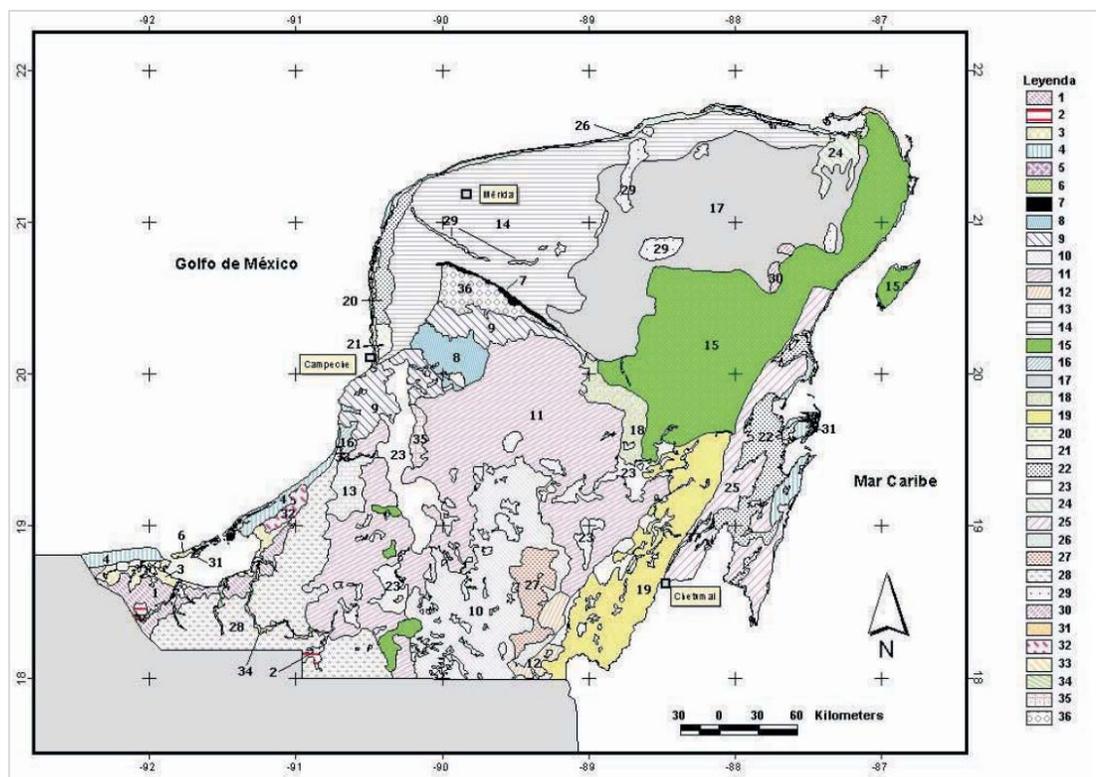


Figura 19.- Mapa de paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. Fuente: Bautista et al. 2005.

Por su ubicación el SA se localiza en la zona eco geográfica del trópico húmedo y forma parte de la subprovincia ecológica del Carst o Carso Yucateco. Esta se define como una planicie ligeramente ondulada sobre una losa calcárea. Su topografía cárstica se distingue por una amplia red de oquedades y depresiones como cenotes, los cuales tienen un papel importante en la dinámica hidrogeológica de la región. El SA forma parte de la provincia “Zona Costera”. Dicha provincia contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

Una de las principales características de esta subprovincia es el carso o karst, uno de relieves más representativos del territorio nacional, el cual se origina por la disolución de las rocas por la acción del agua. Las formas resultantes son superficiales y subterráneas y se distinguen especialmente en la roca caliza, muy resistente a los procesos de erosión. Es a lo largo y profundo de las grietas donde, debido al escurrimiento superficial y la infiltración del agua, se va produciendo una destrucción gradual de la roca. Entre dichas grietas se forman montículos, torres y crestas; las grietas se convierten en canales, valles estrechos, cañones profundos, cavernas de desarrollo horizontal o vertical, etc.

Las características geológicas y la evolución del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas con la historia de toda la Península de Yucatán. La composición geológica superficial consiste en rocas sedimentarias (carbonatos autogénicos y anhidritas). Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este

se van haciendo más jóvenes.

Las características geológicas y la evolución del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas con la historia de toda la Península de Yucatán. La composición geológica superficial consiste en rocas sedimentarias (carbonatos autogénicos y anhidritas).

Es importante mencionar que la Península se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. La litología del estado está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomitas, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario, predominando las calizas en el Terciario. Según la UQROO (2005), específicamente la geología de la porción terrestre del SA corresponde a las calizas provenientes del Cuaternario litoral, es decir, a las formaciones más recientes.

En el área de estudio afloran depósitos carbonatados del cuaternario, representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada. De la mitad del sitio del proyecto hacia la costa lo ocupa una extensa zona de humedales con depósitos de lodos calcáreos, arcillas y arena.

De acuerdo con la Cartas Geológicas del INEGI F-1611 y F16-8 escala 1:250,000, las unidades litológicas superficiales en el Norte del Estado de Quintana Roo, están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (TS o sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q). Dentro del sistema ambiental terrestre, los tipos de roca presentes corresponden a rocas originadas desde el sistema Neógeno hasta el Cuaternario, son rocas de tipo Lacustre y Litoral.

IV.2.2.1.-Edafología.

Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que en el SA convergen dos tipos de suelo, siendo el Regosol Calcario (Rc), el más representativo, seguido del Zolonchak ortico (Zo).

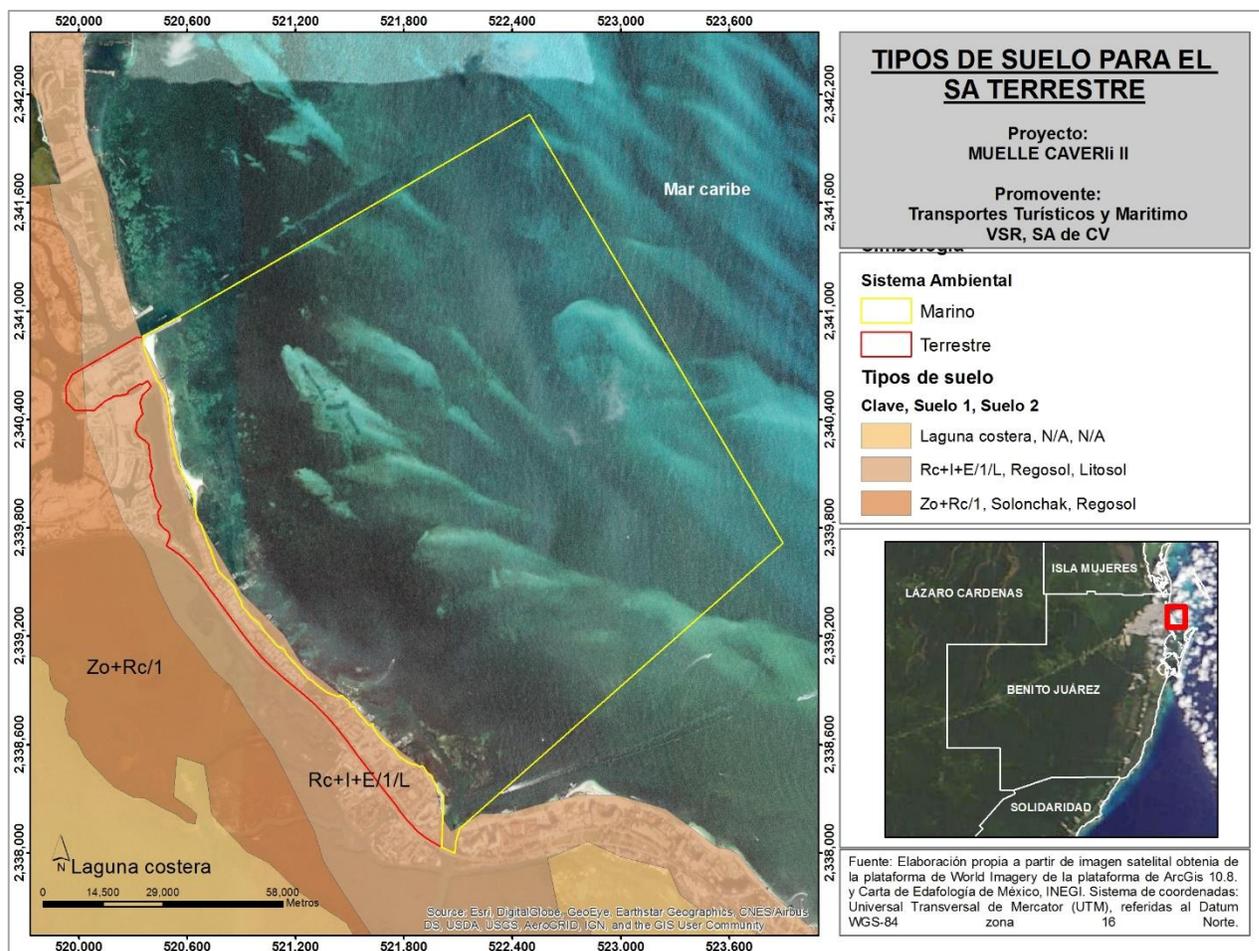


Figura 20.-Tipo de suelo presente en el SA.

La caracterización ambiental para el Municipio Benito Juárez señala que México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tenga que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo, se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, y que fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos. La clasificación FAO/UNESCO (1968) fue modificada por FAO en 1988; el número de jerarquías principales se incrementó de 26 a 28 grupos y las unidades de suelo de 106 a 153; recientemente la clasificación FAO (1988) ha sido actualizada por FAO-ISRICSICS (1999) al sistema WRB; en donde el número de grupos se incrementó de 28 a 30.

A la zona costera de Cancún le corresponden depósitos carbonatados del cuaternario principalmente del Pleistoceno conformado superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor. El sistema lagunar está constituido por arenas y lodos calcáreos en donde se ha desarrollado una importante comunidad de manglar, mientras que en la línea de costa se identifican dunas, arenas de litoral y roca caliza intemperizada.

Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo.

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
G	GLEYSOL (mólico)	Suelo formado por materiales no consolidados que muestran propiedades hidromórficas. Con horizonte A hístico, B cámbico, cálcico a gypico. Carece de alta salinidad. Los Gleysoles mólicos, son suelos moderadamente ácidos, mal drenados con un alto contenido de materia orgánica.
I	LITOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico, limitado para un estrato duro, continuo y coherente, de poco espesor, menor a los 10cm, tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos, su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo.
R	REGOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas, su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.
E	RENDZINA	Suelo con horizonte A mólico que sobreyace directamente a un material calcáreo, con un contenido de carbonato de calcio mayor del 40%. Presenta menos de 50 cm de espesor. Se caracterizan por ser de color negro, ligeramente ácidos, poco profundos con altos contenidos de arcilla, y abundante humus sobre la capa superficial, con alta susceptibilidad a la erosión.
Z	SOLONCHAK	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypico. Una característica es que tienen poca susceptibilidad a la erosión.

En el área de estudio se desarrollan básicamente suelos de tipo Regosol, los cuales son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como "ócrica", que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

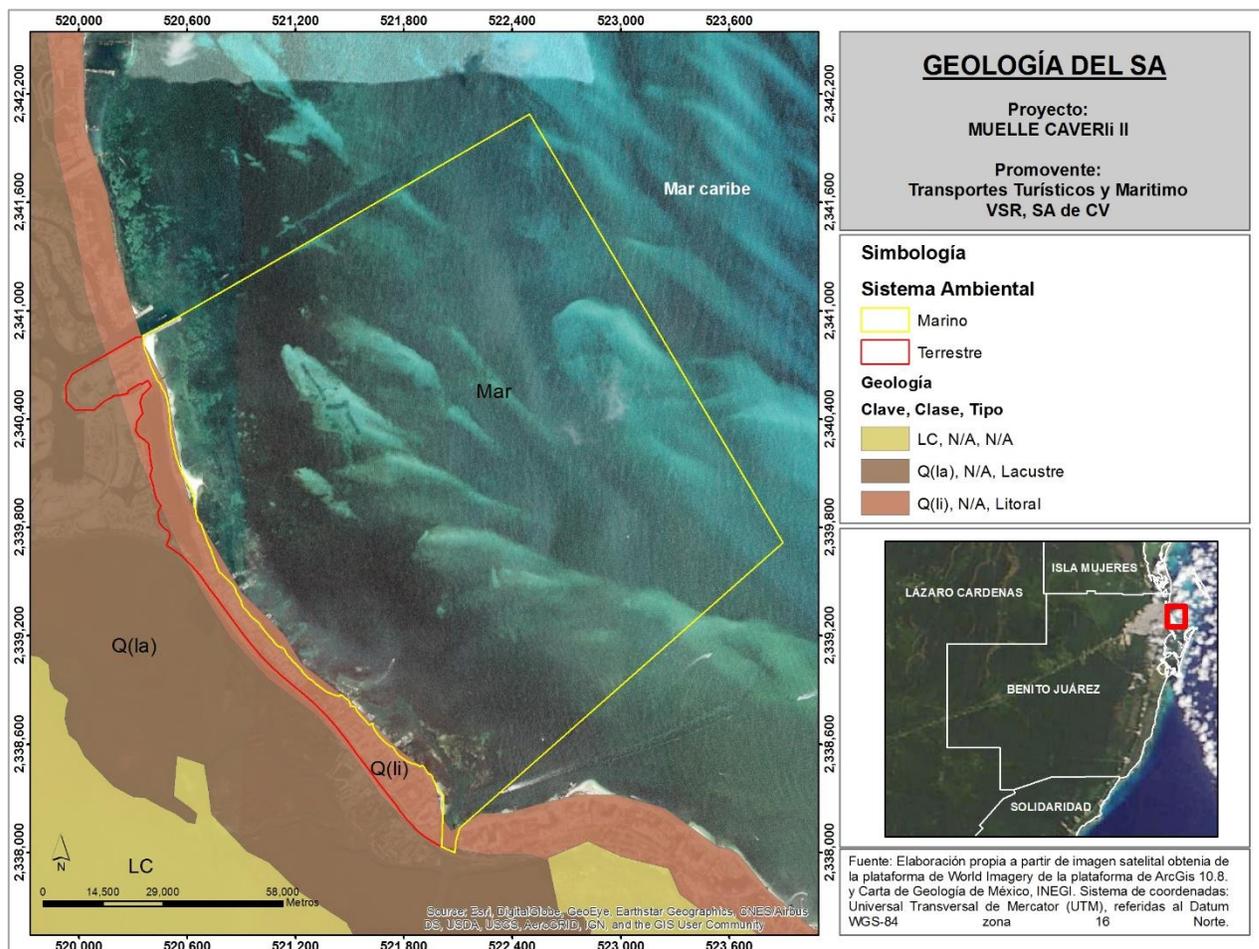


Figura 21.- Se muestra la unidad geológica en la que se encuentra el SA y en sitio del proyecto.

En cuanto a la zona marina, esta pre-existente topografía y en dirección a la costa, hacia el límite marino de la terraza, se tenían crestas de dunas del Pleistoceno litificadas y erosionadas. En la zona marginal del continente, en cambio, se desarrolló un conjunto de crestas de playa que se acrecieron a tierra firme, las que se manifiestan por un ligero escarpe que marca el contacto entre los sedimentos sin consolidar del Holoceno y las capas de calizas continentales.

Cuando la elevación del mar inundó la terraza, las crestas de dunas formaron una barrera que protegieron al continente de la acción del mar (olas y corrientes marinas); sin embargo, las corrientes fluyeron alrededor de las crestas inundando la terraza. Las islas de Contoy, Mujeres y Cancún son en gran medida, remanentes de estas crestas de dunas constituidas por eolianitas (arenas calcáreas de grano muy fino generadas por la acción eólica). Hacia la porción continental en la periferia occidental de la Laguna, cuando el mar estuvo 3 a 5 m más bajo que el presente nivel, se formaron entre los 4000 a 5000 años a.p. (antes del presente), zonas pantanosas marino-marginales, así como manglares.

El continuo avance del medio ambiente marino, “empujó” las zonas pantanosas y de manglares más al Oeste depositándose turba y lodos calcáreos ricos en materia orgánica sobre las rocas del Pleistoceno. Un cambio mayor en el medio ambiente de la Laguna ocurrió entre los 1000 a 1500 años A.C., cuando el nivel del mar alcanzó cerca de 1.0 a 1.5 m bajo el presente nivel. En ese tiempo las porciones Norte y Sur de la isla de Cancún se conectaron con tierra firme mediante “Tombolos” dando así lugar a los tres cuerpos lagunares que conforman el sistema Nochote: Bojórquez, El Inglés y Nichupté.

IV.2.3.-Hidrología.

La Península de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica 32, está integrada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y se ubica al sureste de la República Mexicana. La superficie total de los estados de la Península de Yucatán, equivale a 141,523 Km² de los cuales el 37% corresponde a Campeche, el 36% a Quintana Roo y el 28% a Yucatán.

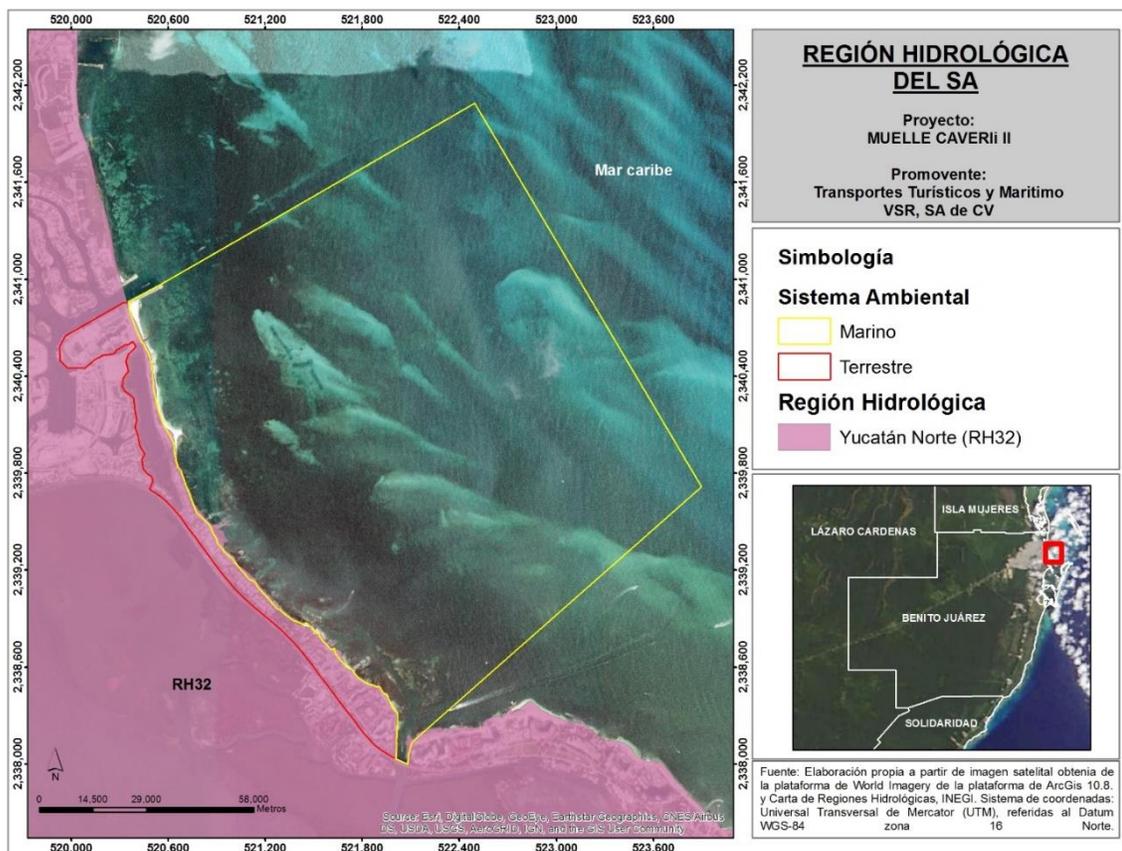


Figura 22.-Localización del SA conforme la Carta de Cuencas hidrológicas del INEGI.

En cuanto a las cuencas, el SA se ubica en la Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31% de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como

la de Conil, Chacmochuch y Nichupté (INEGI, 2002)³.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33⁴, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas. A nivel de Subcuenca, el SA y área de estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca “a” Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 ha (Presidencia Municipal 2008-2010)⁵. En este apartado de hidrología se describirá primero el patrón general regional de la hidrología subterránea y superficial que caracterizan la zona, y posteriormente el detalle de la hidrodinámica que caracteriza el Sistema Lagunar Nichupté, dado que es el cuerpo de agua donde se ubicarán parte de las obras del proyecto, y con los que interactuará.

IV.2.3.1.-Hidrología Subterránea

La península de Yucatán, se caracteriza por presentar una hidrología de tipo subterránea, propia de los paisajes cársticos con ríos subterráneos, cenotes, reholladas, ojo de agua, cavernas y grutas. La relativamente alta precipitación y la gran capacidad de infiltración del sustrato son propicias para la renovación del agua subterránea y la recarga en grandes porciones del territorio, los pocos escurrimientos superficiales, suelen ser en cortos recorridos.

Los niveles estáticos del Estado de Quintana Roo son más grandes hacia la zona de Nuevo Xcan y Tres Reyes ubicados al Oeste del Estado de Quintana Roo, en la porción central de la Península de Yucatán. Hacia la zona de costa el agua se encuentra más somera. Las fluctuaciones estacionales muestran que el nivel del agua asciende hacia la temporada de lluvias (octubre y noviembre) y desciende en los meses de sequía (julio y agosto).

El flujo del agua subterránea se presenta en direcciones rectangulares preferentes siguiendo el patrón de flujo predominante partiendo de las zonas del Tintal y Punta Laguna y siguiendo dos trayectorias: 1. La primera va en dirección NE-SW según el patrón de fracturamiento, que controla el flujo predominante hacia Cobá; hasta alcanzar las costas. 2. La segunda trayectoria de flujo es hacia Nuevo Xcan y Agua Azul inicialmente; luego siguiendo el patrón de fracturamiento varía su trayectoria hasta alcanzar la línea de costa.

Se puede mencionar que la zona costera Norte del estado tiene un comportamiento hidráulico diferente al acuífero regional principal. Se observa que el flujo subterráneo de descarga hacia la zona costera que se encuentra entre Cancún y Puerto Morelos proviene de la zona de Central Vallarta y hacia el Oeste desde Nuevo Xcan; siguiendo el patrón de fracturamiento principal (NWSE). En esta zona la descarga de agua subterránea se observa perpendicular a la línea de costa.

³ SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.

⁴ SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

⁵ Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

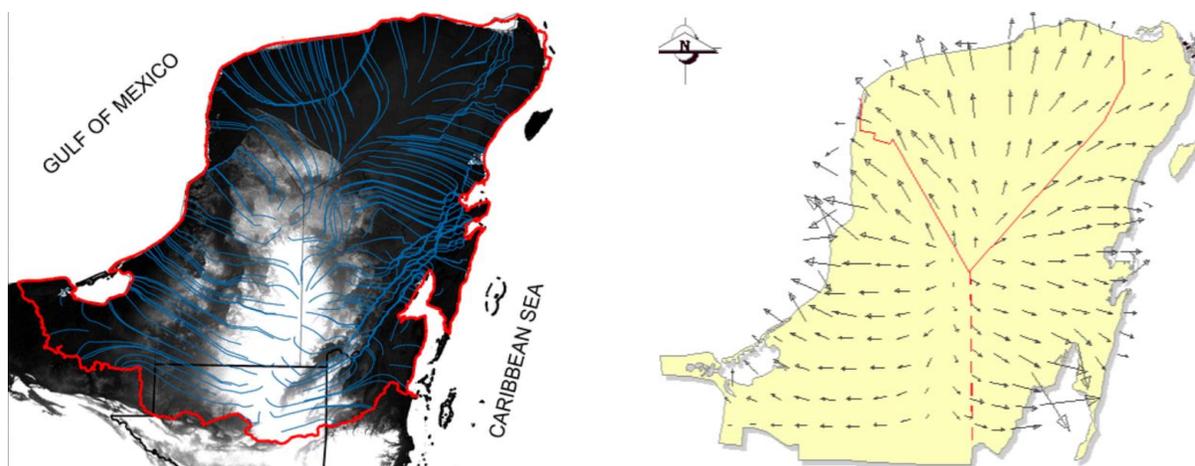


Figura 23.- Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

De esta manera el drenaje subterráneo en la Península de Yucatán, constituye una red de drenaje subterráneo que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, como se muestra en la figura siguiente que relaciona la precipitación contra la variación del nivel freático en esta región.

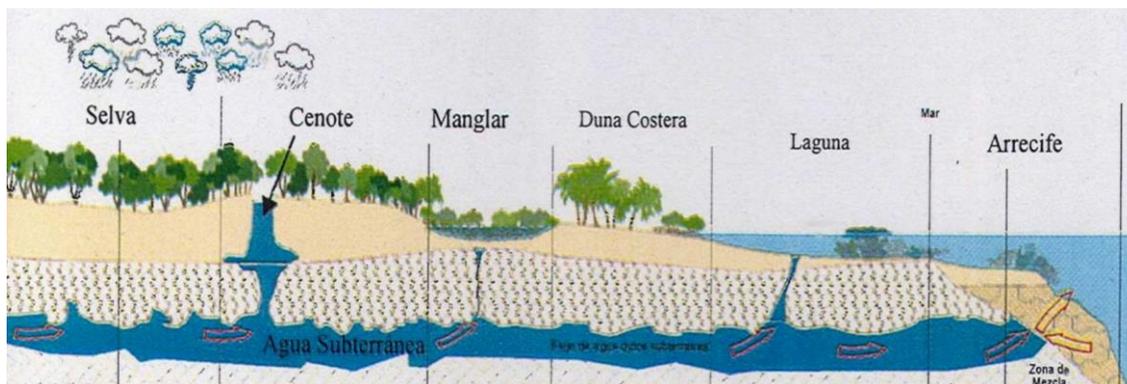


Figura 24.- Esquema de los escurrimientos subterráneos de la Península de Yucatán.

De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto convergen dos unidades geohidrológicas, cuyas características físicas se describen a continuación:

Material consolidado con posibilidades altas: Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano.

Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuido en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia

orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre. La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la Península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene.

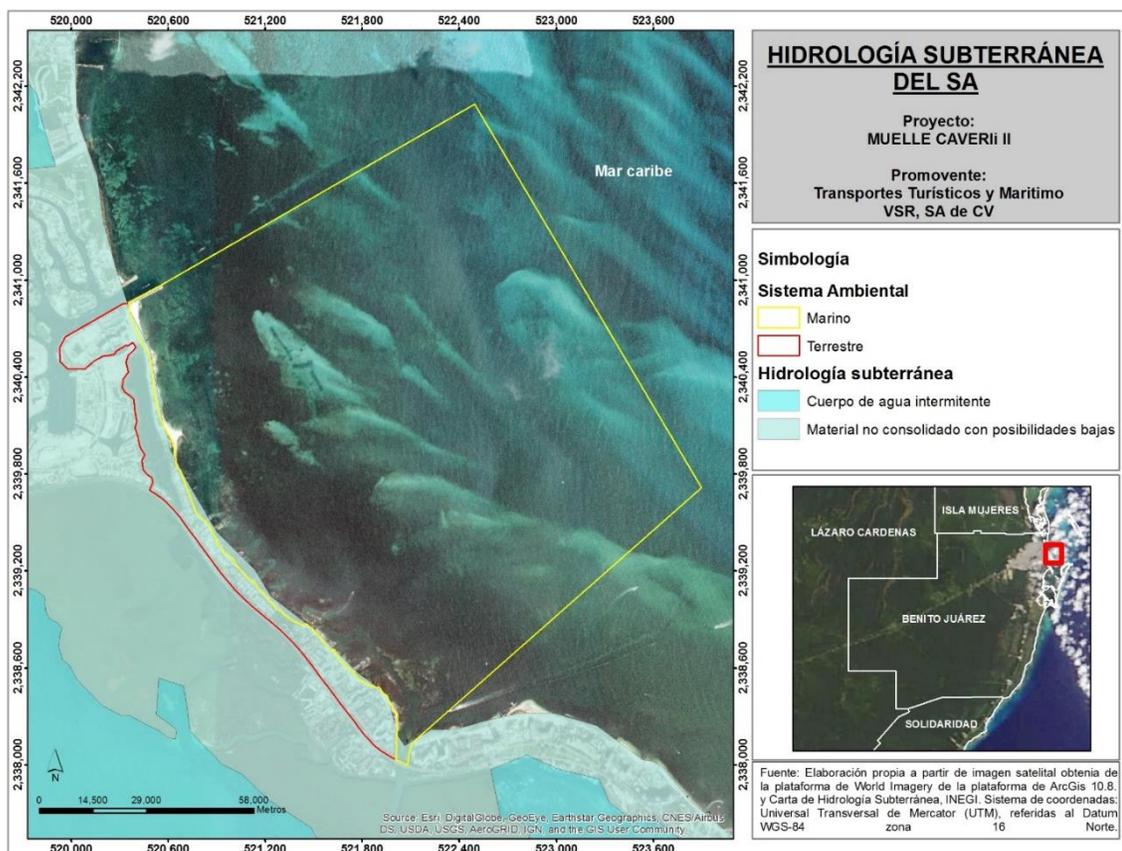


Figura 25.-Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA y el sitio del proyecto.

IV.2.4.-Hidrología Superficial.

En el Estado de Quintana Roo, debido a su naturaleza cárstica existen pocos flujos superficiales; sin embargo, existen cuerpos de agua como lagunas, aguadas, y cuerpos de agua intermitentes. En este sentido de acuerdo al INEGI, el SA presenta en su mayoría unidades con coeficiente de escurrimiento 0 a 5% y en menor proporción zonas con coeficiente de 10 a 20%, mismo que corresponde a las zonas de distribución de la vegetación de manglar.

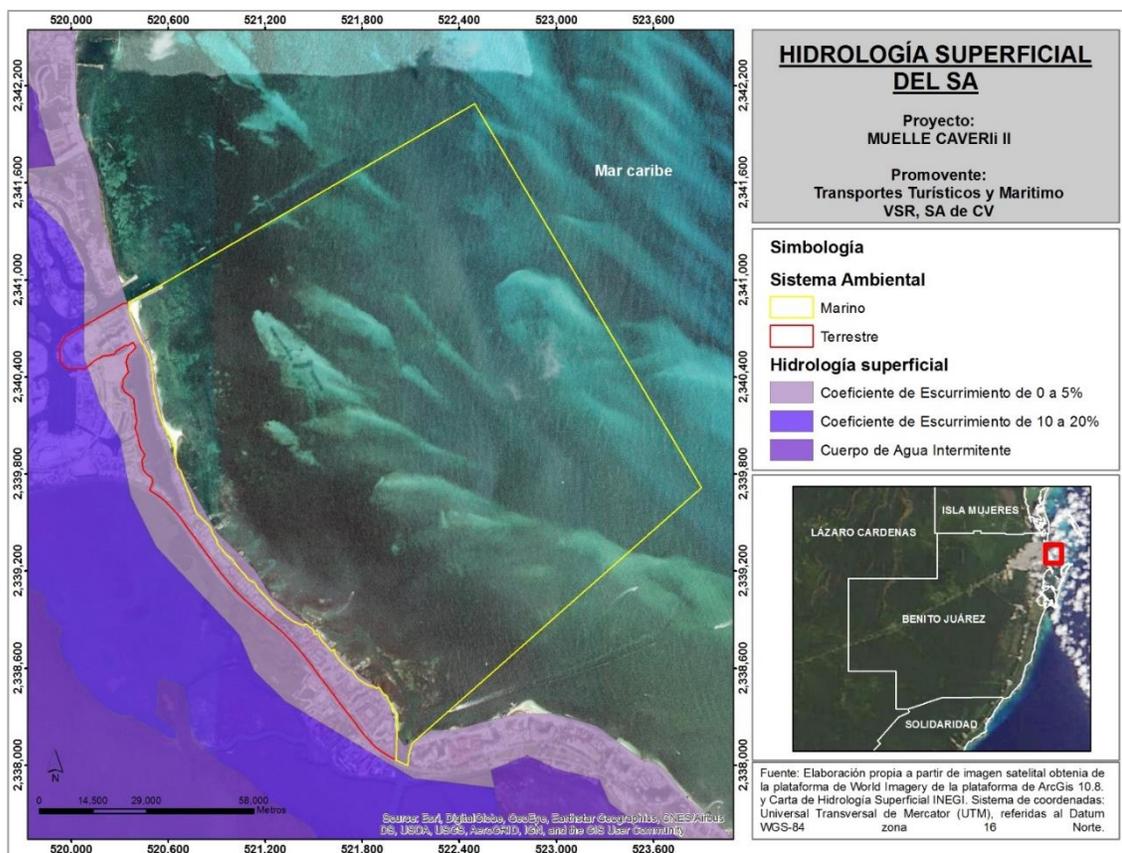


Figura 26.- Distribución espacial de las principales características y condiciones de la hidrología superficial del SA.

IV.2.5.-CONDICIONES DEL ÁREA MARINA DEL SA

En el litoral del Caribe, a lo largo del mar continental, se extiende una formación arrecifal que bordea el estado de Quintana Roo y que se prolonga hasta Belice, Guatemala y Honduras. Además de las formaciones bordeantes, existen en el litoral caribeño de México dos grandes sistemas arrecifales: el del Banco Chinchorro y el de Cozumel.

De acuerdo con el Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (1996), la zona del Sistema ambiental presenta las siguientes condiciones y características físicas:

Relieve submarino: La topografía submarina presenta una zona de transición entre el continente y el océano, de tal manera que las costas de la isla reciben corrientes tanto del Mar Caribe como del Golfo de México, por lo que se ve marcadamente afectada la circulación oceánica y por lo tanto la distribución de los arrecifes coralinos que ahí se encuentran. La parte principal del Mar Caribe está ocupada por cuencas oceánicas profundas, separadas entre sí por un sistema de crestas casi paralelas.

Geología física: Las costas, en particular las de Quintana Roo, están sometidas a una dinámica erosiva intensa, soportando un proceso de continuo retroceso, especialmente por la frecuente presencia de tormentas y huracanes característicos de la región. Esta

actividad destructiva es contrarrestada por las comunidades biológicas, ya que la línea de costa parece ser estable, y en algunos lugares avanza debido a la contribución de dichas comunidades al depósito calcáreo (acreción). La comunidad de mayor trascendencia en este aspecto es el arrecife coralino, particularmente las algas calcáreas y los corales hermatípicos, que continuamente aportan al sistema esqueletos calcáreos.

Los arrecifes actúan como una barrera disipadora de la energía de las olas y de las corrientes marinas, que de otra manera erosionarían la línea costera. El mantenimiento del arrecife coralino es resultado de un equilibrio dinámico entre los procesos de destrucción por la biodegradación del sustrato y el efecto mecánico y químico del oleaje y de las corrientes, que son equilibrados por los procesos de crecimiento, acumulación y litificación de la masa arrecifal.

A pocos kilómetros al este y noreste, fuera de la costa de Cancún, varias partes de una cordillera sumergida compuesta de calizas de eolinita se extienden hacia el borde marino de una plataforma alrededor de los 9 m bajo el nivel del mar. Isla Contoy, Isla Mujeres y Cancún son parte remanente de crestas de eolinita depositadas en el borde externo de la terraza de los 9 m durante una cercana baja del nivel del mar, probablemente durante estadios tempranos de la regresión del Wisconsin.

Mareas: El régimen de mareas en Cancún corresponde al tipo mixto semidiurno, de baja amplitud. De acuerdo con la tabla de predicción de mareas, se registran los siguientes valores:

Pleamar máxima registrada	0.400 m
Nivel de pleamar media en sicigias	0.232 m
Nivel de pleamar media superior	0.170 m
Nivel medio del mar	0.103 m
Nivel de bajamar media	0.017 m
Nivel de bajamar media inferior	0.000 m
Nivel de bajamar media en sicigias	-0.035 m
Bajamar mínima registrada	-0.148 m

Corrientes: El movimiento de la masa de agua en el Caribe Mexicano está determinado principalmente por la corriente de Yucatán que viaja en dirección Sur a Norte (Merino, 1986) hasta convertirse en la Corriente de Lazo que entra al Golfo de México (Martínez y Pares, 1998).

La Corriente de Yucatán es un flujo somero ubicado en el lado Oeste del Canal de Yucatán, cuya existencia es conocida desde hace más de un siglo (Pillsbury, 1890). Se inició un programa observacional completo, con el objetivo de medir la variabilidad en la región del Canal de Yucatán (Sheinbaum et al., 2002; Ochoa et al., 2003). Estos estudios reportaron que la Corriente de Yucatán tiene una velocidad promedio aproximadamente de 1 ms⁻¹, con un máximo de 2.5 ms⁻¹ y su dirección varía de Noreste a Noroeste (Abascal et al., 2003). Es una corriente intensa que fluye del Sur de la Isla Cozumel hacia el Golfo de México. Esta corriente no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía de la zona (Maul, 1977). El núcleo de la Corriente de Yucatán se caracteriza por tener velocidades mayores a los 0.6 ms⁻¹ y un ancho entre 50 y 100 km aproximadamente, presentando su máxima velocidad en superficie, decreciendo

paulatinamente hasta los 800 m de profundidad (Badan et al., 2005).

En la figura siguiente se muestra los vectores de velocidades de corriente para distintas épocas del año (Athié et al., 2011). En el modelo se observa la estacionalidad de los vectores de velocidad de la corriente en las proximidades de la Isla de Mujeres. Al oeste de punta Nizuc, en las inmediaciones del Bajo Arrowsmith, las corrientes se pueden acelerar y generar vórtices; sin embargo, la turbulencia de la corriente en la parte norte de Isla Mujeres puede también generar vórtices (celdas de recirculación) efímeros con intensidades de medias a bajas (50 cm/s). En la parte noreste de la Isla Mujeres los extensos bajos presentes pueden disminuir por completo este efecto, mientras que, por la parte noroeste, la manifestación de una circulación inducida por la baja presión debida a la ausencia de frontera oeste del flujo de la corriente de Yucatán. Esta manifestación sería una corriente de baja intensidad con componente oeste (occidente).

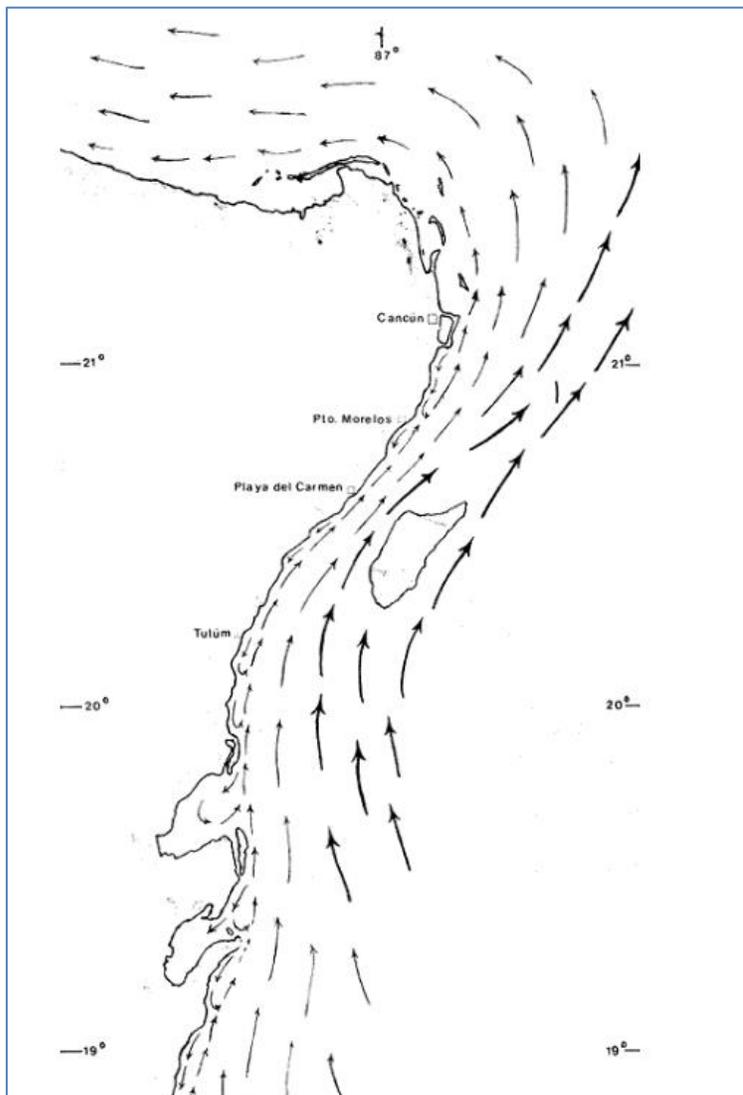
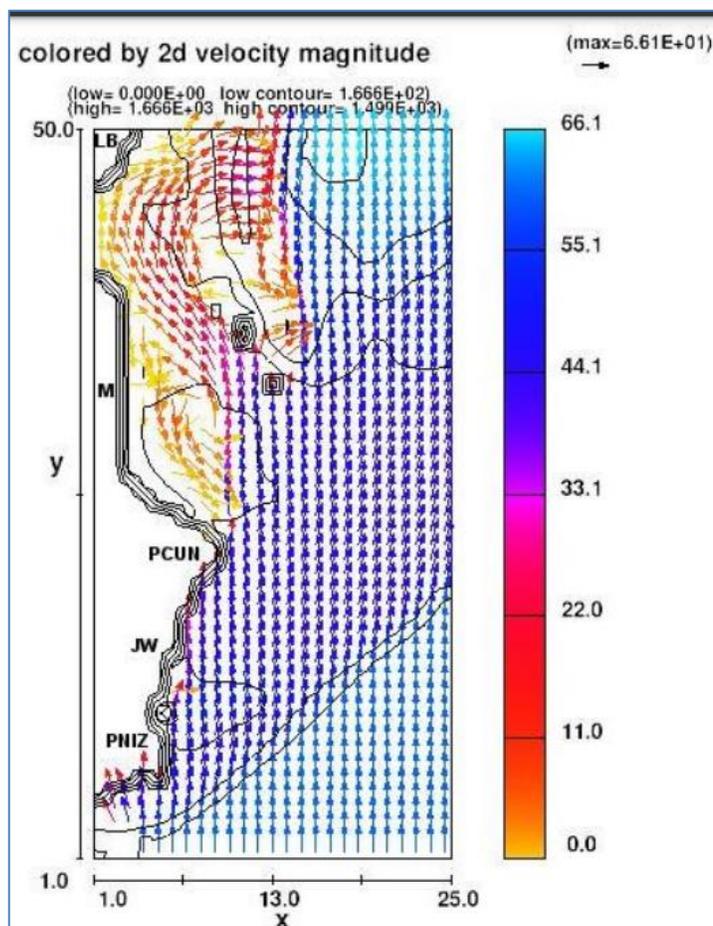


Figura 27.- Esquema tentativo de la circulación superficial en el Caribe Mexicano para la época estudiada

De acuerdo con el Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como la propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos elaborado por el Fondo Sectorial CONACYT-SECTUR, dentro de la Bahía de Isla Mujeres, la corriente circunda la isla por el flanco izquierdo para continuar hacia al norte de la isla. Del lado de El Meco la corriente es débil y hace un pequeño giro ciclónico, mientras que a la altura de la Laguna de las Blancas la corriente se torna débil y con componente anticiclónico para unirse en la parte exterior con el flujo hacia el norte.

Figura 29.- Vectores resultantes de la modelación numérica frente a la zona hotelera y Bahía de Isla Mujeres cuando la corriente viene del sur. En este caso se muestra la velocidad de la corriente en la escala de colores a la derecha (cm/s).



El sistema de corrientes del Sistema ambiental y de su zona de influencia es complejo ya que se generan a partir de la bifurcación de la corriente principal que pasa frente a la Zona Hotelera de Cancún (Corriente de Yucatán). Una de sus ramas toma la dirección Noroeste al penetrar en la Bahía de Mujeres. Otra rama sigue su dirección al Norte pasando por “fuera” de Isla Mujeres. Ambas ramas alcanzan velocidades suficientes para arrastrar el sedimento continuamente hacia el Norte traspasando los límites de Isla Mujeres donde generan grandes depósitos de arena, como es el caso de las dunas submarinas llamadas Mega Rizaduras adelante de Punta Sam y el banco La Ollita frente a Isla Blanca. La rama de la corriente que penetra a la Bahía de Mujeres tiene un espectro de velocidades y direcciones que varían al continuar recorriendo la bahía. Existen corrientes de retorno que circulan de Noroeste a Sureste del SA y se potencializan con la presencia de Nortes y son una de las causas de que en la zona se den procesos erosivos y pérdidas de playa.

IV.3.-ASPECTOS BIÓTICOS.

Como se ha informado líneas arriba la porción terrestre del SA representa una superficie de 56.91 ha, la cual está constituida por diferentes unidades ambientales, en las que se destacan elementos naturales y elementos antrópicos. A continuación, se hará una descripción de los componentes ambientales que conforman el SA terrestre, basándonos en la información cartográfica del INEGI, información bibliográfica y datos obtenidos de Estudios de Impacto Ambiental realizados en la zona y con autorización correspondiente.

IV.3.1.-CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL TERRESTRE

IV.3.1.1.-Caracterización de Flora de la Porción Terrestre del SA

De acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo serie VII del INEGI, la porción terrestre del SA está compuesta en su totalidad por una unidad ambiental: asentamientos humanos.

Se muestra la distribución de los usos de suelo conforme carta de vegetación y uso de suelo serie VI del INEGI.

Descripción	Superficie m ²	Ha	%
Asentamientos humanos	569,127.97	56.91	100.00
Subtotal	569,127.97	56.91	100.00
Total	569,127.97	56.91	100.00

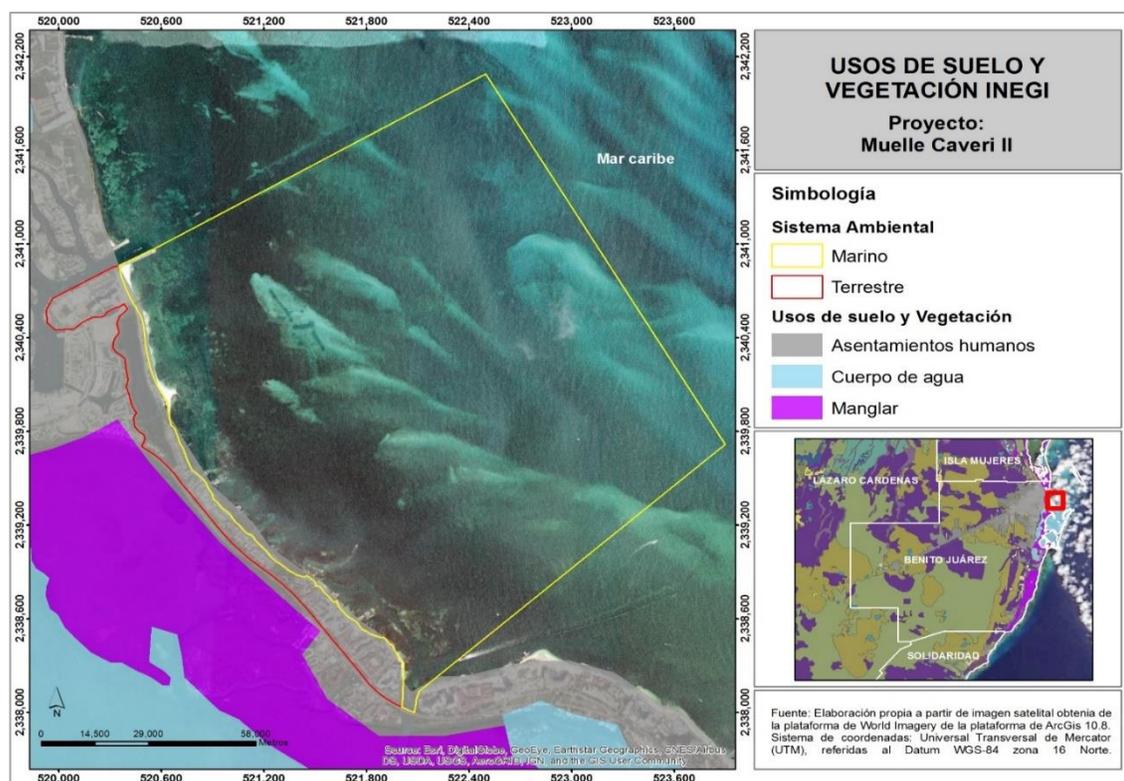


Figura 28.- Se muestra los usos de suelo y vegetación del SA Terrestre conforme a la carta del INEGI serie VII.

Ahora bien, a partir de un mosaico fotogramétrico construido para este estudio con imágenes satelitales de fecha mayo 2023, obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos digitales adquiridas en el INEGI; se realizó la rodalización digital en el Programa Arcgis versión 10.8, utilizando los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Con esto se construyó el mapa de uso de suelo y vegetación para el SA, el cual presenta un mayor detalle con relación con la carta de vegetación y uso de suelo serie VI del INEGI Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con las visitas de campo. Asimismo, que con las mismas imágenes de Google Earth Pro, se realizó la caracterización del fondo marino del Sistema Ambiental. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con las visitas de campo realizadas en el mes de junio de 2023.

Como resultado de la fotointerpretación, se tiene que el SA terrestre consiste en una unidad fisiográfica costera de 56.91 ha donde interactúan 2 tipos de ecosistemas principales: manglar y vegetación halófila. Y en otras coberturas se obtuvo tres categorías: playa, desprovisto de vegetación y asentamientos humanos, como se muestra en el siguiente cuadro y figura subsecuente.

Distribución de superficies del sistema ambiental terrestre de acuerdo a la caracterización elaborada a partir de imágenes del Google Earth.

Descripción	Superficie		
	m ²	Ha	%
Tipos de vegetación			
Manglar	141,177.80	14.12	24.81
Vegetación halófila	13,641.15	1.36	2.39
Subtotal	154,818.95	15.48	27.2
Otras coberturas			
Playa	44,732.39	4.47	7.86
Desprovisto de vegetación	39,934.80	4.00	7.02
Asentamientos humanos	329,641.83	32.96	57.92
Subtotal	414,309.02	41.43	72.8
Total	569,127.97	56.91	100

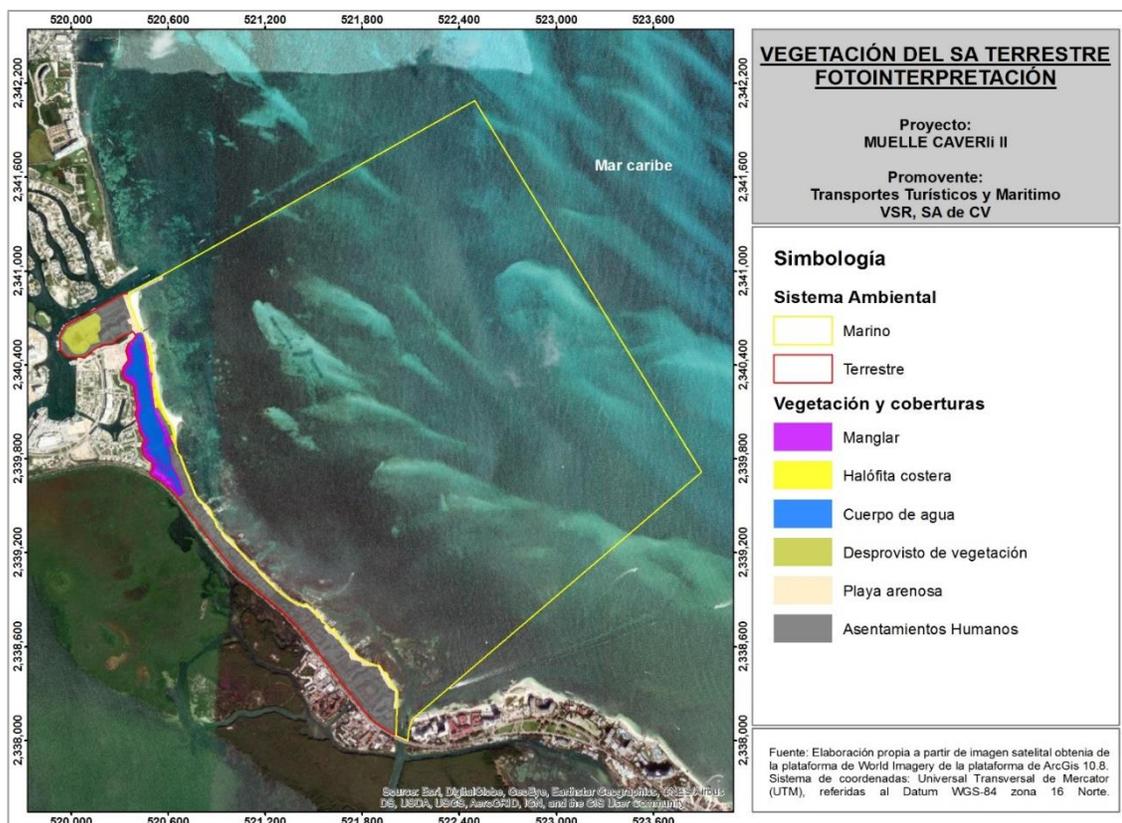


Figura 29.-Mapa de vegetación y uso de suelo del SA Terrestre de acuerdo a la fotointerpretación

El Sistema Ambiental determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 56.91 ha donde interactúan 2 tipos de ecosistemas principales: manglar y vegetación halófito.

Halófito costera: la distribución de este ecosistema corresponde al litoral arenoso desde Holbox hasta Punta Brava en Puerto Morelos, en una franja delgada que se amplía principalmente en las inmediaciones de Cabo Catoche y al norte de Punta Sam. Donde, algunas de las especies característicos de este ecosistema son: *Funastrum clausum*, *Ambrosia hispida*, *Cordia sebestena*, *Cakile edentula*, *Ipomoea pes-caprae*, *Pithecellobium keyense*, *Scaveola plumieri*.

Vegetación de manglar: en las zonas clasificadas como manglar destaca la especie *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), así como vegetación asociada a esta como enredadera de manglar (*Rhabdadenia biflora*) y helecho de manglar (*Acrostichum danaefolium*) entre otras. Dentro de los límites del sistema ambiental solamente se identificó la presencia de pequeños fragmentos remanentes aislados de *C. erectus* en la zona residencial conocida como Pok Ta Pok.



Figura 30.- Vista panorámica de la comunidad de manglar presente en el SA Terrestre.

IV.3.1.2.-Especies de Flora del SA Terrestre enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro de las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se tienen 5 especies: 1) *Thrinax radiata* (palma chit), 2) *Conocarpus erectus* (botoncillo), 3) *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), 4) *Rhizophora mangle* (mangle rojo), 5) *Avicennia germinans* (mangle negro).

A



B



C



D



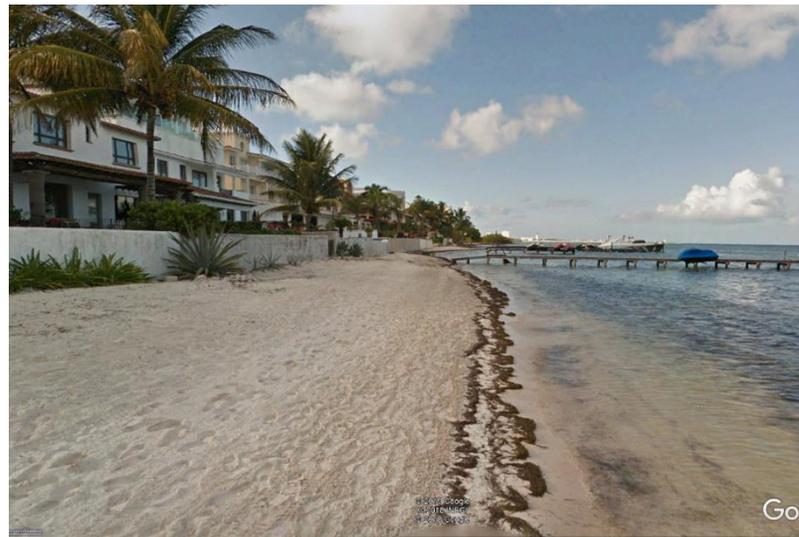
Figura 31.- Se muestran algunas de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A) Palma chit (*Thrinax radiata*), B) Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); C) Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y, C) Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Otras de las coberturas identificadas en el sistema ambiental son:

Playa. Las playas al igual que la Halófito costera, están modeladas por procesos geomorfológicos como la acción del agua marina y del viento y procesos biológicos como la sucesión vegetal con la consecuente estabilización del sistema. Estos factores están en constante interacción y determinan la dinámica espacial y temporal de las mismas, permitiendo el desarrollo de plantas y animales con formas de crecimiento y adaptaciones muy variadas.



Figura 32.-Playa frente Bella Mar Kiara



Frente Playa Las perlas



Playa frente Muelle Chac chi

Áreas sin vegetación: Esta cobertura se refiere a aquellas superficies del SA que carecen de vegetación. Dentro del SA, esta cobertura se distribuye principalmente en la zona de manglar, colindante a la costa que fueron desmontadas y rellenadas en apego a autorizaciones antiguas otorgadas por la autoridad ambiental en amparo a los instrumentos normativos que regían en ese entonces.

Infraestructura: Esta cobertura se refiere a aquellas áreas con instalaciones principalmente de tipo turística. En dirección de norte a sur se identifican hoteles y condominios turísticos en operación. En la siguiente figura se puede visualizar aquellos que se identifican en el SA



Figura 33.- Vista panorámica hacia el Sur, de la infraestructura que incide en el SA Terrestre.



Figura 34.- Vista panorámica hacia el Norte, de la infraestructura que incide en el SA Terrestre.

IV.3.1.3.-Caracterización de Fauna de la Porción Terrestre del SA

De acuerdo a la Caracterización de la modificación del POEL del municipio Benito Juárez (2011), están reportadas 566 especies de fauna, distribuidas en 62 de mamíferos, 406 de aves, 57 de reptiles, 15 de anfibios y 26 de peces continentales, con 124 de ellas enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 13 endémicas.

De acuerdo con los estudios más recientes en el estado de Quintana Roo hay reportadas 7,938 especies, de ahí que el municipio de Benito Juárez tiene representados el 74.6% de los vertebrados terrestres y 20% de peces continentales respecto de los registrados en la entidad.

Dadas las condiciones de perturbación del área, las especies con mayor presencia se refieren a aquellas altamente tolerantes a las condiciones de perturbación y de la presencia humana, muchas de las especies están representadas principalmente por el grupo de las aves, seguida de los reptiles.

De los estudios disponibles de las cercanías al sistema ambiental definido para el presente proyecto se cuenta con la caracterización de fauna realizada para el desarrollo Alisios Residencial Cancún (2008), en el cual se reporta escasa presencia de fauna,

observándose solo ejemplares de zanates (*Q. mexicanus*) forrajeando y juveniles y adultos de iguana (*C. similis*) (Q&LL, S.C., 2008). Ambas especies son generalistas y se han adaptado a vivir en zonas urbanas.

Otro registro con el que se cuenta en relación a la fauna existente en los predios ubicados en la zona urbana de Cancún, es el del estudio realizado para el proyecto Hotel Dorado Cancún, ubicado en la SM 8 Lote 1 de la zona urbana Cancún, en el Municipio de Benito Juárez. En el predio de este proyecto se observaron pocas especies de fauna, reportándose la presencia de iguana (*C. similis*), tolok (*B. vittatis*) y la presencia de aves como el zanate (*Q. mexicanus*) y la yuya (*Icterus auratus*) (Ecopladesa, 2009).

Dentro del Sistema Ambiental se tiene la presencia de *Ctenosaura similis* (Iguana rayada) especie que está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación de muestran una serie de imágenes de las especies vistas en el SA terrestre.



Figura 35.- Imagen se muestra la Iguana rayada (*Ctenosaura similis*).



Figura 36.- Imágenes que muestran las aves presentes en el SA. A) Luisillo (*Pitangus sulphuratus*), B) Zanate (*Quiscalus mexicanus*), C) Playerito (*Calidris alba*) y D) Gaviota (*Leucophaeus atricilla*).

Debido a las fuertes alteraciones y modificaciones en la cobertura vegetal y escasas de hábitat para la fauna, son pocas las especies que se observaron en el área de estudio definida para la caracterización del proyecto. Las pocas especies existentes en el área son aquellas de tipo generalistas que son tolerantes a vivir en sitios urbanizados, o que sólo utilizan la zona como sitio de descanso o paso.

Hay varios factores que influyen en la poca diversidad de especies detectadas durante el muestreo. Las principales son la cantidad del hábitat disponible, su calidad y su conectividad.

No obstante, la fauna responde de diversas maneras a las perturbaciones del ambiente y algunas especies son tolerantes a permanecer en sitios perturbados, por lo que se adaptan fácilmente a vivir en zonas urbanas o semiurbanas. Sin embargo, otras son menos tolerantes y tienden a desplazarse a sitios más conservados en los que puedan habitar. Especies altamente móviles, como aves y mamíferos pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo, su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente y de las posibles barreras, ya sean naturales o artificiales, que se puedan localizar en su camino hacia un sitio mejor conservado.

De hecho, el grupo de fauna con más ejemplares que se observó en la zona del proyecto fue el de las aves. Las aves han logrado subsistir en las zonas urbanas principalmente por su capacidad de vuelo, ya que les permite dispersarse con facilidad y por lo tanto colonizar otros ecosistemas. Además, la heterogeneidad que tienen las distintas especies de aves en cuanto a requerimientos de nicho ecológico, hace posible que exploten diversos microhábitats.

La fragmentación de los ecosistemas modifica las condiciones medioambientales y el funcionamiento de los ecosistemas alterando el régimen hidrológico, el ciclo de los elementos minerales, el microclima y las propiedades de los suelos (Mas *et al.*, 2000). Este proceso, afecta de manera diferencial la diversidad biológica, ya sea facilitando o condicionando el desarrollo de los organismos por espacio, competencia, depredación, etc. (Baldwin *et al.*, 2004). Los cambios generados a partir del desarrollo de las actividades

humanas se han reflejado en la reducción y deterioro del hábitat natural, lo cual a su vez ha impactado de manera sensible las poblaciones silvestres de un área determinada (Calderón-Mandujano, *et al.*, 2008).

Los anfibios y reptiles, por su condición ectotérmica, son más susceptibles a cambios en el entorno que afectan la temperatura, humedad, fuerza y dirección del viento (Mandujano *et al.*, 2008), lo cual dificulta su permanencia en sitios perturbados. Sin embargo, algunas especies, principalmente del trópico, son tolerantes a estos sitios y han desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día. Un ejemplo de estas especies es la iguana o garrobo (*C. similis*) que se ha adaptado a vivir en zonas perturbadas y sitios urbanos y semiurbanos.

De manera general se considera que, dadas las condiciones de la zona terrestre en el área, se ofrecen pocos espacios que pudieran ser utilizados como hábitat por la fauna, sin embargo, el área es utilizada como sitio de alimentación y descanso por especies generalistas y tolerantes a estos sitios.

IV.3.1.4.-Especies de Fauna en el SA enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con las observaciones y recorridos realizados en la zona terrestre, en el Sistema Ambiental se tiene el registro de las siguientes especies de fauna terrestre:

Cuadro 5. Lista de especies registradas o reportadas para el sitio. *Especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CLASE REPTILIA (Reptiles)			
Squamata	<i>Iguanidae</i>	<i>Ctenosaura similis</i> *	Iguana negra de cola espinosa
	<i>Polychrotidae</i>	<i>Norops rodriguezii</i>	Norops
		<i>Norops sagrei</i>	Lagartija
CLASE AVES			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Passeriformes	<i>Mimidae</i>	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
Charadriiformes	<i>Laridae</i>	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora
Passeriformes	<i>Icteridae</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
<u>Trochiliformes</u>	<u>Trochilidae</u>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí
<u>Passeriformes</u>	<u>Tyrannidae</u>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luisillo
<u>Charadriiformes</u>	<u>Scolopacidae</u>	<i>Calidris alba</i>	Playerito
<u>Pelecaniformes</u>	<u>Threskiornithidae</u>	<i>Ibis ibis</i>	Ibis
<u>Pelecaniformes</u>	<u>Ardeidae</u>	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca

IV.4.-CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL MARINO

IV.4.1.-MEDIO ABIÓTICO DEL SA MARINO.

IV.4.1.1.-Batimetría

El mapa representa la distribución espacial de las profundidades de los ecosistemas marinos del Caribe mexicano, cubriendo las aguas someras del sistema Arrecifal mesoamericano entre Cabo Catoche y Xcalak. Se generó a partir del análisis de las imágenes satelitales WorldView-2. En un área de 1,001.0 km² con profundidad máxima promedio de 18 m. Este mapa tiene el propósito de estimar la distribución espacial de las profundidades de los ecosistemas marinos del caribe mexicano, cubriendo las aguas someras del sistema Arrecifal mesoamericana entre Cabo Catoche y Xcalak.

La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino, indica que la batimetría del SA va de 0 m a -5.46 m desde el límite Oeste y hasta la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -5.46 a 9.01 m de profundidad.

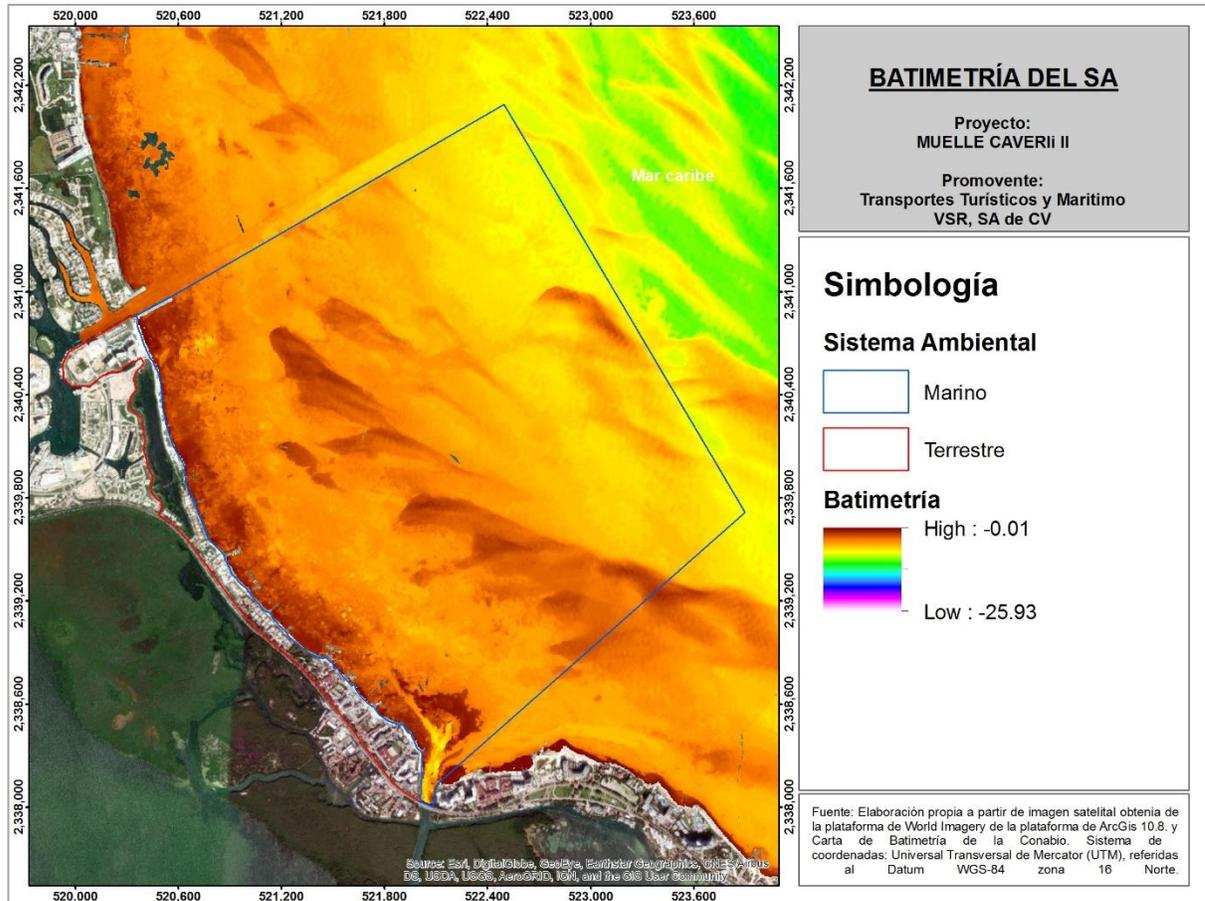


Figura 37.- Se muestra batimetría del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

IV.4.1.2.-Dinámica costera

El cambio climático es un factor que cada día toma mayor importancia dada la sobreelevación del nivel de mar y el incremento en la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales, entre otros. La problemática de erosión de playas que se está presentando en la zona turística de Cancún y Cozumel obedece a la combinación de estos complejos fenómenos naturales, así como también a las acciones a veces irresponsables del hombre en su afán por explotar los recursos naturales sin considerar la sustentabilidad de los mismos (intervención antropogénica). La erosión costera es un fenómeno natural que se origina por la interacción de los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentos con la morfología costera y la batimetría del fondo de la zona cercana a la costa, lo que ocasiona un retroceso de la línea de costa (Guido *et al*, 2009)⁶.

Desde el impacto del Huracán Gilberto en 1988, la costa de la Zona Hotelera Cancún ha sufrido un proceso de erosión agravado por el oleaje derivado de las tormentas tropicales, nortes y huracanes. De igual forma, dicho proceso está relacionado con cambios en el transporte de sedimentario debido a cambios en los patrones generales

⁶ GUIDO A. P., RAMIREZ C. A., GODINEZ O. L., CRUZ L. S & JUAREZ L. A. 2009. **Estudio de la Erosión Costera en Cancún y la Riviera Maya, México.** Universidad Nacional Autónoma de México. México.

de circulación de las aguas oceánicas por diferentes causas.

La elevación del nivel del mar, asociado a cambios climáticos globales, es otro factor natural que incide en la intensificación de la erosión. Brun (1998), demuestra que, con los cambios en el nivel del mar, el perfil de la playa trata de adaptarse paulatinamente a las nuevas condiciones buscando una configuración de equilibrio. Estos cambios en la morfología del perfil requieren una cantidad extra de sedimentos, que, de no obtenerlos por un ingreso neto de arena al perfil, los extrae erosionando la playa.

En el caso del Sistema Ambiental, el proceso de erosión está relacionado también con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.

De acuerdo con la investigación realizada por la Secretaria de Turismo (2014)⁷ sobre la erosión costera en la zona hotelera Cancún por medio de la retrospectiva, se concluyó que el sedimento (playa) frente los destinos turísticos se mueven hasta 5.86 m/año. En el SA, la Playa frente al Hotel Holiday Inn Cancún Arenas tiene registro de una tasa de erosión promedio anual de 5.7 m/año, la ubicación del hotel se visualiza en la siguiente

⁷ SECRETARÍA DE TURISMO. 2014. POR MEDIO DE LA ACADEMIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO A.C. (ANIDE), CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TURISMO (ESTUR), CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT). Estudio de la Vulnerabilidad y Programa de Adaptación ante la Variabilidad Climática y El Cambio Climático en Diez Destinos Turísticos Estratégicos, así como propuesta de un Sistema de Alerta Temprana a Eventos Hidrometeorológicos Extremos. México.

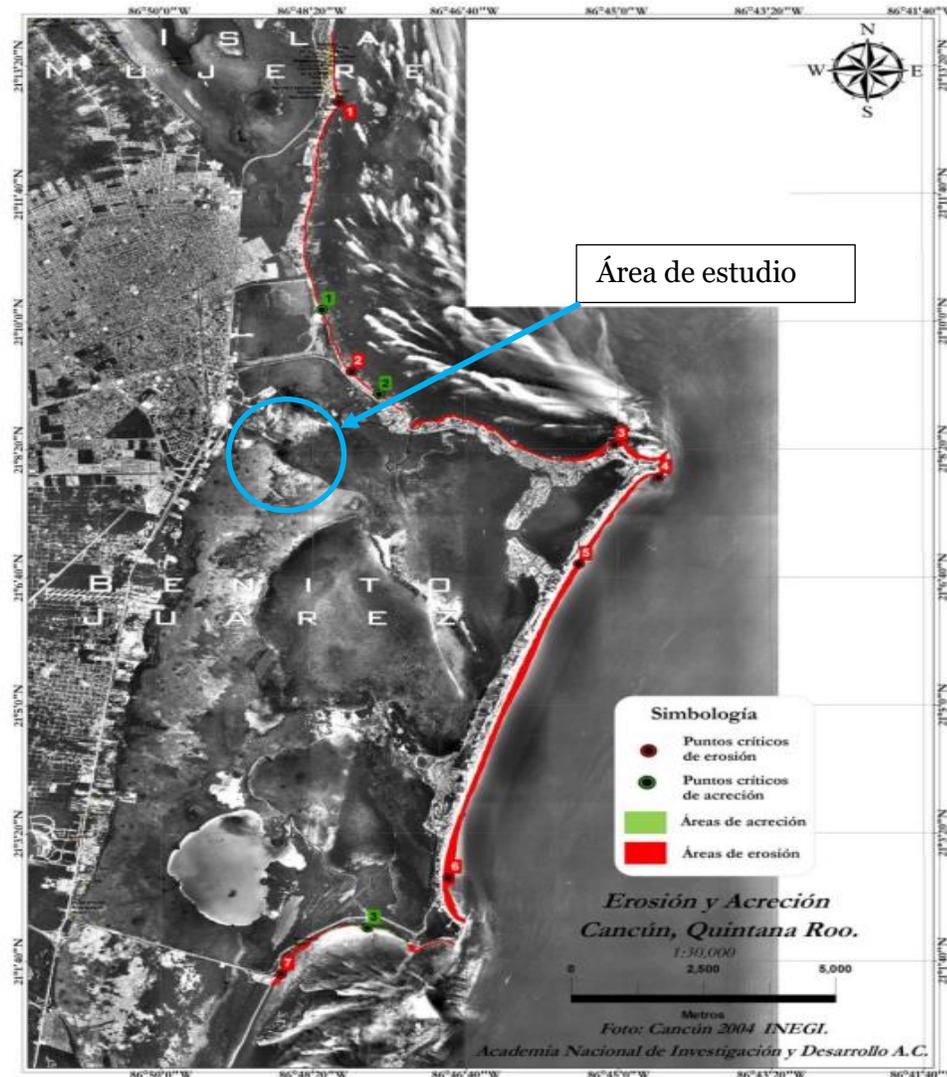


Figura 38.- Ubicación del Hotel Holiday Inn Cancún Arenas en el área de estudio. Fuente: Puntos críticos de mayor erosión y acreción en el destino turístico de Cancún (SECTUR, 2014).

IV.4.2.-MEDIO BIÓTICO DEL SA MARINO

IV.4.2.-De acuerdo con la CONABIO

Como se ha mencionado, el SA en su porción marina cuenta con una superficie de 780.20 ha (93.20%). Ahora bien, de acuerdo Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y su carta de Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018; el SA propuesto en la presente MIA-P forma parte del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano se localiza frente a la costa del Estado de Quintana Roo, en una región marina somera del arrecife mesoamericano mexicano formado por una cadena discontinua de arrecifes coralinos. Forma parte del arrecife transfronterizo más largo a nivel mundial, al extenderse por más de 1,000 km frente a las costas de cuatro países caribeños.

Este ecosistema alberga una biodiversidad de importancia para las comunidades costeras por los servicios eco sistémicos que de él se derivan, sin embargo, en la actualidad está amenazado por eventos naturales y antrópicos que ponen en riesgo su salud.

El relieve submarino del SA se encuentra formado en su totalidad (100%) por Piso Lagunar del relieve, como se muestra en la siguiente figura.

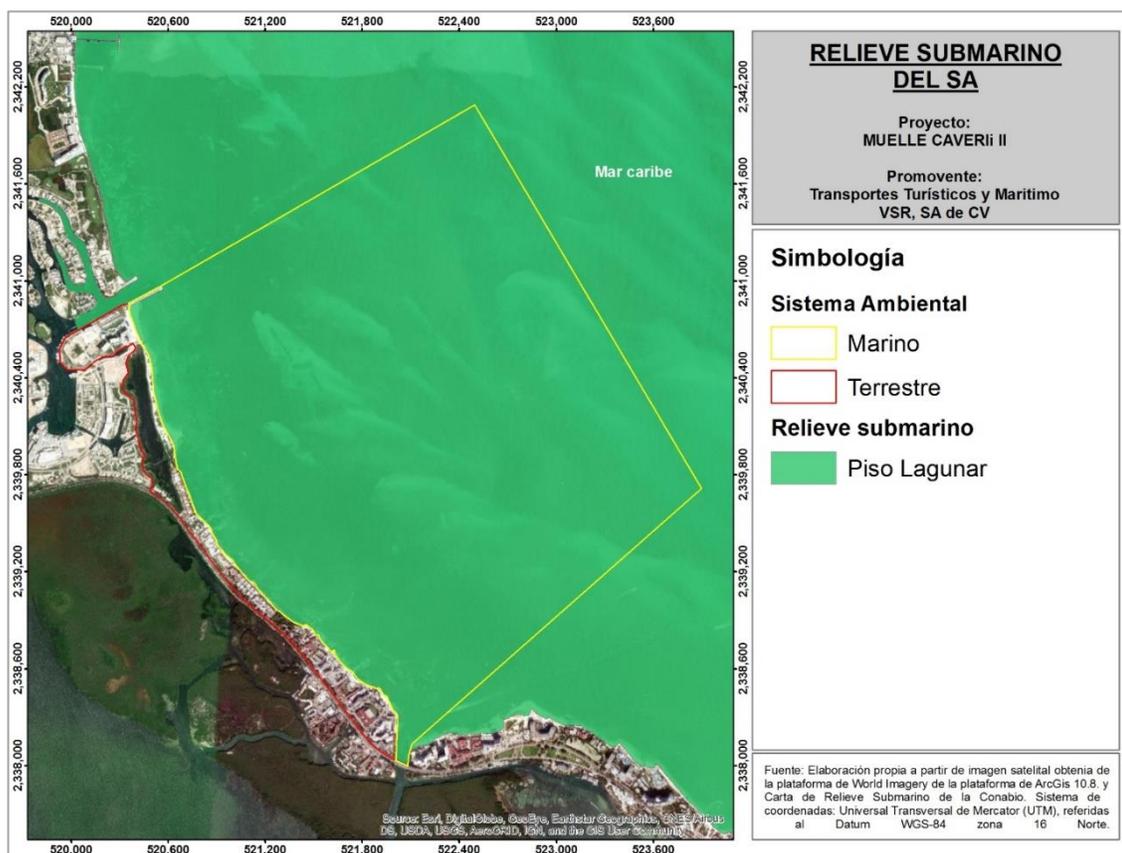


Figura 39.- Se muestra el relieve submarino que presenta el SA de acuerdo con la CONABIO.

Ahora bien, la cobertura bentónica del SA de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por comunidades de pastos marinos ocupando el 75.04% del SA marino, seguido de sedimentos con 20.09%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 4.84%. Finalmente, en menor proporción se encuentran macroalgas (0.03%), como se muestra en el siguiente Cuadro.

Superficie que ocupan los tipos de cobertura bentónica del SA marino.

Tipo de ambientes	Superficie m ²		
	m ²	Ha	%
Comunidad de pastos marinos	5,855,080.96	585.51	75.04
Sedimentos	1,567,406.74	156.74	20.09
Pastos marinos y macroalgas	377,287.83	37.72	4.84
Macroalgas	2,250.06	0.23	0.03

Tipo de ambientes	Superficie m ²		
	m ²	Ha	%
Total	7,802,025.59	780.20	100

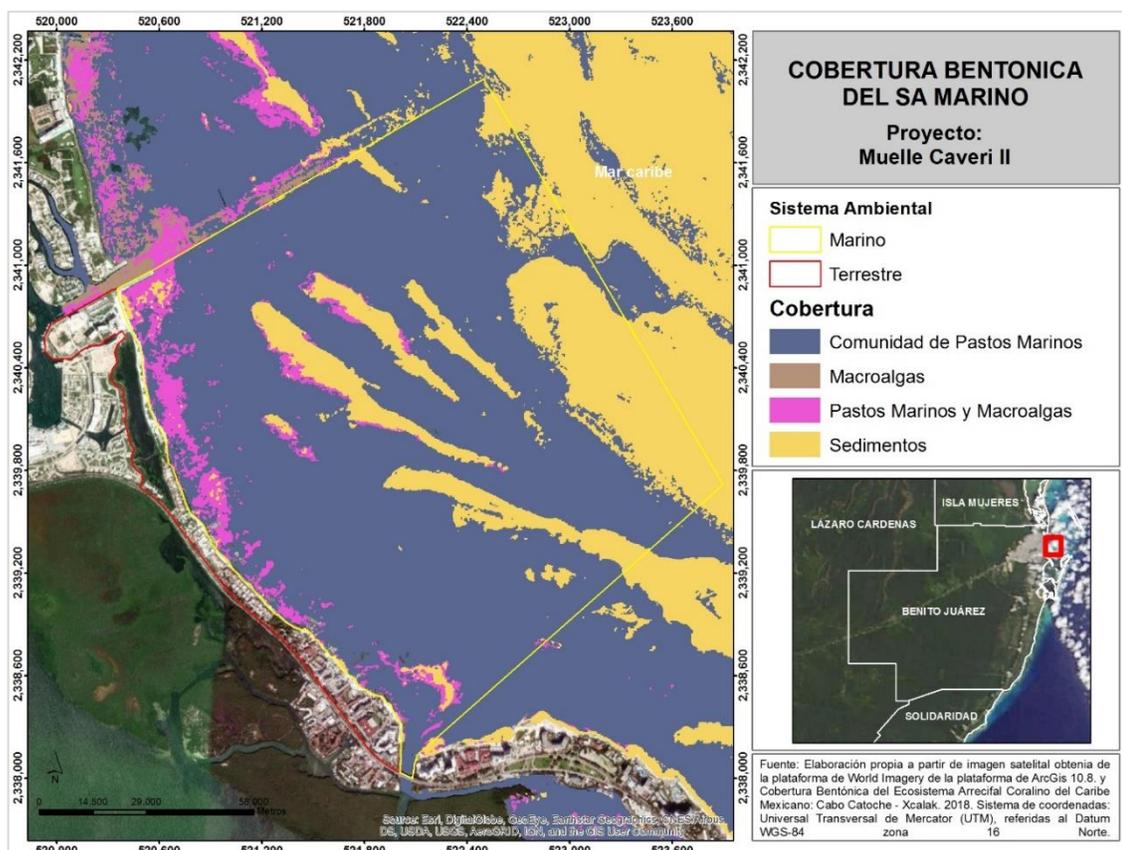


Figura 40.- Se muestra la cobertura bentónica del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

IV.4.3.-Caracterización Marina del SA

De acuerdo con el Programa de Manejo Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (2016), donde las especies de angiospermas presentes en la laguna Arrecifal de Punta Nizuc y en la Bahía de Mujeres están representadas en su mayoría por pastos marinos, tales como pasto marino (*Thalassia testudinum*), pasto manatí (*Syringodium filiforme*) y *Halodule sp.*

De acuerdo al mapa de vegetación y uso de suelo del SA del área marina se tiene la presencia de cuatro ambientes, los cuales corresponde comunidades de pastos marinos, macroalgas, pastos marinos y macroalgas y sedimentos.

El Sistema Ambiental Regional se encuentra cubierto por pastos marinos por poco más del 75.04% de la superficie total. Los pastizales se caracteriza por su homogeneidad, destaca la presencia de las dos especies de pastos marinos más comunes: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*; es un pastizal denso y sano, con hojas muy verdes y con escasa presencia de biota epífita, su altura promedio en el dosel es de 20 cm. Dentro de este ambiente de pastizal se observó cobertura de otras algas (*Dictyota pinnatifida*, *Jania adhaerens*, *Halimeda incrassata*, *Udotea flabellum*, *Acetabularia*

calyculus, *Penicillus pyriformis*), y no se registró la presencia de gorgonáceos, ni corales. Esta misma vegetación está reportada en los estudios realizados por Marenter (2015)^{8,9}. Los arenales que se encuentran contiguos a la playa arenosa en toda la costa, van de 2 a 3m de profundidad, y el sedimento es de arena fina, también se distribuye de manera casi homogénea en la zona norte del SA. En este ambiente se encuentra inmerso el banco de acumulación de arena. En el fondo marino no se encuentra ningún tipo de vegetación, es en general un sitio con alta turbiedad por la acción del oleaje que provoca movimiento y suspensión del sedimento, así como acarreo de la vegetación que se desprende de otras zonas y se acumula en algunas áreas de este lugar.

Sin embargo, a través de imágenes satelitales actuales, su pudo identificar que en el SA marino existe infraestructura, para ser específicos se trata de muelles que en los últimos años han sido construidos. Esto se puede visualizar en la siguiente figura, en el que se muestra el área de influencia y la infraestructura identificada.



Figura 41.- Visualización de muelles (infraestructura) en el SA marino.

De esta manera, con la cobertura bentónica reportado por la CONABIO, el Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (1996) y con las imágenes georreferenciadas y satelitales recientes se procedió a realizar la fotointerpretación por medio de la digitalización en el área que corresponde al SA marino.

Así, se obtuvo que un 0.15% de la porción del SA marino corresponden a las estructuras existentes (muelles). En el siguiente cuadro se muestra la distribución de superficies ocupadas en el SA marino con base a la fotointerpretación.

⁸ MIA-P “Recuperación de playa en concesión de ZOFEMAT número DGZF-295/03”,

⁹ MIA-P “Mejoramiento de las playas de los Hoteles Riu Palace Las Américas y Riu Cancún”

Se indica la superficie ocupada por cada ambiente dentro del SA marino.

Tipo de ambientes	Superficie m ²		
	m ²	Ha	%
Comunidad de pastos marinos	5,855,080.96	585.51	75.04
Sedimentos	1,567,406.74	156.74	20.09
Pastos marinos y macroalgas	365,923.04	36.59	4.69
Estructuras existentes	11,364.79	1.13	0.15
Macroalgas	2,250.06	0.23	0.03
Total	7,802,025.59	780.20	100

La fotointerpretación del SA marino de ambientes se puede visualizar en la siguiente figura.

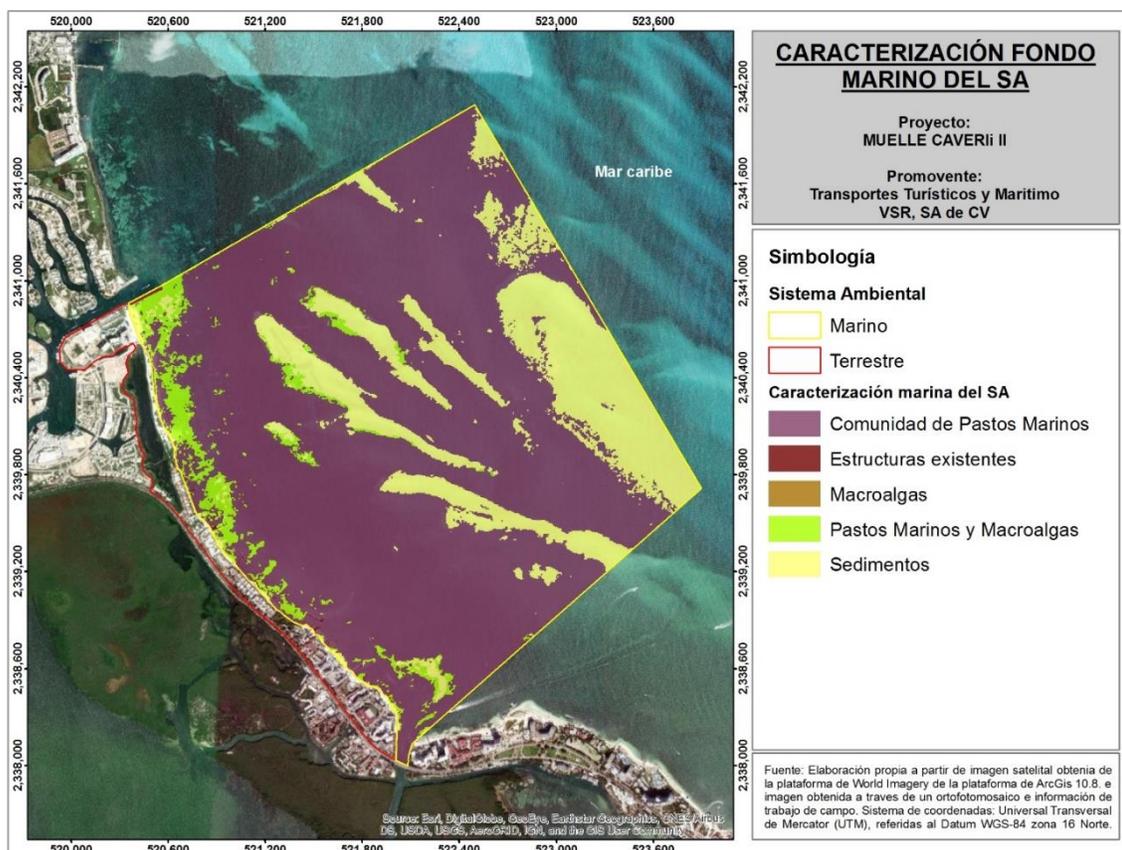


Figura 42.- Se muestran los tipos de ambientes marinos dentro del sistema ambiental

IV.4.4.-CARACTERIZACIÓN DE FONDOS DE LA ZONA MARINA DEL PROYECTO.

IV.4.4.1.-Metodología para la actualización de la caracterización del área de estudio.

Primeramente, se delimito un área de estudio, considerando que será la zona de influencia directa sobre la que se desplantará el proyecto (Figura 44). El área de estudio se delimitó con base en imágenes de satélite disponibles en el Google Earth y de acuerdo al tipo de proyecto que se pretende desarrollar, considerando la conformación estructural del fondo marino. Las imágenes satelitales nos ayudaron hasta cierto punto a identificar los fondos marinos, predominando el fondo con vegetación sobre el fondo arenoso. Con la información adquirida se estableció un polígono de 402 metros sobre la línea de costa y 264 metros de amplitud promedio desde la línea de costa como área de estudio. El trabajo de campo fue realizado en los meses de mayo y junio del 2023, sobre el polígono planteado para llevar a cabo la caracterización.

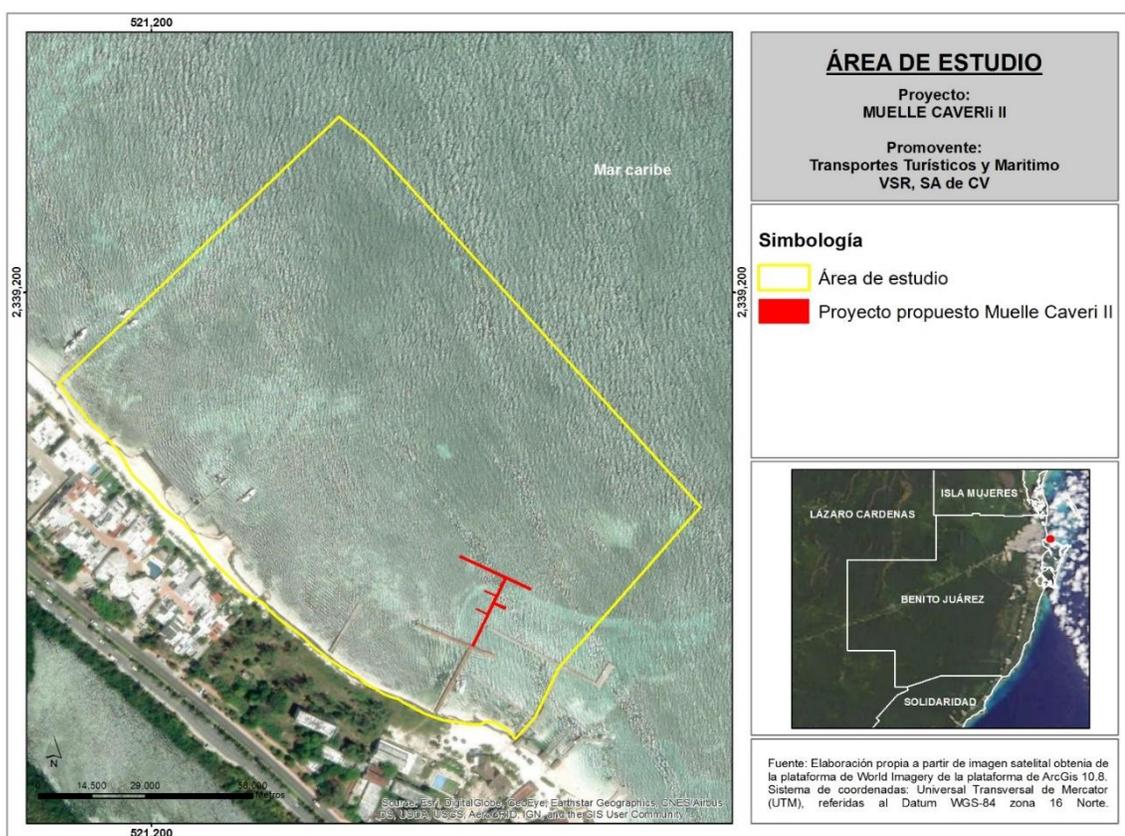


Figura 43.- Ubicación geográfica del área de estudio.

IV.4.4.2.-Prospección.

Durante los meses de mayo y junio se copiló cartografía e imágenes de satélite. Las imágenes fueron analizadas bajo la metodología de la fotointerpretación, ya que se trabajaron con las imágenes de los años 2016, 2018, 2020 y 2022 (Google Earth e imagen del Dron). Así en junio se diseñó una estrategia de sitios prioritarios para llevar acabo la prospección. La Imagen del Dron 2023 fue la imagen que más información

permitió obtener del sitio.

De igual forma, se realizó una retrospectiva con imágenes del 2004, 2005, 2012, 2013 y 2018, que son las imágenes que presentan cambios significativos en la zona, en cuanto a infraestructura y cambios bio físicos y geográficos.

Ahora bien, a principios de junio del 2023 se realizó la prospección del sitio, donde se plantea el proyecto. La prospección tuvo la intención de reconocer físicamente el área y tener una panorámica del estado general del sitio y así plantear una estrategia para la caracterización. La metodología empleada fue Snorkelear todos los sitios preseleccionados en la imagen de satélite guardados en una base de datos del GPS (Marca Garmin 76-S maps), de esta manera permitió llegar al punto georreferenciado y corroborar y/o modificar la descripción que previamente fue realizada con la fotointerpretación.

Los grupos característicos de cada sección dentro del polígono, y las características de cada sitio fueron registradas mediante fotografía y video, con la ayuda de tres cámaras sub-acuáticas (NIKON modelo COOLPIX AW120 y FUJIFILM modelo FinePix XP80). Además, se realizó un registro fotográfico de lo que se iba encontrando en cada uno de los sitios revisados, como fauna bentónica.

Con los datos recabados durante la prospección se planteó realizar 13 transectos con una longitud de 25 m lineales cada uno. Para la biota bentónica se registró el número de organismo por especie que se encontró a 1 m de cada lado del transecto. En el fondo de vegetación se colocaron ocho transectos. Un transecto correspondió únicamente al fondo de arenal. Los cuatro transectos restantes, fueron de áreas compartidas entre los dos fondos (arena-vegetación). Se dividieron los transectos compartidos por tipo de fondo marino, es decir, se registró cuantos metros del transecto correspondían para el fondo de vegetación y cuantos para el fondo de arenal. La distribución de los transectos fue la que se observa en la imagen siguiente.

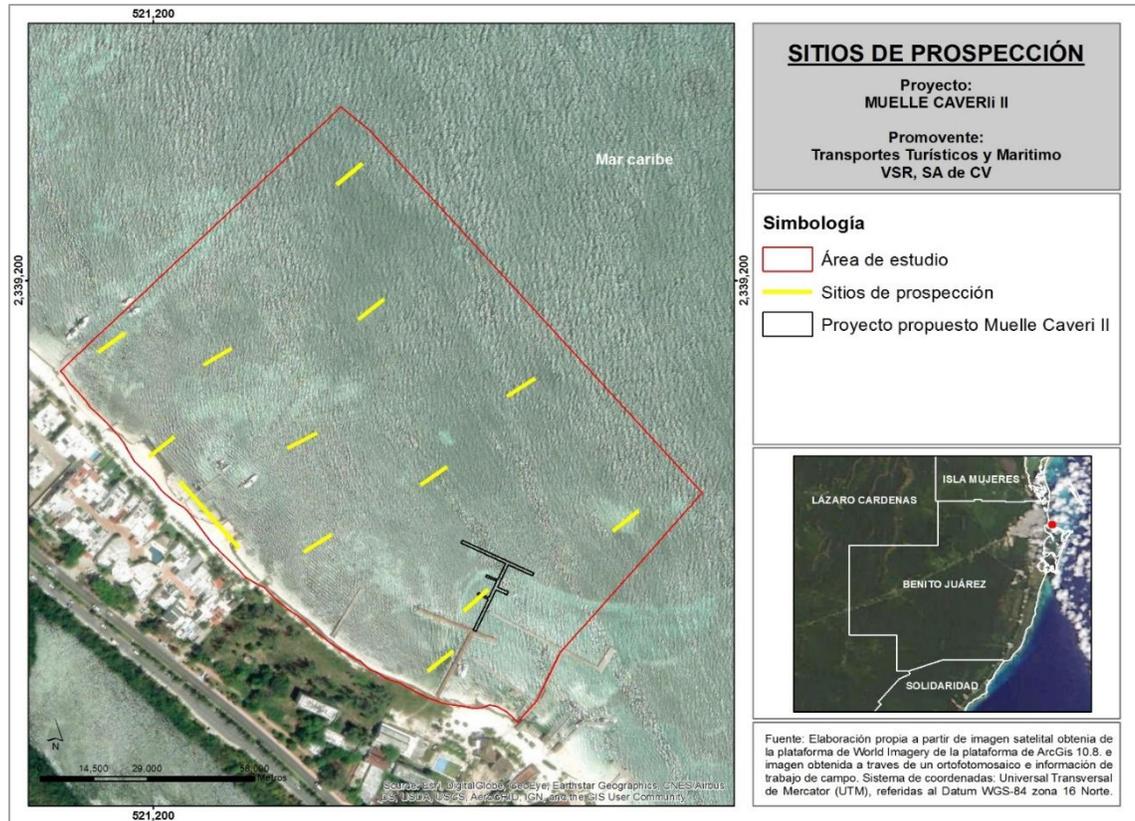


Figura 44.- Imagen de DRONE 2023. Los manchones claros de la imagen son fondos donde domina la arena dentro del área del estudio y el color verde oscuro son los fondos dominados por vegetación.



Figura 45.- Se muestra el proceso de prospección, ubicación de sitios y ejemplo de registro de grupos

Tras la prospección se logró hacer una caracterización de tipo de fondos. Así en el área de estudio se definieron dos fondos marinos, el de vegetación compuesta de pastos y algas, y el fondo de arenal (áreas separadas con arena dentro del polígono). Una vez establecidos los fondos marinos y su distribución dentro del polígono se generó una matriz de sitios en los que se tirarían los transectos para cada zona.

En el Cuadro 6 se muestra el número de cuadrantes realizados en los diferentes tipos de fondo marino, y el área muestreada en m² de los diferentes grupos biológicos, registro que se lleva a cabo para la caracterización.

Relación de área de muestreo por grupo biológico y zona del área de estudio.

Fondos marinos	No. De Cuadrantes para Algas de (0.25 m ²)	Superficie muestreada (m ²)		
		Algas y pastos	Peces	Otros grupos
Arenal	20	5	160	130
Vegetación	58	14.5	490	390
TOTAL	78	19.5	650	520

La caracterización biológica del área se hizo colocando líneas (transectos) de 25 metros perpendiculares a la línea de costa (Loya, 1972; Porter, 1972). Se realizó un registro de la presencia y abundancia de las especies, tanto de la vegetación marina (pastos y algas), como de la fauna marina presente (corales, moluscos, equinodermos, crustáceos) en cada transecto. La identificación de las especies de estos grupos biológicos se realizó *in situ* y con ayuda de un registro fotográfico, por lo que no se realizó ningún tipo de colecta que pudiera causar un impacto ambiental extra.

La vegetación acuática compuesta por pastos y algas es muy importante por su función como productor primario (Figura 46), y sustento de la dinámica de las redes tróficas. En la zona de estudio abarca un área de 105,575 m² aproximadamente, donde alberga varios organismos como corales duros, considerados como constructores arrecifales primarios. Asociadas a estas zonas se encontró la presencia de un gran número de peces y equinodermos.

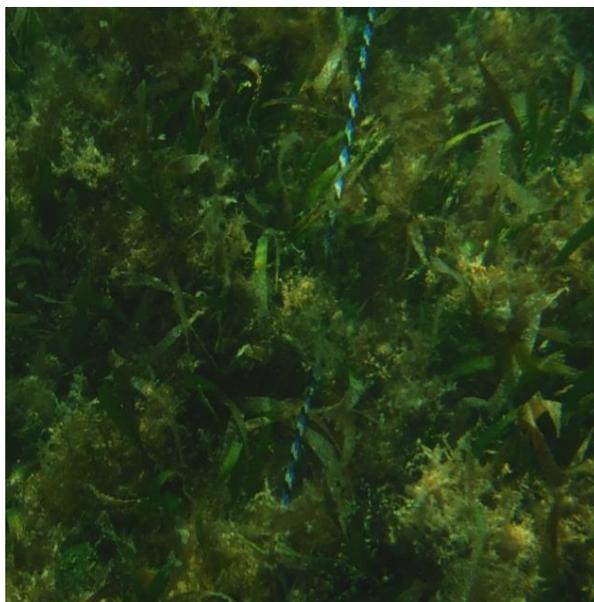


Figura 47.- Línea del transecto en el fondo de vegetación.

• Algas y Pastos

Se utilizó un cuadrante de PVC de 0.5m por lado, subdividido en cuadros de 5 cm por lado. El cuadrante fue colocado seis veces a lo largo de cada transecto (cada 5 m, comenzando en el punto cero), para llevar a cabo el registro de vegetación acuática y su cobertura (Figura 48). Se estimó por zona la riqueza de especies y la cobertura de los diferentes grupos de algas y pastos

marinos. Es importante señalar que en esta sección solo se incluyeron macroalgas y pastos marinos.

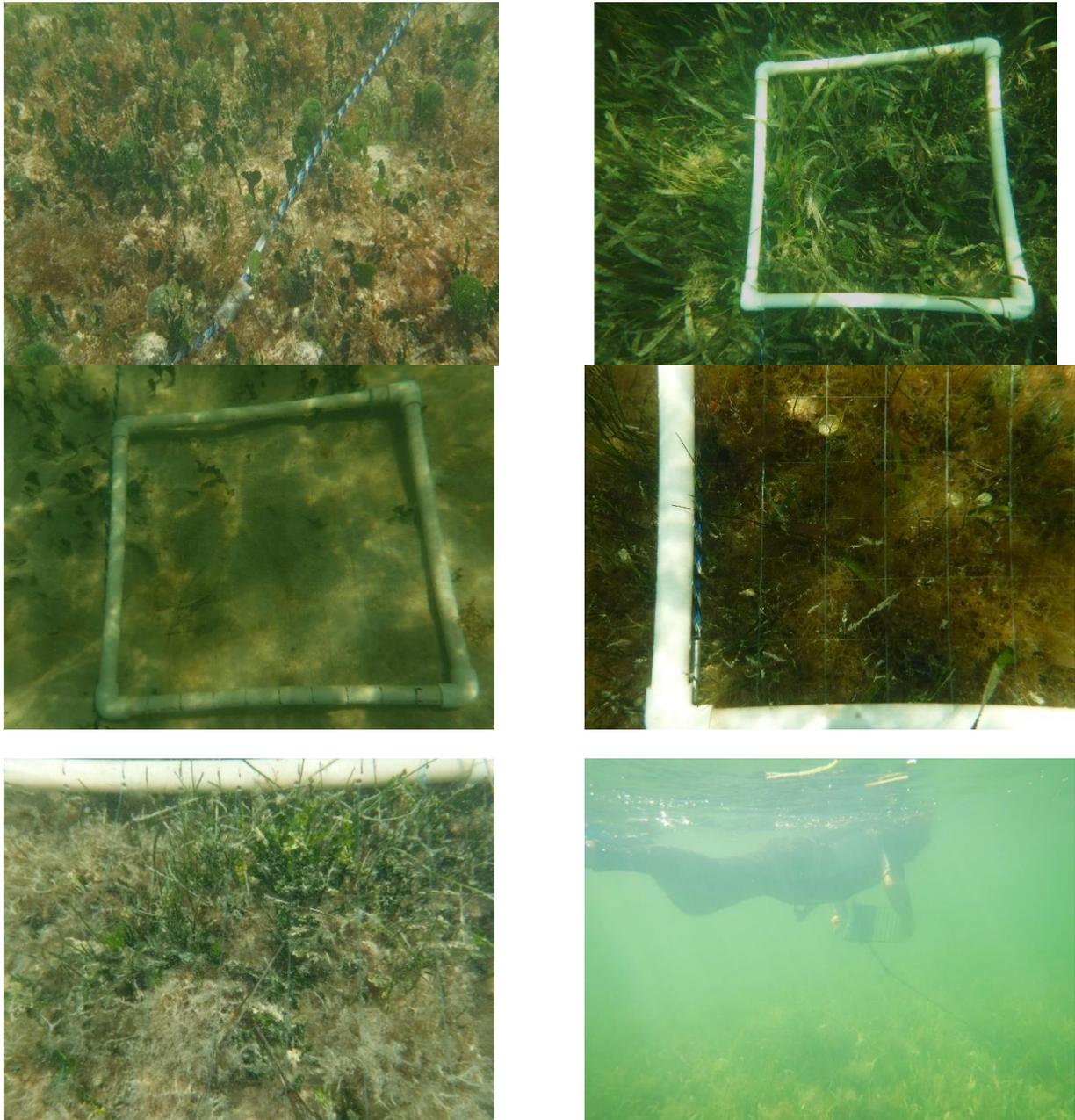


Figura 49.- Colocación del transecto y cuadrante para la identificación de la vegetación acuática.

• Peces

Se realizó el registro de los peces en cada transecto (25 m lineales), se anotó la especie y un número de individuos observados a un metro de cada lado del transecto y un metro de la columna de agua. Con la información obtenida por zona, se estimó la riqueza de especies de peces asociadas a los diferentes tipos de fondos, frecuencia e índice del valor de importancia. (Figura 50). Es importante agregar que algunos ejemplares juveniles y muy pequeños no pudieron ser reconocidos a nivel de especie, por lo que se

consideraron dentro de una categoría denominada “Alevines”.



Figura 51.- Imágenes de peces registrados durante el muestreo. Lado izquierdo cardumen de *Elacatinus oceanops* y lado derecho un ejemplar de *Lactophrys polygonia*.

IV.4.4.3.-IDENTIFICACIÓN DE FLORA Y FAUNA MARINA.

La identificación de las especies de peces, corales y vegetación acuática fue realizada *in situ*. Se realizó el registro fotográfico para confirmar la identificación de algunas especies (Figura 52), con el apoyo de guías de identificación como la colección “Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature” de Humann (1994), “Caribbean Reef Plants” de Littler & Littler (2000) y la página de internet del Sistema Mundial de Información de Peces “Fish Base” (<http://www.fishbase.org/>). No se realizaron colectas de ejemplares que pudieran afectar las comunidades biológicas del área de estudio.



Organismos en fondo de vegetación (pastos - algas)



Organismos en fondo de arena

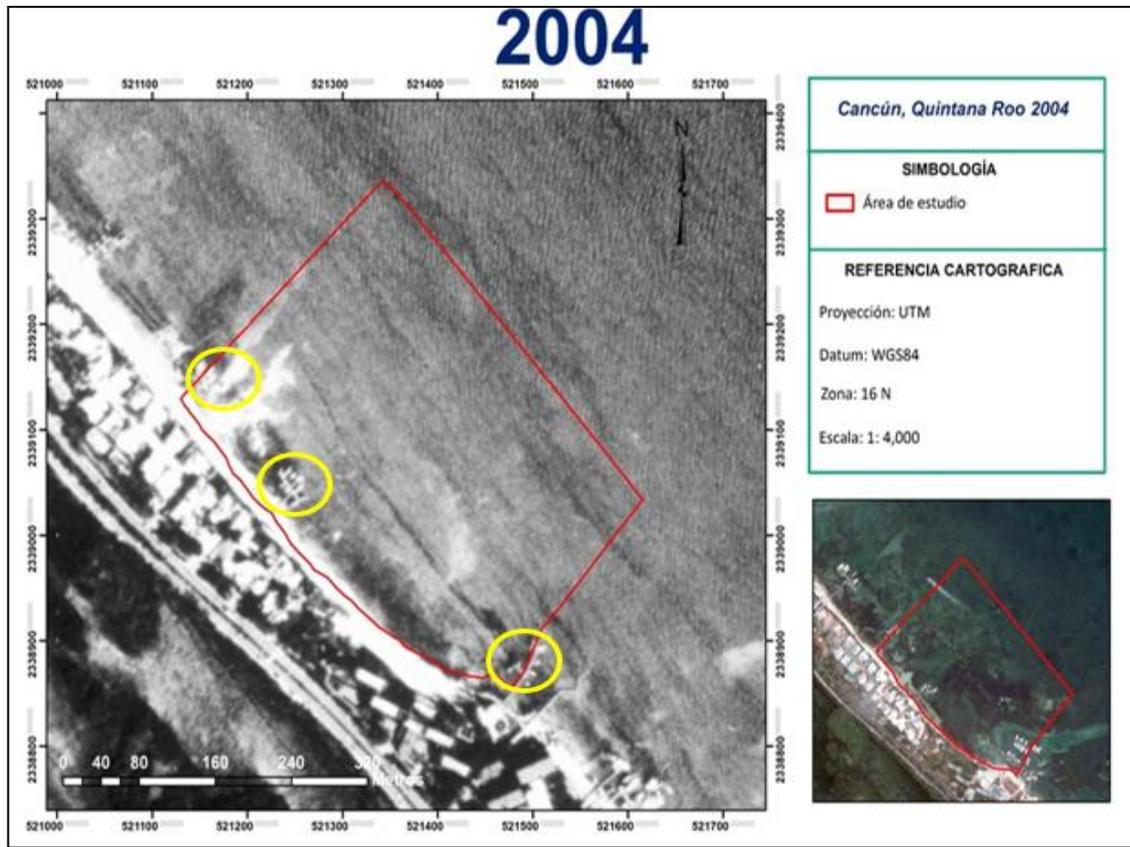
Figura 53.-. Ejemplos del registro fotográfico de los organismos dentro de los transectos.

IV.4.5.-RESULTADOS

IV.4.5.1.-Análisis retrospectivo de las condiciones ambientales del área de estudio.

Cada año aumenta el turismo en Quintana Roo y Cancún continúa siendo uno de los atractivos turísticos más visitado, por ende, el paisaje natural (terrestre y acuático) se ha modificado a través del tiempo, según las necesidades y demanda de la industria hotelera y residencial. Ubicando el área de estudio, se realizó una búsqueda y análisis a través del tiempo. Así se observa que el sitio ha sufrido varios cambios y no solo por la demanda poblacional y por el enfoque turístico, sino también por eventos naturales, como los huracanes.

Así en un análisis comparativo entre la imagen del 2004 Vs. 2005 se pudo observar la desaparición de los muelles que se encontraban en los extremos sureste y suroeste y porción sur central del polígono que conforma el área de estudio tras el paso del huracán Wilma en octubre del 2005.



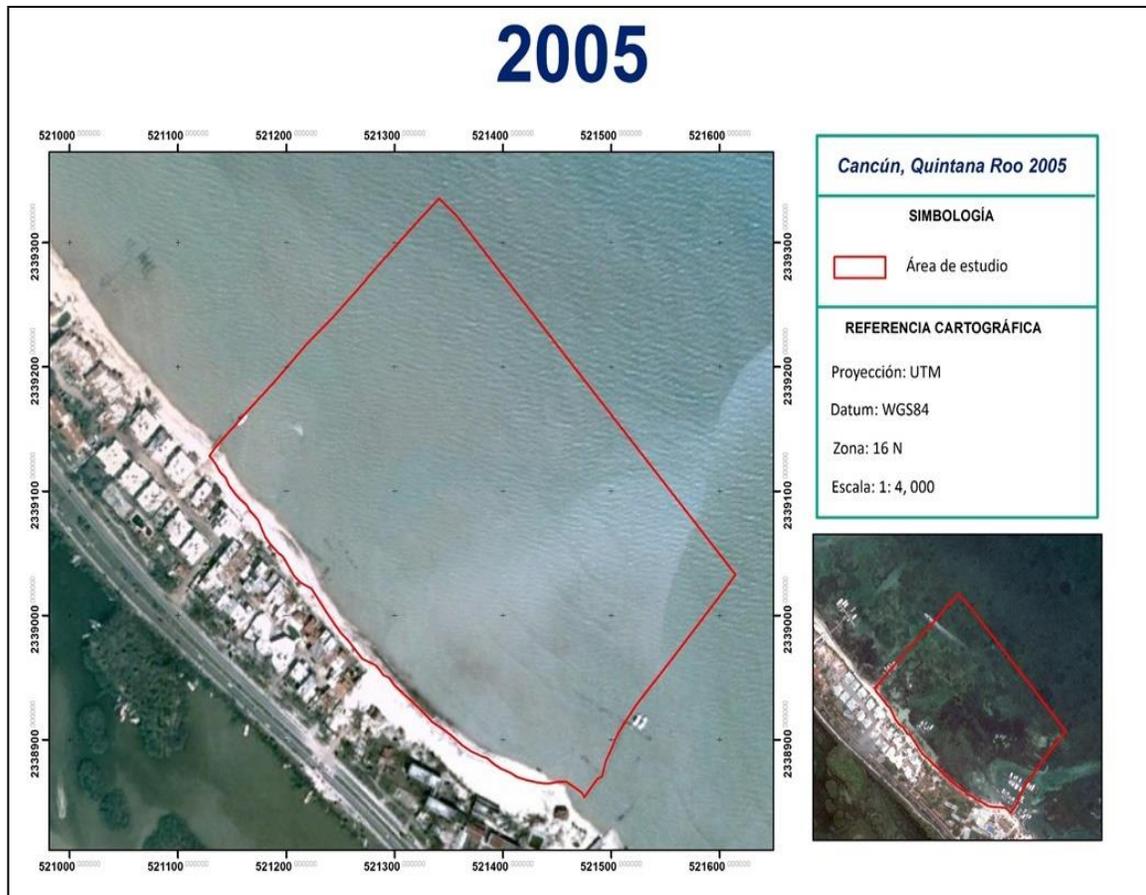


Figura 55.- Polígono del área de estudio en una imagen de Google Earth de octubre 2005, después del paso del huracán Wilma.

Pocos años después ya se podía ver una mayor superficie ocupada por edificaciones en la zona costera del polígono y una recuperación de la infraestructura marina (muelles) que existían en el 2004. Así mismo se observan pequeñas áreas con ausencia de cubierta vegetal en la zona marina marginal de la playa, mostrando formas muy regulares frente a los edificios.

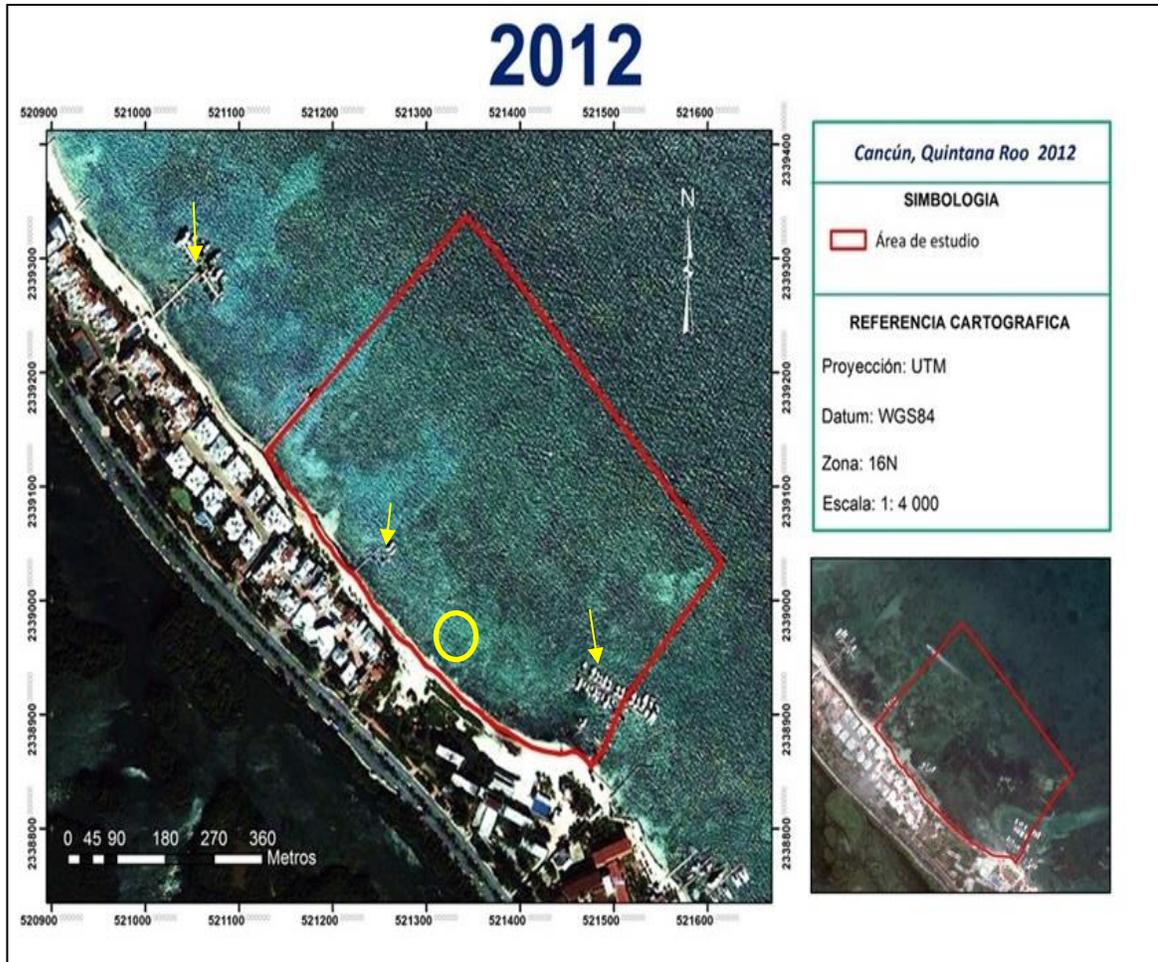


Figura 56.- Polígono del área de estudio en una imagen de Google Earth de noviembre 2012. Las flechas señalan los Muelles que fueron reconstruidos tras el paso de Wilma y el círculo la ausencia de vegetación cerca de la línea de costa. Mostrando márgenes muy regulares.

En la imagen del 28 de octubre del 2013, en los primeros metros de la línea de costa se puede visualizar el aumento de la sección donde se fue perdiendo la vegetación, con una forma más recta. Adicionalmente la sección que se detectó desde el 2012 con cambios en la cobertura vegetal parece haber aumentado de superficie. Dicha sección se observó durante el trabajo en campo. Lo que sugiere que al menos desde el año 2012 se han estado realizado retiros periódicos de vegetación.

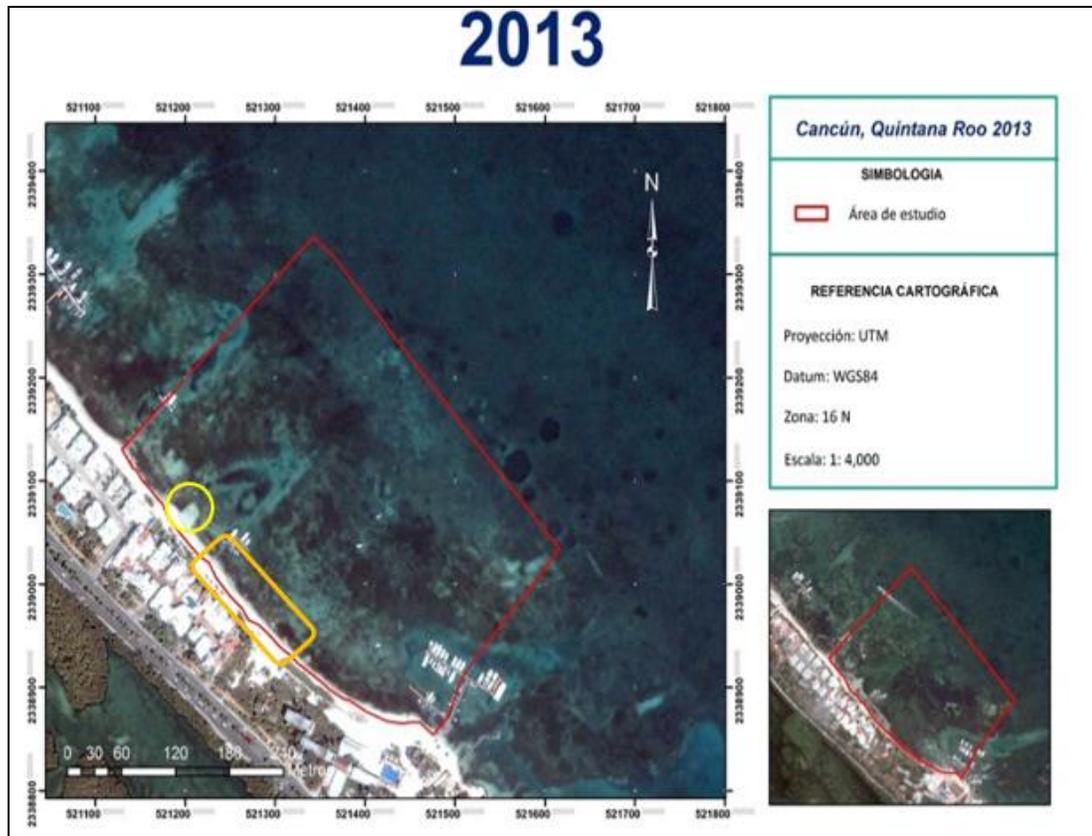


Figura 57.-Polígono del área de estudio en una imagen de Google Earth de octubre 2013. El círculo señala la ausencia de vegetación desde el 2012 que aumenta y el rectángulo la continuación de ausencia de vegetación de forma recta y regular sobre la línea de costa.

Actualmente se puede observar el área de estudio de la siguiente forma, una zona marina muy homogénea, donde son muy claras las secciones del arenal con respecto a otros fondos y estos aparentemente se encuentran relacionados básicamente con actividades humanas, es decir relacionadas principalmente con el tránsito de embarcaciones generado por la infraestructura (muelles) incluida en el área de estudio (Cuadros negros). Se registra también un aumento de la zona desprovista de vegetación, que continua en la zona cercana a la playa (Cuadro amarillo) y en especial unos montículos (con hasta 1 a 1.2 metros de altura) del lado noroeste del polígono (circulo amarillo), que presentan arenas más gruesas que la que se encuentra alrededor, lo que sugiere que no fueron arenas que se hayan acumulado de forma natural (Ver fondos de arena -Arenales inducidos en forma de montículos).

La retrospectiva de las imágenes nos permite observar cómo se ha ido modificando el área de estudio a través del tiempo, como se encuentra en general el área en la actualidad. Además, se pudo identificar que el sitio se encuentra dominado por el fondo ocupado de vegetación (pastos marinos y algas en diferentes proporciones) y que los arenales (áreas sin vegetación) han ido apareciendo poco a poco a través del tiempo también relacionados con las actividades humanas que tiene lugar en el sitio de tráfico de embarcaciones menores y medianas de poco calado.

IV.4.5.2.-Descripción del área de estudio.

El área de estudio corresponde a una pequeña porción de la plataforma marina, tiene una batimetría compleja, ya que el área oscila de 0 a 2 metros de profundidad. Se tiene acceso al área de estudio por la marina llamada Chak Chi, alrededor se encuentran casas u hoteles privados y públicos.

Con base en el análisis foto-interpretativo de las imágenes y corroborando la información en el campo, en términos generales el área de estudio se puede dividir en dos grandes zonas o tipos de fondo, el arenal compuesto principalmente por arenas finas y el de vegetación compuesta por algas y pastos marinos. La línea de costa básicamente pertenece a la zona denominada arenal. El fondo de vegetación es el que ocupa la mayor proporción de la cobertura del sitio con el 80.36 %. Las especies más evidentes en ambas secciones fue la estrella de mar (*Oreaster reticulatus*) y poliquetos tubícolas, además de algunos peces.

En el Cuadro 7 se señala el porcentaje y el área en m² que corresponden a cada tipo de fondo y la infraestructura existente. Como se ha mencionado anteriormente, el fondo marino de vegetación es el que cuenta con mayor cobertura dentro del área de estudio. Y el fondo de arenal, corresponde a pequeñas áreas de arenas distribuidos dentro del polígono que representa el área de estudio, las cuales se pueden distinguir claramente en la figura siguiente, mapa que se pudo generar con los datos recabados.

Cuadro 7. Superficies de tipo de fondo.

Fondo marino	Superficies		
	m ²	Ha	%
Arenal	24,052.58	2.40525762	19.696737
Pastos con macroalgas	96,786.47	9.67864714	79.258773
Infraestructura	1,275.47	0.12754739	1.04448994
Total	122,114.52	12.0839048	98.9555101

A pesar que el porcentaje de cobertura difiere mucho para cada fondo marino, ambos fondos albergan diversos organismos como, estrellas de mar, peces y Myliobatiformes, aunque estos últimos con una distribución más localizada.



Figura 58. Imágenes de los diferentes fondos marinos.

En las siguientes imágenes se muestran los diferentes tipos de fondos marinos registrados en el área de estudio delimitada para el proyecto.



Fondos de arena (Arenales inducidos en forma de montículos)



Fondos de arenal con cobertura vegetal muy laxa no visible en las imágenes de satélite.



Fondo de vegetación (pastos – algas)

Figura 59.- Se muestran los fondos marinos y la combinación de ambos fondos (vegetación y arenal).

IV.4.5.3.-Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se registro en áreas circundantes a donde se colocara el muelle pastos de *Thalassia testudinum* registrada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.4.5.4.-Caracterización biológica del área de estudio.

Área mínima de muestreo.

Con respecto a la caracterización del área, hubo hallazgos muy interesantes, como la amplia distribución y abundante presencia de la estrella de mar (*Oreaster reticulatus*) y poliquetos tubícolas en el área de estudio. Además de la amplia cobertura del fondo de vegetación (algas y pastos marinos).

• Pastos marinos y algas

Como primer resultado se obtuvo una curva de especies vs. Área para cada tipo de fondos. Así se observó que el muestreo fue representativo para cada sitio. En la gráfica de la figura 56 podemos observar el aumento de registro de especies en los primeros 10 cuadrantes, es decir para los dos primeros transectos. En el análisis se obtuvo el área mínima de muestreo del fondo de vegetación de 58 cuadrantes de 0.25, lo cual equivale a 14.5 m² del muestreo total. En el fondo de arenal se registraron 20 cuadrantes de 0.25 m², lo que equivale a 5 m² del muestreo total.

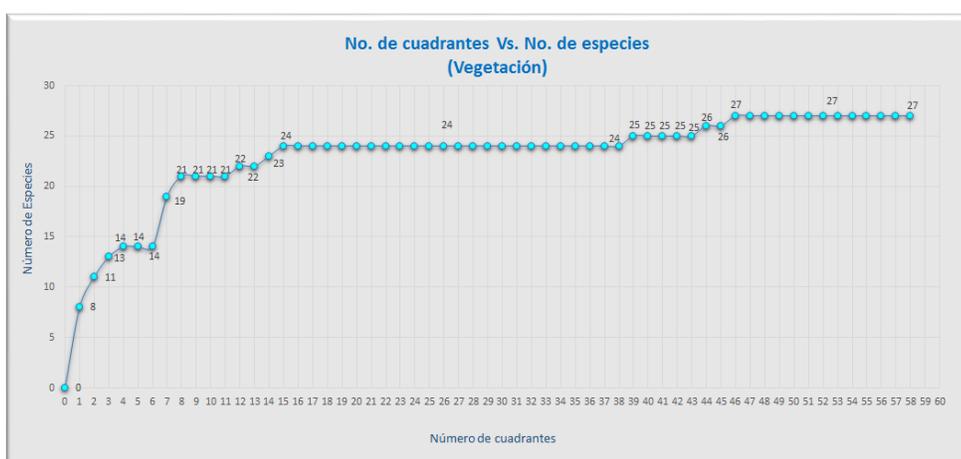


Figura 60.- Gráfica de vegetación de Número de cuadrantes vs. No. de especies registradas en el fondo marino de vegetación.

El registro de pastos marinos y algas en el fondo arenal se observa a partir del cuadrante 12 (equivale a 3m²), se estabiliza la curva de número de especies, es decir, a partir de ese cuadrante ya no se encuentran nuevas especies en este tipo de fondo, lo que sugiere que también fue representativo.

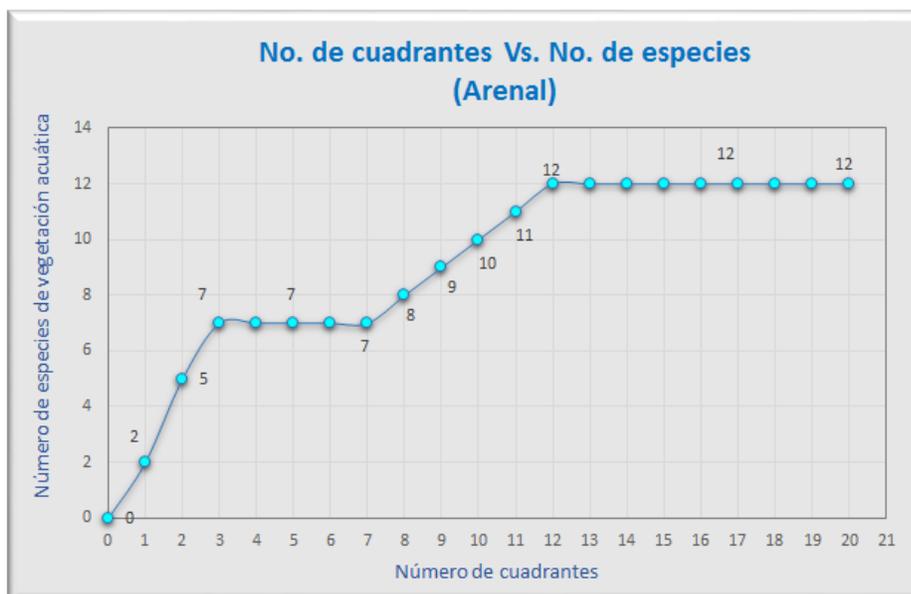


Figura 61.- Gráfica de vegetación de Número de cuadrantes vs. No. de especies registradas en la zona del arenal.

En lo que a vegetación se refiere, se registraron 27 especies entre algas y pastos en el fondo de vegetación y 12 especies en el fondo de arenas. En la Cuadro 8 se muestra un listado de las especies de algas y pastos marinos que se registraron por tipo de fondo.

Lista de presencia-ausencia de las especies de pastos marinos y algas en los diferentes fondos marinos (vegetación y arenal).

División	Especie	Fondo	
		Vegetación	Arenal
Chlorophyta	<i>Acetabularia calyculus</i>	X	X
	<i>Avrainvillea longicaulis</i>	X	
	<i>Caulerpa ashmeadii</i>	X	
	<i>Caulerpa paspaloides</i>	X	
	<i>Caulerpa sertularoides</i>	X	X
	<i>Halimeda goreau</i>	X	
	<i>Halimeda incrasata</i>	X	
	<i>Halimeda monile</i>	X	X
	<i>Penicillus capitatus</i>	X	X
	<i>Penicillus dumetosus</i>	X	X
	<i>Rhypocephallus phoenix</i>	X	X
	<i>Udotea spinulosa</i>	X	X
		12	12
Phaeophyta	<i>Dictyota cervicornis</i>	X	
	<i>Dictyota pulchella</i>	X	
		2	2

División	Especie	Fondo	
		Vegetación	Arenal
Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>	X	X
	<i>Ceramium sp.</i>	X	
	<i>Champia sp.</i>	X	
	<i>Chondria baileyana</i>	X	
	<i>Galaxaura rugosa</i>	X	
	<i>Heterosiphonia gibbesii</i>	X	
	<i>Hypnea sp.</i>	X	X
	<i>Jania adhaerens</i>	X	
	<i>Laurencia chondrioides</i>	X	
	<i>Laurencia obtusa</i>	X	
	10	10	2
Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	X	X
	<i>Syringodium filiforme</i>	X	X
	<i>Thalassia testudinum</i>	X	X
	3	3	3
	S=27	27	12

• Fauna Bentónica

Invertebrados

En el caso del número de especies de invertebrados que se encuentran en el fondo de vegetación (algas - pastos), se puede apreciar claramente cómo se estabiliza la curva después de los 160 m², es decir, a partir de esta área ya no se encuentran nuevas especies bentónicas (Figura 59a y 59b). Con respecto al fondo de arenal la curva se estabiliza pasando los 90 m².

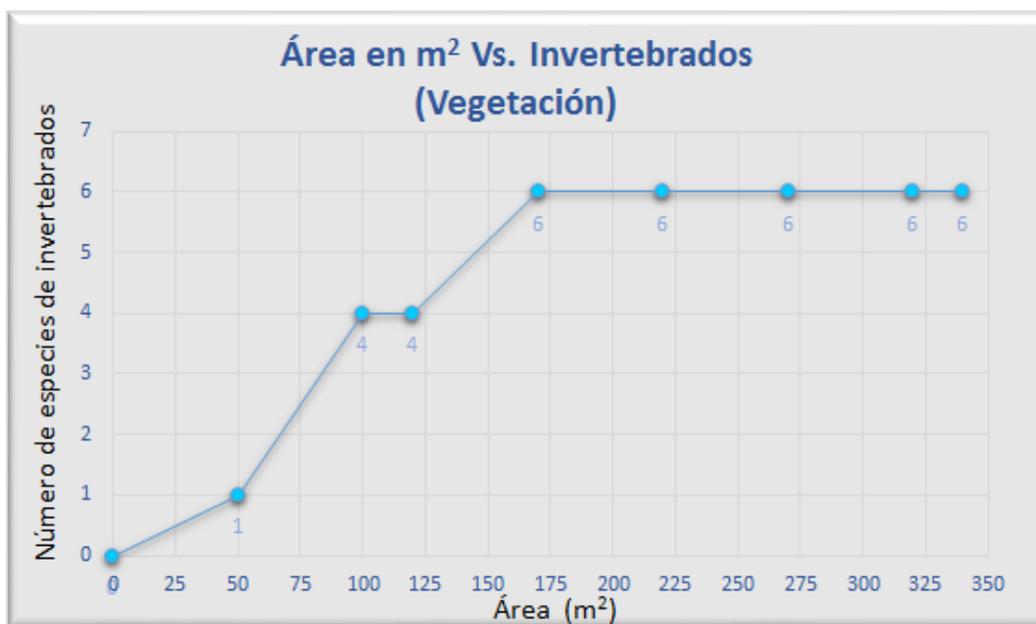


Figura 62.- Gráfica del número de especies de invertebrados por m² en el fondo de vegetación.

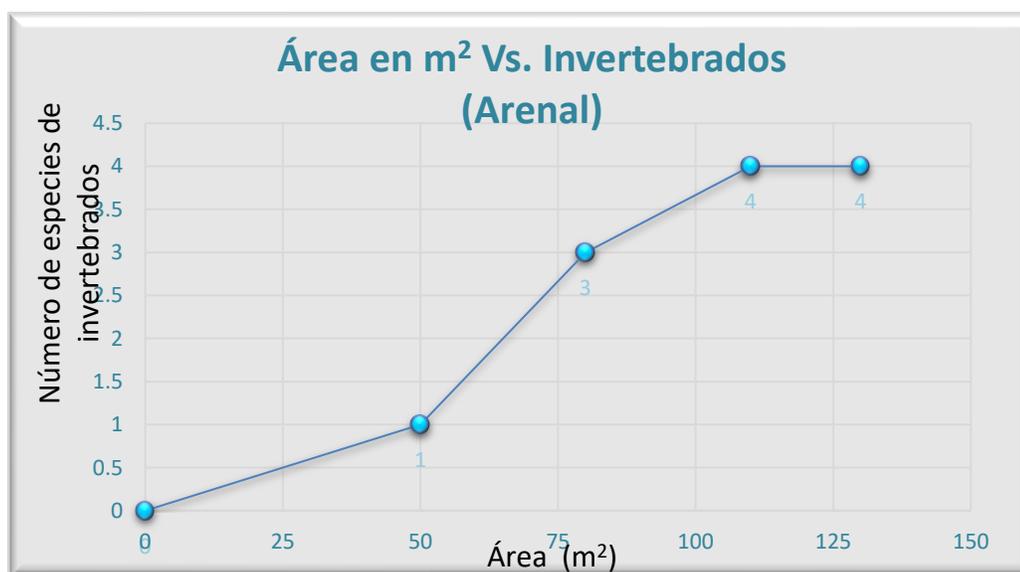


Figura 63.- Gráfica del número de especies de invertebrados por m² en el fondo de arenal.

La fauna bentónica que se registró en los transectos en el área de estudio fue de tan solo 7 especies, las cuales corresponden a los grupos de poríferos, moluscos, equinodermos, anélidos y crustáceos. 6 de estas especies, se hallaron en el fondo de vegetación, mientras que en el fondo de arenal sólo encontramos 4 especies. Considerando que la cobertura del fondo de arena no rebasaba del 20% del área total, existe gran diversidad de organismos en este fondo marino.

En el Cuadro 9 se enlistan las especies de invertebrados que se encontraron en el área de estudio durante el muestreo.

Lista de presencia-ausencia de fauna bentónica por tipo de fondo.

Grupo	Especie	Fondos	
		Vegetación	Arenal
Anémonas	<i>Cassiopea sp.</i>	X	X
Equinodermos	<i>Oreaster reticulatus</i>	X	X
Grupo	Especie	Vegetación	Arenal
Poríferos	<i>Cliona varians</i>	X	
	<i>Ectyoplasia ferox</i>	X	
Anélidos	<i>Poliqueto sp.</i>	X	X
Molusco	<i>Cassis flammea</i>	X	
Crustáceos	<i>Calcinus tibicen</i>		X
Total	7 especies	6	4

• Fauna Nectónica

En la mayoría de los transectos se registraron peces. El área total dentro del polígono que corresponde al fondo de vegetación es de 490 m², mientras que en el fondo de arenas fue de 160 m². Así, se puede observar que en el fondo de vegetación la curva se estabiliza pasando los 350 m², en contraste con el fondo de arenas, la curva no se estabiliza a lo largo del área, aunque pareciera estar muy próxima a estabilizarse.

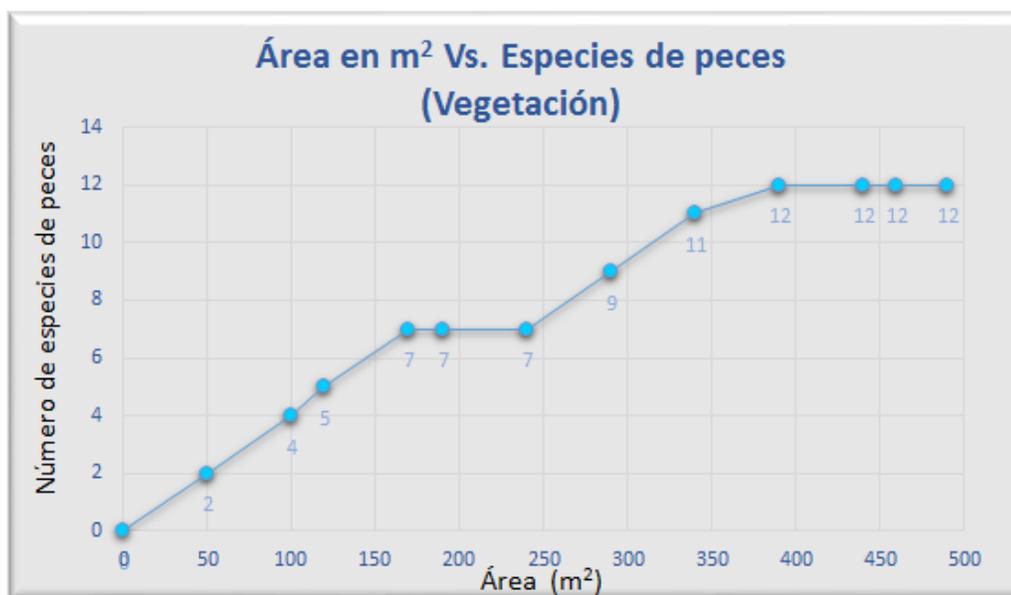


Figura 64.- Gráfica de peces de área muestreada en m² vs. número de especies registradas en el fondo de vegetación.

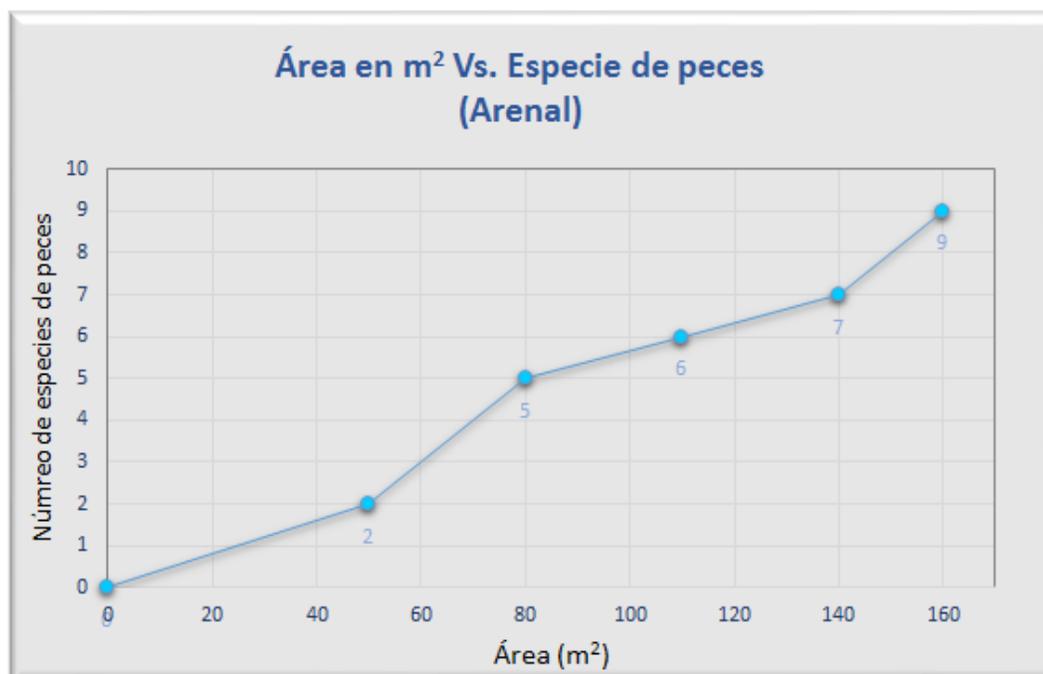


Figura 65.- Gráfica de peces de área muestreada en m² vs. Número de especies registradas en el fondo del arenal.

En el área de estudio se registraron 12 especies de peces, que pertenecen a 10 familias. Los peces se encontraron en los diferentes transectos, en el caso del fondo de vegetación (pastos y algas), se encontraron las 12 especies, pero en el fondo de arenas se registraron únicamente 8 especies. En el cuadro 10 se enlistan las especies que se encontraron en los diferentes tipos de fondos. Es importante resaltar que en esta lista se registra la presencia de alevines, mismos que si bien no pudieron ser identificados a nivel de especie debido a sus diminutos tamaños sí se registraron debido a la relevancia de su presencia.

Lista de presencia y ausencia de la fauna nectónica en los diferentes tipos de fondos marinos.

Familia	Especie	Fondos	
		Vegetación	Arenal
Gobiidae	<i>Elacatinus oceanops</i>	X	X
Ostraciidae	<i>Lactophrys polygonia</i>	X	X
Scaridae	<i>Sparisoma viride</i>	X	X
Haemulidae	<i>Haemulon sciurus</i>	X	X
	<i>Haemulon flavolineatum</i>	X	X
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	X	X
Pomacentridae	<i>Stegastes fuscus</i>	X	
Carangidae	<i>Trachinotus goodei</i>	X	
Lutjanidae	<i>Lutjanus sp.</i>	X	
Urobatidae	<i>Urolophus jamaicensis</i>	X	X
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	X	X
Serranidae	<i>Diplectrum formosum</i>	X	
-	<i>Alevines</i>	X	X
10	S=12	12	8

La densidad poblacional de la fauna nectónica a simple vista no difiere entre fondos, ya que para vegetación tenemos una densidad de 1.38 ind/m², y para arenal 1.21 ind/m². Sin embargo, hay que considerar que las áreas muestreadas difieren por mucho, ya que la vegetación tiene una amplia cobertura en el área de muestreo. En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplares que se encontraron durante el muestreo.

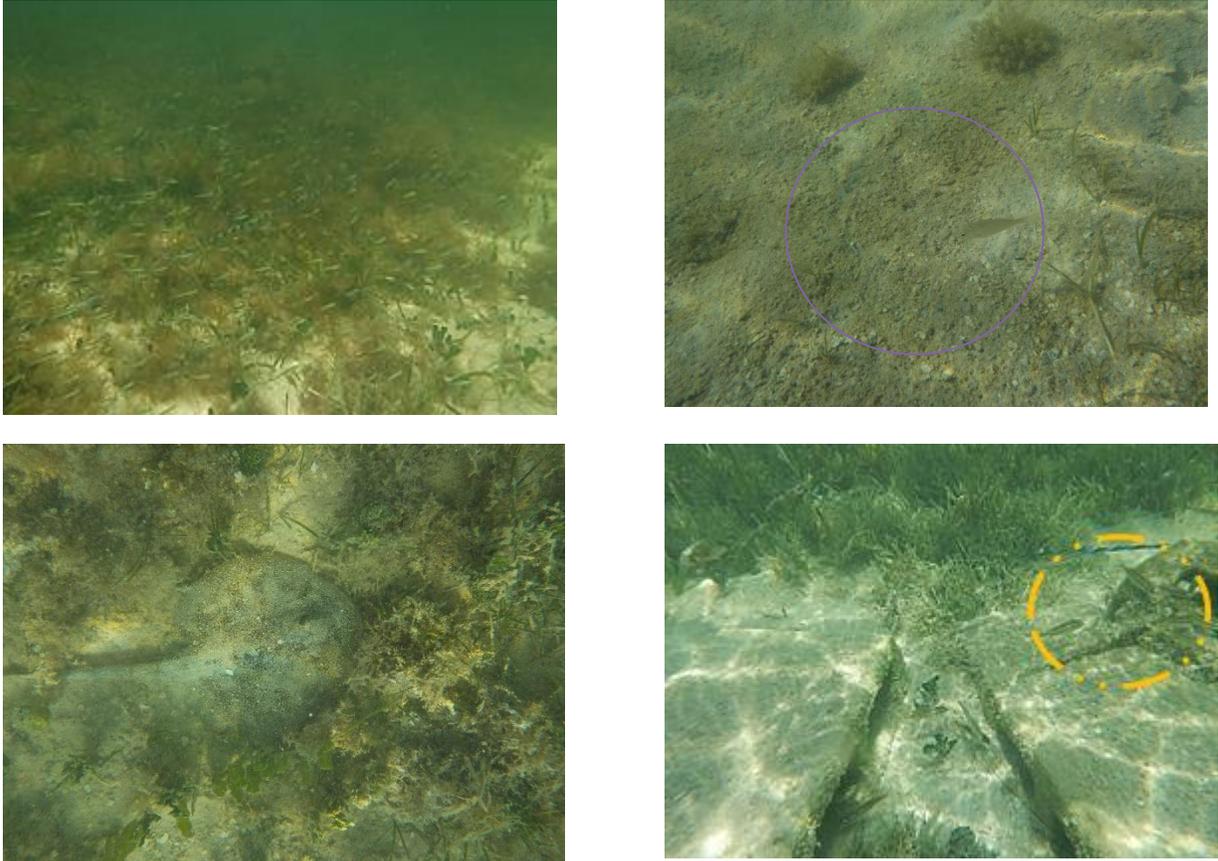


Figura 66.- Fotografías de las especies de peces que se registraron en el área de estudio durante el muestreo.

IV.4.5.5.-Índice de valor de importancia (IVI) por fondos marinos.

• Fondo del arenal

Vegetación acuática

La vegetación acuática registrada en el fondo del arenal es menor que en el del fondo de vegetación, con 12 especies registradas entre algas y pastos marinos. El alga verde *Acetabularia calyculus* es quien tiene el mayor IVI debido a que fue el elemento más frecuente, seguido en importancia de la especie con la mayor cobertura *Syringodium filiforme*.

Índice de valor de importancia (IVI) de los pastos marinos y algas en el fondo del arenal. Cor- Cobertura, Fr- Frecuencia relativa.

O I R	División	Nombre Científico	Co r	Fr	IV I	Da (Ind/m ²)
1	Chlorophyta	<i>Acetabularia calyculus</i>	23.95	26.67	50.62	1.26
2	Magnoliophyta	<i>Syringodium filiforme</i>	28.4	6.67	34.80	1.48
3	Rhodophyta	<i>Hypnea sp.</i>	14.45	10.00	24.45	0.76
4	Chlorophyta	<i>Udotea spinulosa</i>	4.56	16.67	21.23	0.24
5	Magnoliophyta	<i>Thalassia testudinum</i>	9.89	6.67	16.55	0.52
6	Chlorophyta	<i>Halimeda monile</i>	6.08	10.00	16.08	0.32
7	Magnoliophyta	<i>Halodule wrightii</i>	4.94	6.67	11.61	0.26
8	Chlorophyta	<i>Penicillus dumetosus</i>	3.80	3.33	7.14	0.20
9	Chlorophyta	<i>Caulerpa ashmeadii</i>	1.52	3.33	4.85	0.08
10	Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>	1.52	3.33	4.85	0.08
11	Chlorophyta	<i>Rhypocephallus phoenix</i>	0.76	3.33	4.09	0.04
12	Chlorophyta	<i>Penicillus capitatus</i>	0.38	3.33	3.71	0.02
S=12			100	100	200	

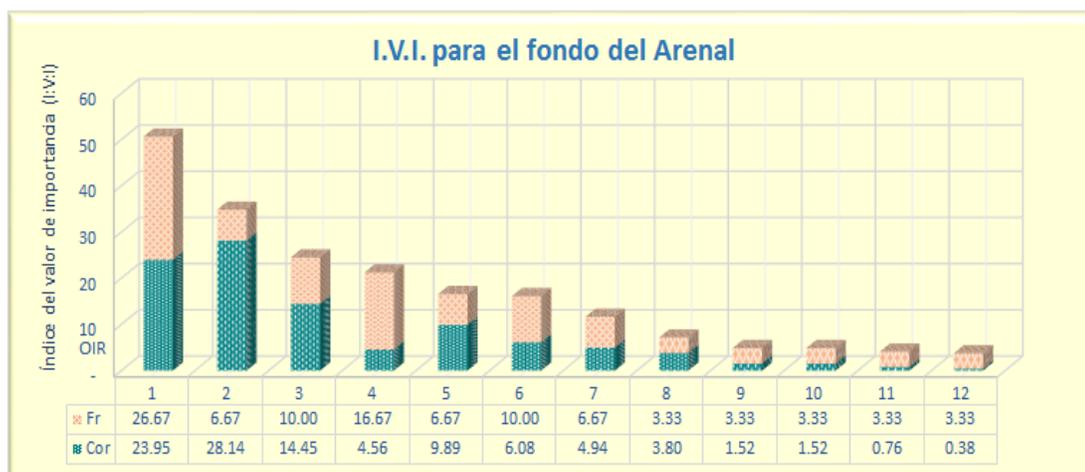


Figura 67.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los pastos marinos y algas en el fondo del arenal. Fr - frecuencia relativa y Cor -cobertura relativa.

Fauna bentónica

Los invertebrados que se registraron en el fondo del arenal están representados por 6 especies, de las cuales los *Poliquetos tubícolas* fueron los de mayor IVI, ya que fueron los de mayor densidad y frecuencia relativos.

Índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados en el fondo del arenal. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	IVI	Da (ind/m ²)
1	<i>Poliquetos tubícolas</i>	85.42	28.57	113.99	0.315
2	<i>Oreaster reticulatus</i>	6.25	28.57	34.82	0.023
3	<i>Cassiopea sp.</i>	6.25	28.57	34.82	0.023
4	<i>Calcinus tibicen</i>	2.08	14.28	16.37	0.008
	4	100	100	200	



Figura 68.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados para el fondo del arenal. Fr - frecuencia relativa y Dr -diversidad relativa.

Fauna nectónica

Fueron 8 especies de peces, además de los grupos no determinados denominados alevines que se registraron en el fondo de arenas, de las cuales, los alevines fueron los de mayor valor de importancia ya que son los más numerosos y frecuentes, seguidos de la especie *Elacatinus oceanops*.

Índice de valor de importancia (IVI) de la fauna nectónica en el fondo del arenal. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Nombre	Dr	Fr	IVI	Da
-----	--------	----	----	-----	----

	Científico				(ind/m ²)
1	<i>Alevines</i>	51.81	20	71.81	0.625
2	<i>Elacatinus oceanops</i>	25.91	10	35.91	0.313
3	<i>Haemulon sciurus</i>	7.77	10	17.77	0.094
4	<i>Haemulon aurolineatum</i>	5.18	10	15.18	0.063
5	<i>Haemulon flavolineatum</i>	5.18	10	15.18	0.063
6	<i>Sparisoma viride</i>	2.59	10	12.59	0.031
7	<i>Stegastes fuscus</i>	0.52	10	10.52	0.006
8	<i>Sphyraena barracuda</i>	0.52	10	10.52	0.006
9	<i>Lactophrys polygonia</i>	0.52	10	10.52	0.006
	9 especies	100	100	200	



Figura 69.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los peces para el fondo de arenal. Fr - frecuencia relativa y Dr -diversidad relativa.

• Fondo de vegetación

Vegetación acuática

Este tipo de fondo está conformado por una importante riqueza específica de algas y pastos marinos. Se registraron 27 especies en el área de estudio (Cuadro 11). La especie de pasto marino *Thalassia testudinum* fue la que tiene el mayor IVI, además una amplia cobertura y frecuencia dentro del área de estudio.

Cuadro 11. Índice de valor de importancia (IVI) de los pastos marinos y algas del fondo de vegetación. Cor- Cobertura, Fr- Frecuencia relativa.

O I R	División	Nombre Científico	Co r	Fr	IV I	Da (Ind/ m ²)
1	Magnolio phyta	<i>Thalassia testudinum</i>	40. 40	12. 87	53. 27	2.79
2	Phaeophyt a	<i>Dictyota pulchella</i>	12.5 1	11. 70	54. 27	0.86
3	Chlorophy ta	<i>Halimeda incrasata</i>	11.2 3	9.3 6	55. 27	0.77
4	Magnolio phyta	<i>Halodule wrightii</i>	11.7 6	7.8 9	56. 27	0.81
5	Phaeophyt a	<i>Dictyota cervicornis</i>	4.15	5.8 5	57. 27	0.29
6	Magnolio phyta	<i>Syringodium filiforme</i>	3.9 4	5.5 6	58. 27	0.27
7	Chlorophy ta	<i>Penicillus capitatus</i>	1.9 0	7.0 2	59. 27	0.13
8	Rhodophy ta	<i>Laurencia chondrioides</i>	3-31	4.6 8	60. 27	0.23
9	Chlorophy ta	<i>Penicillus dumetosus</i>	0.9 1	5.2 6	61. 27	0.06
10	Chlorophy ta	<i>Rhipocephall us phoenix</i>	0.8 0	5.2 6	62. 27	0.05
11	Rhodophy ta	<i>Hypnea sp.</i>	2.13	3.8 0	63. 27	0.15
12	Rhodophy ta	<i>Laurencia obtusa</i>	2.0 2	3.5 1	64. 27	0.14
13	Chlorophy ta	<i>Udotea spinulosa</i>	1.0 8	4.3 9	65. 27	0.07
14	Chlorophy ta	<i>Halimeda monile</i>	0.9 0	2.6 3	66. 27	0.06
15	Rhodophy ta	<i>Chondria baileyana</i>	1.31	1.7 5	67. 27	0.09
16	Chlorophy ta	<i>Acetabullaria calyculus</i>	0.3 5	2.0 5	68. 27	0.02
17	Chlorophy ta	<i>Avrainvillea longicaulis</i>	0.2 8	1.4 6	69. 27	0.02
18	Chlorophy ta	<i>Caulerpa ashmeadii</i>	0.2 1	1.4 6	70. 27	0.01
19	Rhodophy ta	<i>Ceramium sp.</i>	0.2 8	0.5 8	71. 27	0.02
20	Rhodophy ta	<i>Jania adhaerens</i>	0.1 6	0.5 8	72. 27	0.01
21	Chlorophy ta	<i>Halimeda goreaui</i>	0.0 5	0.5 8	73. 27	0.003
22	Rhodophy ta	<i>Amphiroa fragilissima</i>	0.1 2	0.2 9	74. 27	0.01
23	Rhodophy ta	<i>Heterosiphon ia gibbesii</i>	0.0 7	0.2 9	75. 27	0.005
24	Rhodophy ta	<i>Champia sp.</i>	0.0 5	0.2 9	76. 27	0.003
25	Chlorophy	<i>Caulerpa</i>	0.0	0.2	77.	0.002

OIR	División	Nombre Científico	Cor	Fr	IVI	Da (Ind/m ²)
	ta	<i>paspaloides</i>	2	9	27	
26	Chlorophyta	<i>Caulerpa sertularoides</i>	0.0	0.2	78.	0.002
27	Rhodophyta	<i>Galaxaura rugosa</i>	0.0	0.2	79.	0.002
		S=27	100	100	1,789	

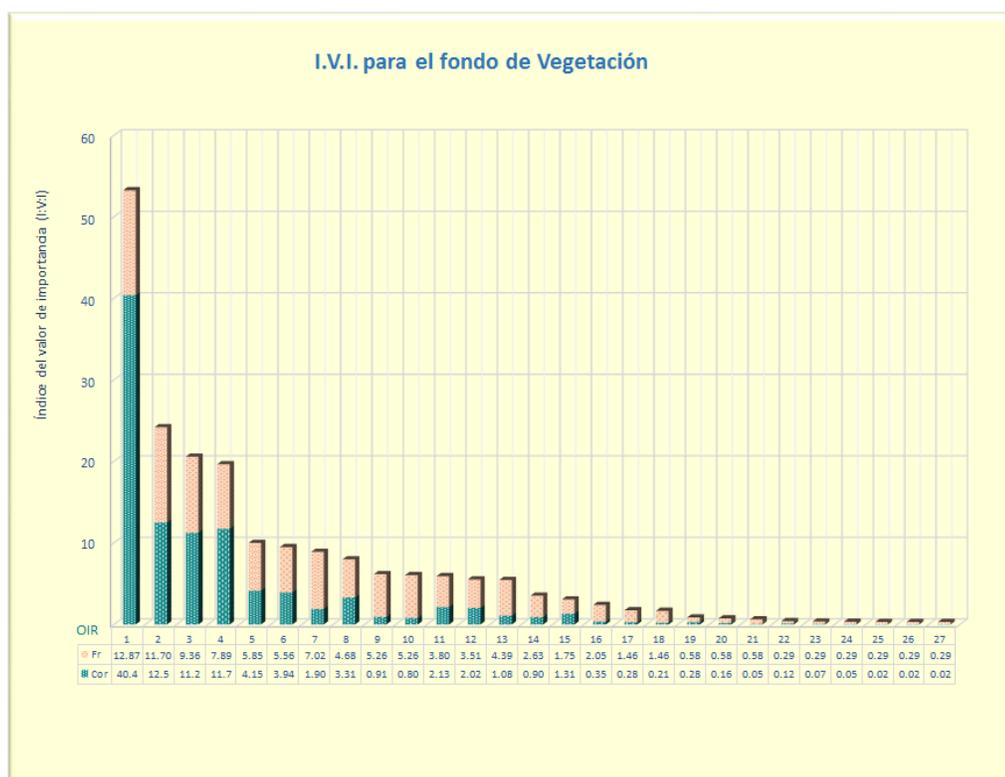


Figura 70.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los pastos marinos y algas en el fondo de vegetación. Fr - frecuencia relativa y Cor -cobertura relativa.

Fauna bentónica

El registro de los invertebrados en el fondo de vegetación fue de 6 especies, de las cuales la estrella de mar *Oreaster reticulatus* y los poliquetos tubícolas tienen el mayor IVI.

Índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados en el fondo de vegetación (pastos - algas). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Especie	Dr	Fr	IVI	Da (Ind/m ²)
1	<i>Poliqueto tubicola</i>	61.90	6.67	68.57	0.038
2	<i>Oreaster reticulatus</i>	4.76	46.67	51.43	0.003
3	<i>Cassiopea sp.</i>	9.52	13.33	22.86	0.006

4	<i>Cliona varians</i>	9.52	13.33	22.86	0.006
5	<i>Ectyoplasia ferox</i>	9.52	13.33	22.86	0.006
6	<i>Cassis flammea</i>	4.76	6.67	11.43	0.003
	S=6	100	100	200	



Figura 71.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados para el fondo de vegetación. Fr - frecuencia relativa y Dr - densidad relativa.

Fauna nectónica

Las especies de peces registradas en el fondo de vegetación fueron 12, adicionalmente y como ya se explicó se analizan la categoría de alevines registrados debido a su evidente presencia. Así del grupo analizados, justamente los alevines tuvieron el mayor IVI, seguido en importancia de *Elacatinus oceanops*.

Índice de valor de importancia (IVI) de los invertebrados en el fondo de vegetación (pastos - algas). Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	IVI	Da (ind/m ²)
1	<i>Alevines</i>	29.59	14.29	43.87	0.408
2	<i>Elacatinus oceanops</i>	29.59	7.14	36.73	0.408
3	<i>Haemulon flavolineatum</i>	19.23	14.29	33.52	0.265
4	<i>Haemulon aurolineatum</i>	9.62	10.71	20.33	0.133
5	<i>Haemulon sciurus</i>	5.92	10.71	16.63	0.082
6	<i>Sparisoma viride</i>	2.96	7.14	10.10	0.041
7	<i>Urolophus</i>	0.44	7.14	7.59	0.006

	<i>jamaicensis</i>				
8	<i>Lactophrys polygonia</i>	0.30	7.14	7.44	0.004
9	<i>Sphyraena barracuda</i>	0.30	7.14	7.44	0.004
10	<i>Stegastes fuscus</i>	0.74	3.57	4.31	0.010
11	<i>Diplectrum formosum</i>	0.74	3.57	4.31	0.010
12	<i>Trachinotus goodei</i>	0.44	3.57	4.02	0.006
13	<i>Lutjanus sp.</i>	0.15	3.57	3.72	0.002
	13	100	100	200	

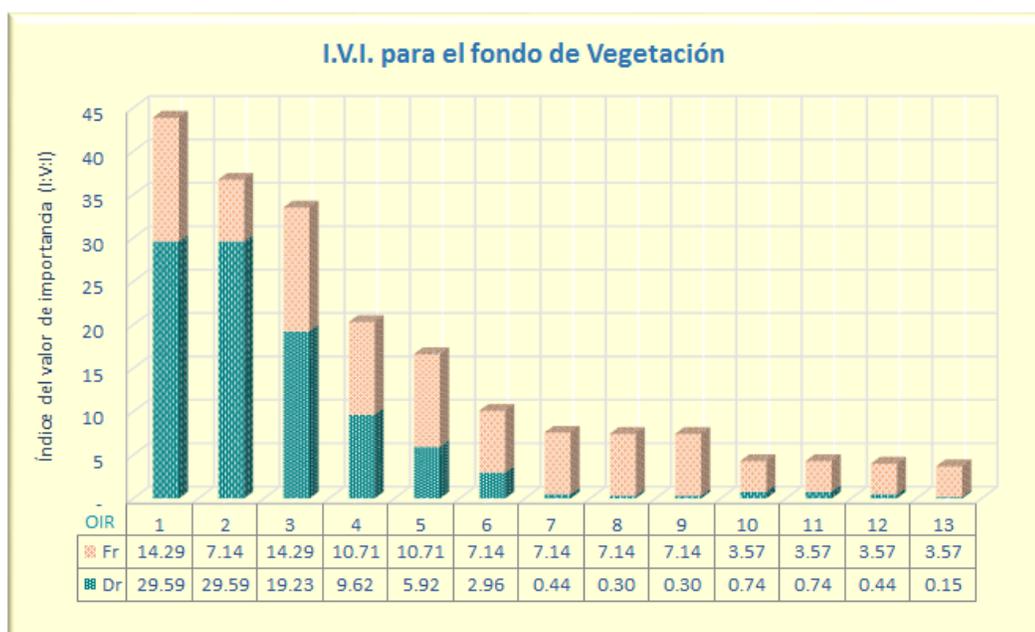


Figura 72.- Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de los peces para el fondo de vegetación. Fr - frecuencia relativa y Dr - densidad relativa.

IV.4.5.6.-Cobertura específica.

Vegetación acuática

De las 27 especies registradas de vegetación acuática en el fondo marino denominado vegetación (algas y pastos), el grupo de las algas verdes fue el más abundante con un 44.44% del total de la vegetación (12 especies), seguidas de las algas rojas con un 37.04 % (10 especies), y en menor proporción las algas cafés con dos especies y los pastos marinos con tres especies, que representan el 7.41 % y 11.11 % respectivamente.

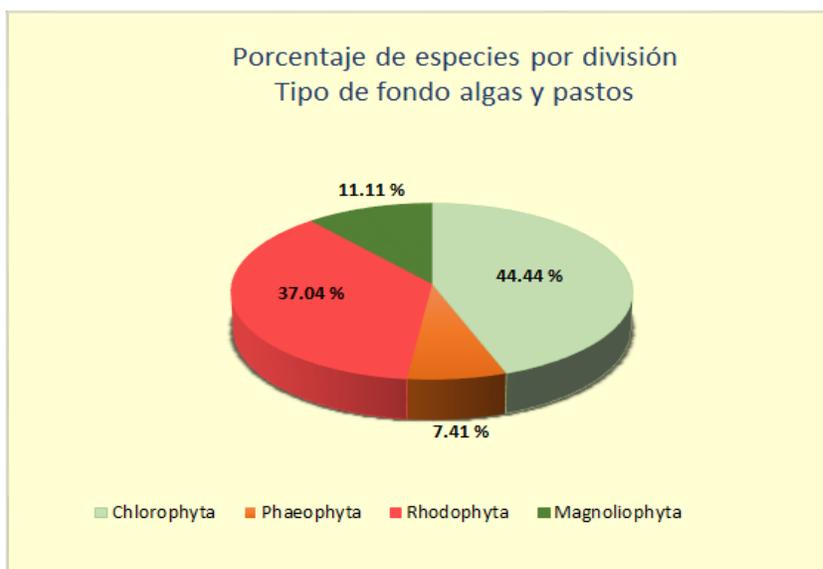


Figura 73.- Porcentajes de la vegetación acuática por división, en el fondo marino de vegetación.

Mientras que el fondo de arenas, solo se registraron tres divisiones de vegetación acuática (12 especies). Las más abundantes de igual forma que en el fondo de vegetación fueron las algas verdes, con un 58.33 % (sietes 7 especies), en segundo lugar, los pastos marinos con un 25.00 % (3 especies) y por último un 16.66 % (2 especies) de algas rojas Rodophytas.



Figura 74.- Porcentajes de la vegetación acuática por división, en el fondo marino del arenal.

Fauna nectónica

En el fondo de vegetación se registraron 676 peces de las 12 especies identificadas. Estos individuos se clasificaron en 3 estadios (alevines, juveniles y adultos). Este análisis señala que el mayor número de individuos son adultos (38.91 %), seguido de juveniles

con un 31.51% y en la categoría de alevines con un 29.59 %. En términos globales la estructura de tamaños parece ser muy igual entre los estadios, es decir cada uno de los estadios ocupa aproximadamente 1/3 del porcentaje.

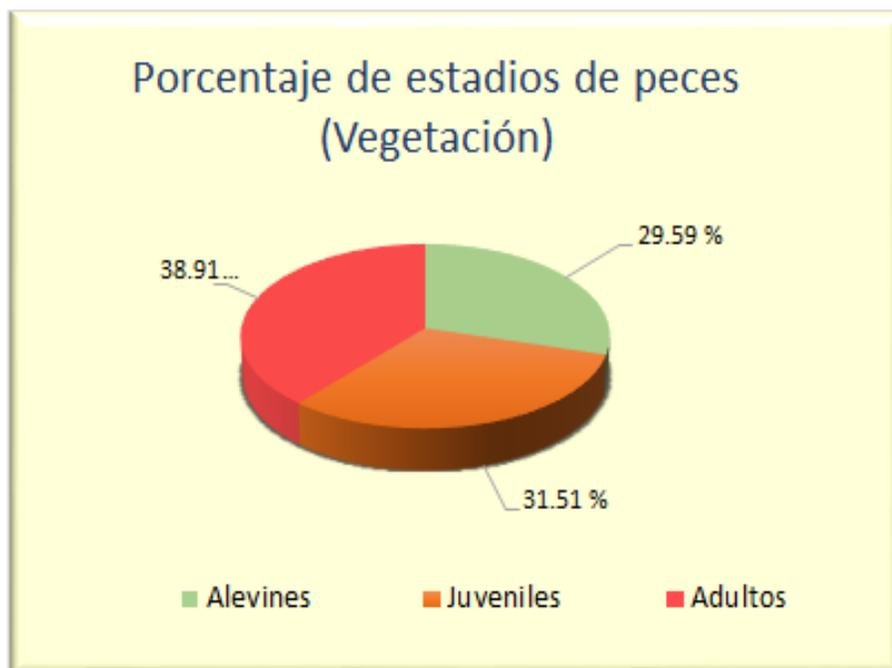


Figura 75.- Porcentajes de estadios de peces en el fondo marino de vegetación.

El área muestreada del fondo de arenal fue mucho menor como se ha mencionado anteriormente, sin embargo, en dicha zona se registraron 193 peces de las 8 especies identificadas. El porcentaje de estadios en los que se reconocieron estos peces, fue de un poco más del 51.81 % representada por los alevines, un 26.94% de peces adultos y el resto de peces juveniles (21.25%).

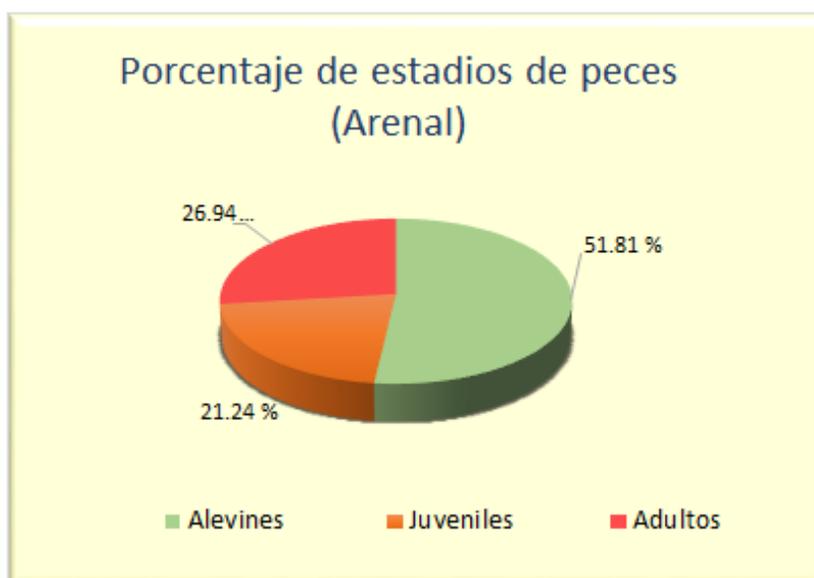


Figura 76.- Porcentajes de estadios de peces en el fondo marino del arenal.

IV.4.5.7.-Riqueza específica - Diversidad y equitabilidad.

Para vegetación acuática

Como era de esperarse en el análisis comparativo entre los fondos marinos (vegetación y arenal) para la vegetación acuática, el fondo denominado como vegetación tiene la mayor cobertura vegetal con un valor de 73.53 %. Mientras que en el fondo de arenal la cobertura vegetal es de únicamente el 6.58 %. Se registró la mayor riqueza de especies en el fondo de vegetación con 27 especies vs. 12 especies registradas en el fondo de arenas.

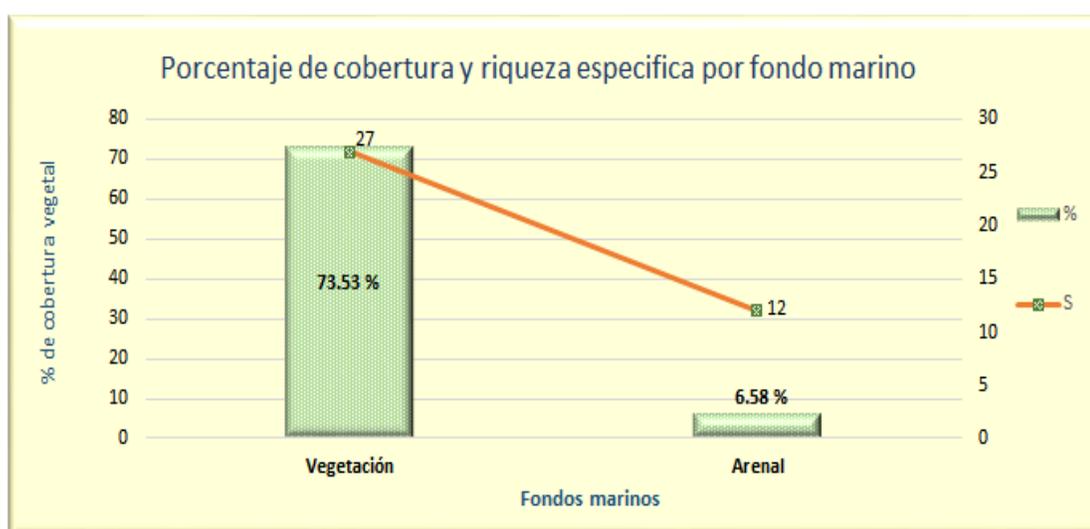


Figura 77.- Gráfica de porcentaje de cobertura vegetal y riqueza específica (S) por fondos.

Los resultados que se obtuvieron de la diversidad de pastos marinos y algas en los diferentes tipos de fondo marino, se puede observar una mayor diversidad en el fondo de arenal en comparación del fondo del pastos marinos y algas. Así mismo el fondo de mayor diversidad fue el de mayor equitatividad, aunque menor riqueza específica. Esto señala que en el fondo de vegetación es donde se da la mayor dominancia específica que está dada por un grupo pequeño de las 27 registradas y que coincide con las observaciones de campo, *Thalassia testudinum*, *Dictyota pulchella*, *Halimeda incrasata* y *Halodule wrightii*.

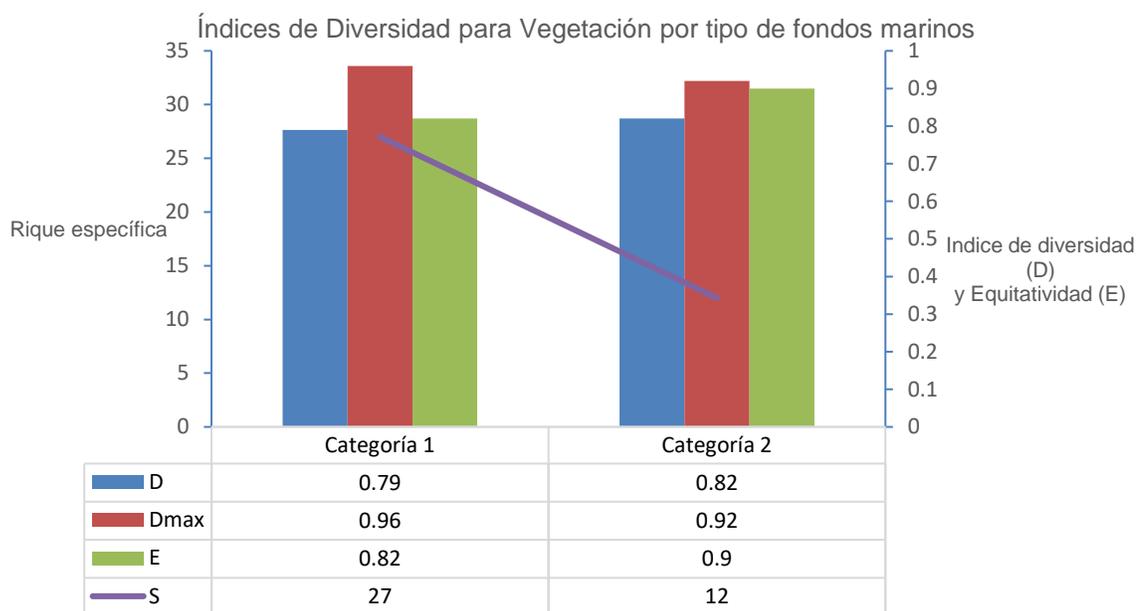


Figura 78.- Gráfica del Índice de diversidad y riqueza específica por tipos de fondo para algas y pastos.

Fauna nectónica

En lo que a peces se refiere la mayor diversidad, equitatividad y riqueza específica se encuentran en el tipo de fondo dominado por vegetación (pastos y algas). En estos términos se deduce que la mayor dominancia específica se encuentra en el tipo de fondo arenal.

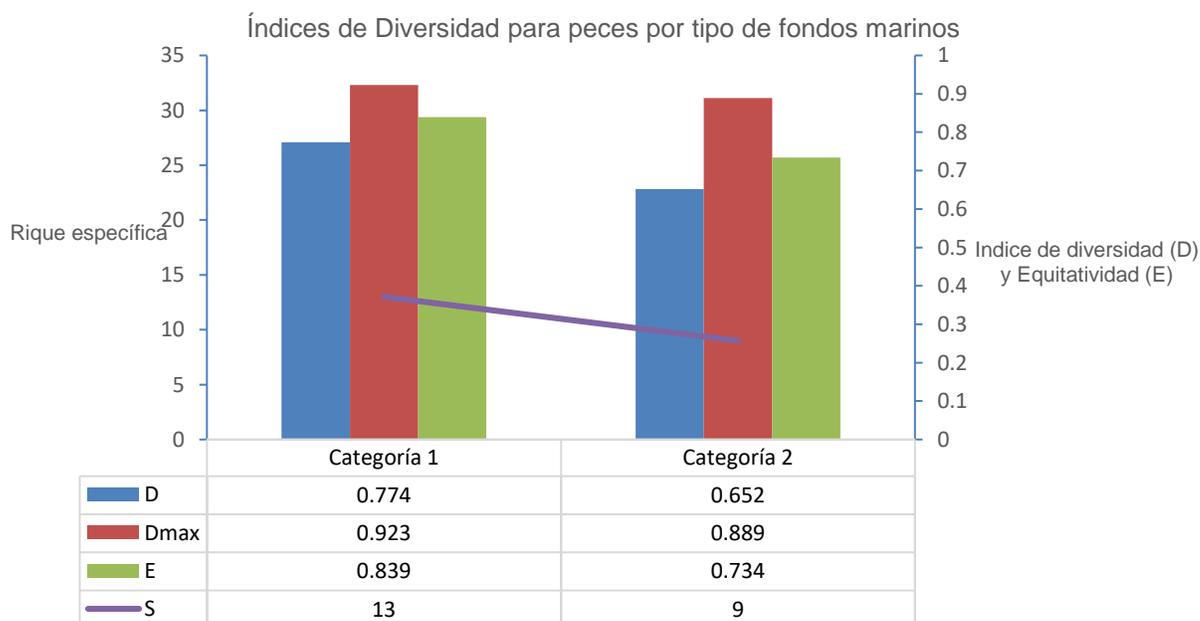


Figura 79.- Gráfica del Índice de diversidad y riqueza específica por tipos de fondo para peces.

IV.5.8.-Discusión.

Con base al análisis retrospectivo del área de estudio a través de imágenes satelitales de años anteriores a la fecha, se puede observar el impacto de un fenómeno natural, como fue el huracán Wilma (octubre del 2005). Considerando que el huracán fue de categoría 5, los cambios parecen haber sido importantes, principalmente en lo que a la infraestructura marítima se refiere (Muelles). Lamentablemente no existe información o registros bibliográficos que puedan arrojar más información o que permitan evaluar cómo se encontraba el sitio antes del 2005 en términos cuantitativos y los tipos de fondo que prevalecieron en el sitio antes de esta fecha. Sin embargo, en las imágenes del 2012 con respecto al actual (Imagen DRON-2023) si se pueden observar rasgos peculiares en el polígono como son los cambios en las superficies ocupadas por algas y pastos en las zonas más cercanas a las costas mostrando cortes muy regulares y por lo tanto antinaturales. Así mismo se observaron las secciones de arenales que aparentemente son inducidos en forma de montículos, lo que sin duda se relaciona más con perturbaciones originadas por actividades humanas.

Con este análisis podemos observar y constatar cómo han ido cambiando los fondos marinos del área de estudio, que el día de hoy se cuenta con una amplia cobertura de fondo de vegetación compuesto de pastos marinos y algas, y que además alberga un número importante de especies bentónicas y nectónicas.

El área de estudio es un área relativamente compleja, conformada por dos tipos de fondo marino con gran diversidad. La presencia de pastos marinos y algas permiten a los diferentes grupos de invertebrados encontrar pequeños microhabitats que ofrezcan refugio y alimento, un ejemplo de ello son los peces que mostraron diferentes estadios de vida (desde alevines hasta adultos), lo que denota la complejidad funcional principalmente de la sección de pastos. Aunque el área no rebasa de los 2 msnm y la velocidad de corriente registrada dentro del área es de 0.123 m/s, se registró una importante riqueza de especies. Desde un inicio al establecer el polígono de estudio con base a fotografías satelitales, se había observado que el fondo de vegetación supera por mucho la superficie ocupada por las arenas libres de vegetación. Un rasgo peculiar y por demás interesante del sitio, es la frecuencia en la que se encontró la estrella de mar *Oreaster reticulatus* en ambos fondos marinos y en las diferentes profundidades. Lo que sugiere que esta especie ha encontrado un sitio que reúne los requisitos para su proliferación.

A este respecto la bibliografía sobre alimentación señala que *O. reticulatus* es omnívoro que se alimenta de una gran variedad de microorganismos epífitos tales como algas filamentosas, diatomeas y pequeñas partículas de detritus. El número de microorganismos que consume generalmente depende de su disponibilidad y su capacidad para capturarlos. *O. reticulatus* prefiere alimentarse de pequeños equinoideos como *Meoma ventricosa*, *Tripneustes ventricosus*, *Echinometra viridis*, juveniles de holothuridos como *Holothuria mexicana*, gusanos como poliquetos, copépodos, ostrácodos y larvas de cangrejo. También puede consumir esponjas (Guzmán y Guevara, 2002). La estrella de mar se alimenta mediante la eversión del estómago cardíaco sobre los pastos marinos o el sedimento y segregando un mucus filamentosos,

produciéndose una digestión extraoral de microorganismos y detritus asociados con el sustrato. Llama poderosamente la atención que un organismo tan conspicuo, probablemente el invertebrado de mayor tamaño visible en áreas cubiertas por *Thalassia testudinum*, sea bastante micrófago (Martín *et al.*, 2001). En lo que a reproducción se refiere es asexual se basa en un proceso que algunas lo presentan llamado fisiparidad, en el que el disco central se divide en dos, de forma que cada mitad regenera un animal completo (Brusca y Brusca, 2005). Los adultos *O. reticulatus* son dioicos, forman agregaciones conocidas como “frentes” en parches de arena dispersos en pastos marinos. Estas agregaciones dependen de la disponibilidad de sustratos ricos bentónicos. Las larvas y juveniles se encuentran principalmente en pastos marinos *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, encontrando presumiblemente protección contra los depredadores. Además, la estrella de mar se comporta de forma gregaria, con densidades más altas asociadas con un ciclo reproductivo anual. *O. reticulatus* es gonocóricos (Que tienen sexos separados. Individuos de la especie contienen sólo uno u otro de los sistemas reproductivos masculinos y femeninos). El desove ocurre en la noche, al igual que otros equinodermos, la madurez y la capacidad reproductiva están relacionadas con el crecimiento somático, las estrellas de mar alcanzan la madurez sexual cuando tienen un radio aproximado de 12 cm. Un factor clave en la producción de gametos es la disponibilidad de alimentos, ya que los nutrientes son transferidos y se utiliza durante el desarrollo y la maduración de las gónadas (Guzmán y Guevara, 2002). Con base a lo anterior se puede inferir que el rasgo peculiar de encontrar numerosas estrellas de mar dentro del área de estudio. Es por que el área reúne las condiciones de profundidad, disponibilidad de alimento y tipo de sustrato que lo convierte en el hábitat idóneo para esta especie.

Las algas verdes fueron abundantes en especial la especie *Acetabularia calyculus* en el fondo del arenal, mientras que en el fondo de vegetación el pasto marino *Thalassia testudinum* fue el que tuvo la mayor cobertura y el mayor índice de valor importancia, en general ambos fondos poseen una amplia riqueza de especies de pastos y algas, considerando el área muestreada de cada uno. La vegetación es muy importante ya que tanto las algas como los pastos marinos son productores primarios del sistema.

Considerando el área que abarcaba el fondo de vegetación, era de esperarse que se registrarán un mayor número de especies tanto de fauna bentónica como de fauna nectónica. Un ejemplo que avala lo anterior es la presencia de alevines de las diferentes especies de peces que tuvieron el mayor índice de valor de importancia, mismos que debido a sus pequeños tamaños no pudieron ser determinados a nivel de especies. En importancia a este grupo le sigue *Elacatinus oceanops*.

Otro aspecto muy interesante fue la presencia de corales duros de la especie *Porites porites*, dichos corales presentaban un grado grave de blanqueamiento, considerando que este síntoma en los corales es producido por el aumento de temperatura en el agua, y considerando que desde el 2011 se han registrado las temperaturas más altas desde hace 137 años según la ONU, es de esperarse encontrar corales con blanqueamiento y más en una zona tan somera. De los corales, solo se obtuvo el registro fotográfico y la ubicación geográfica de cada uno de ellos, ya que ningún coral se encontró en los 13 transectos que se realizaron para la caracterización, lo que determina su baja representatividad en el sitio. Y es que hay que hacer notar que estas especies son

consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión biológica (*sensu* Grime y Pierce 2012), además de tener un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal, lo que refuerza que los corales han encontrado un hábitat particular pero que esa zona no tiene potencial de convertirse en arrecife o en una comunidad arrecifal, dadas sus características generales. Aunque los corales presentan blanqueamiento no se registró ningún coral muerto, esto sugiere que el sitio se encuentra relativamente en buen estado de conservación, y esto se puede afirmar con las 27 especies de vegetación acuática, de las cuales 7 especies son invertebrados y 13 especies son peces registrados en toda el área de estudio.

En lo que a los resultados obtenidos de los peces se refiere es importante resaltar el hecho de que en ambos tipos de fondos los alevines fueron el grupo más representativo, lo que evidencia la presencia de estadios jóvenes y aumenta la probabilidad de la permanencia de las nuevas generaciones de varias especies. *Elacatinus oceanops* y *Haemulon flavolineatum* fueron las especies identificadas más importantes para ambos tipos de fondos, las dos especies son características de las costas del Caribe Mexicano.

En cuanto a los resultados de vegetación se hace evidente que la sección dominada por pastos y algas es una matriz de pequeños microambientes conformada en primer término por el pasto marino *Thalassia testudinum* y *Halimeda incrasata* que cumplen con la importante función de estabilizar las arenas, y que en esta compleja matriz se encuentran crecimientos epífitos y semifijos de especies como *Dictyota pulchella*, en primer lugar; seguida de otras como *Laurencia chondrioides* y *Chondria baileyana*, lo que lo convierte en un espacio cerrado e idóneo para conformar el hábitat ideal de los pequeños alevines de peces y los poliquetos tubícolas y las estrellas de mar. En el área denominada arenales, la cobertura vegetal es muy baja, la cual permite su colonización por escasa fauna bentónica sésil como las esponjas, así como para los peces y estrellas adultas.

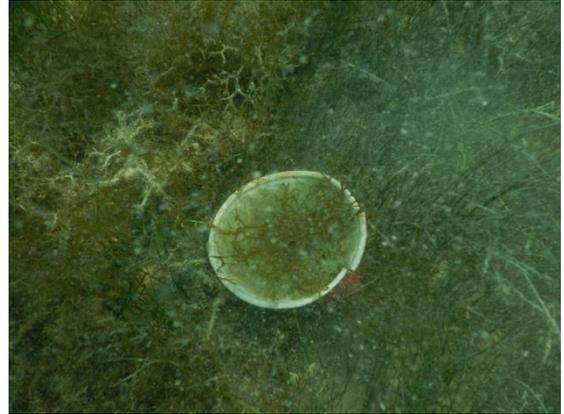
En cuanto a los corales, las colonias se encuentran muy aisladas, pero sí se encontraron con diferentes grados de blanqueamiento. Es importante analizar que se trata de sitios muy someros donde la temperatura del agua se eleva de forma importante en ciertas horas del día y donde la velocidad promedio de la corriente es baja, donde la cantidad de sustrato firme como roca o laja expuesta prácticamente no existe, por lo que se puede considerar que en principio no es un lugar que reúna las condiciones que se requieren para la fijación y establecimiento de las colonias de corales, ya que la mayor parte del sustrato disponible es arena (suelta y estabilizada). Es probable que el blanqueamiento se encuentre más bien relacionado con el proceso de calentamiento global, más que con un bajo grado de conservación en particular en el sitio. Sin embargo, de llevarse a cabo el proyecto planteado, será importante monitorear el rumbo del blanqueamiento que presenten las colonias de coral.

En cuanto a los grupos de especies bentónicas en particular resalta la presencia de la medusa *Cassiopea* sp. Algunas especies de este género, son consideradas como indicador de aguas con bajo grado de oxigenación. Aun cuando se presentan en una densidad relativamente baja, es importante que de realizarse el proyecto la densidad de estas sea monitoreada.

Un aspecto que también es importante atender es la presencia de residuos sólidos urbanos dispersos en el área de estudio, algunos de ellos incluso han sido ya ocupados por la vegetación y la fauna.



Vaso desechable ocupado por una medusa



Vaso desechable ocupado por
Acetabularias



Empaque plástico de alimentos



Vaso desechable semi enterrado en la
arena.



Vaso desechable semi enterrado en la
arena.



Vaso desechable atrapado entre la
vegetación.

Figura 80.- Residuos sólidos urbanos encontrados dispersos en el área de estudio.



Figura 81.- Residuos orgánicos como peces muertos aparentemente producto de los restos de la pesca.

IV.4.5.9.-Conclusiones.

Con base en los resultados obtenidos no hay elementos que permitan afirmar que el sitio tiene un bajo nivel de conservación ya que parece tener las condiciones idóneas para el establecimiento de especies de peces e incluso estrellas de mar en particular. Sin embargo, hay aspectos que son importantes tomar en cuenta y que deberán ser monitoreados como indicadores a futuro y que son los siguientes:

- Monitorear el blanqueamiento de los corales y la presencia de la medusa *Cassiopea sp.*
- Tomar medidas que ayuden a disminuir la cantidad de residuos dispersos en el área.

IV.4.5.10.-Batimetría

La batimetría dentro del polígono del área de estudio muestra profundidades desde -1.50 a -2 msnm, que van en aumento desde la línea de costa hacia el norte. Las áreas donde se encuentran las mayores profundidades son en el extremo noroeste del área, en el extremo este encontramos una profundidad de 1.25 msnm y en el centro de 1.5 msnm. En general es un área somera. Sin embargo, los cambios son graduales. Es importante reconocer que los montículos observados no fueron reflejados en el mapa batimétrico, lo que confirma que estos no existen de manera natural.

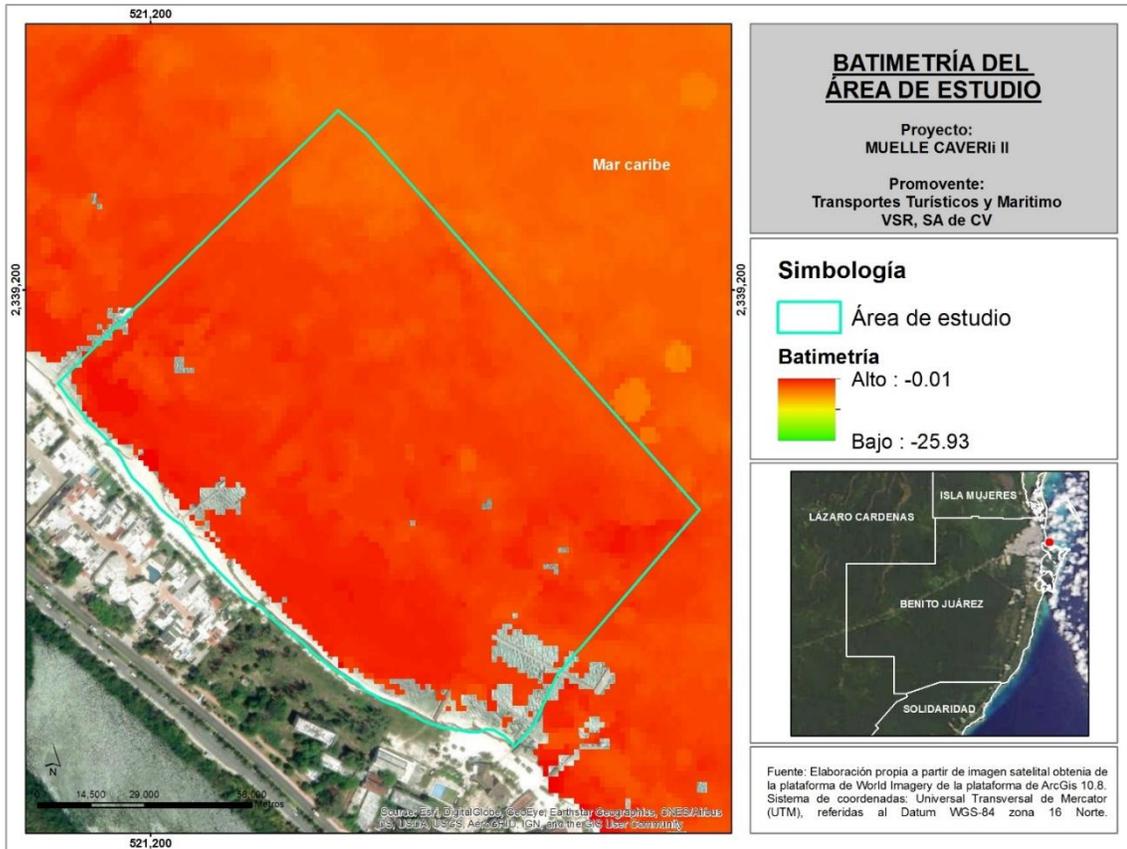


Figura 82.- Mapa de batimetría del área de estudio.

Los dos tipos de fondo dentro del área de estudio están distribuidos en las diferentes profundidades como se puede ver en la siguiente imagen. Hay arenales con profundidad mínima de 0.25 msnm y máxima de 1.5 msnm.

IV.5.11.-Corrientes

Con base a la información consultada en un estudio realizado en la zona, para un proyecto cercano al sitio de desplante, las corrientes correspondientes al área de estudio, se puede observar que la velocidad superficial dentro del polígono es de 0.123 m/s, mientras que, en las porciones aledañas al polígono, las velocidades registradas fueron de 0.14m/s y 0.18 m/s, aproximadamente a 700 metros de la línea de costa. Esta misma información señala que la dirección de las corrientes superficiales son Nor-Noroeste.

IV.5.1.2.-Resultados de Estudio DELFT3D: Modelación Hidromorfológica.

En esta sección se describen los resultados más sobresalientes de la modelación hidromorfológica elaborada por la empresa Tecnoceano para valorar las condiciones actuales del sitio del proyecto:

Oleaje. -Para modelar la propagación del oleaje en la zona de interés, el modelo de detalle utiliza los resultados de salida del modelo intermedio como valores de entrada, mientras que el modelo intermedio utiliza a su vez los resultados de salida del modelo general (aguas profundas). A continuación, se presentan los resultados de modelar el oleaje característico en el área de estudio, obtenido de propagar oleaje de aguas profundas a aguas someras; en donde los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules alturas de ola mínimas.

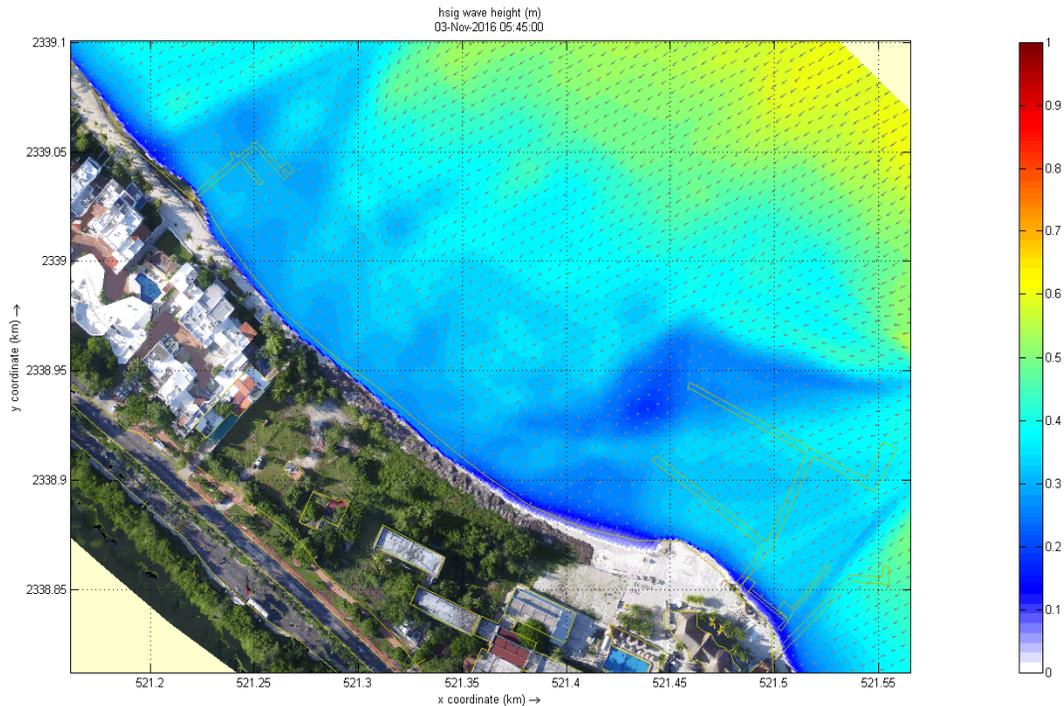


Figura 83.- Oleaje (m) proveniente del Este con altura de ola de 1 m.

Corrientes. -Para conocer si existe una corriente importante que pueda afectar la estabilidad de la zona, a continuación, se presentan los resultados de modelación de corrientes. En la figura siguiente se presentan las condiciones de corrientes derivadas de la simulación, donde los elementos que influyen en el movimiento del agua son principalmente la marea y de forma secundaria el oleaje y la fricción del viento; los colores rojos indican velocidades de corriente de 1.0 m/s y colores azules velocidades mínimas o nulas.

Debido a la poca profundidad que existe frente al lote, en el modelo se mostró que no existe una corriente ni definida ni importante en magnitud (Figura siguiente). La velocidad de la corriente osciló entre los 0 y 0.2 m/s. Durante periodos de tormenta, se reflejó una corriente de magnitud débil.

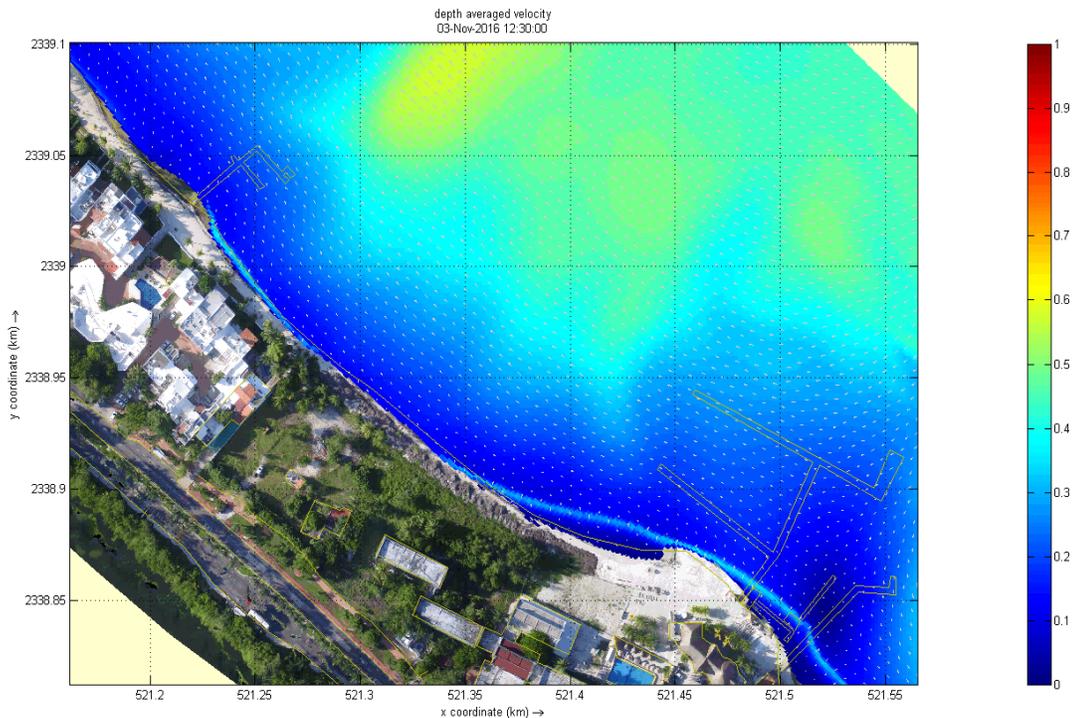


Figura 84.-Corriente promedio en la columna de agua.

Sedimentos. - Puesto que el transporte de sedimentos depende de cómo incide el frente de ola en la costa, este parámetro al igual que el oleaje, se vuelve complejo. Una forma de evaluar el transporte de sedimentos es a partir de monitorear una capa de sedimentos implantada de forma virtual antes y después de propagar oleaje de magnitudes y direcciones variables. Para evaluar dicho transporte se digitalizaron las capas de arena siguiendo aproximadamente los grosores que se han observado en campo y al correr el software se observó cómo la arena se empieza a mover de un lado a otro hasta que alcanza el equilibrio.

Las dos figuras siguientes corresponden a los resultados de evaluar esa capa de sedimentos, donde los colores rojos indican grosores de capa de sedimento de 1 m y los colores azules a blancos indican la falta de sedimento o la anulación de la misma capa.

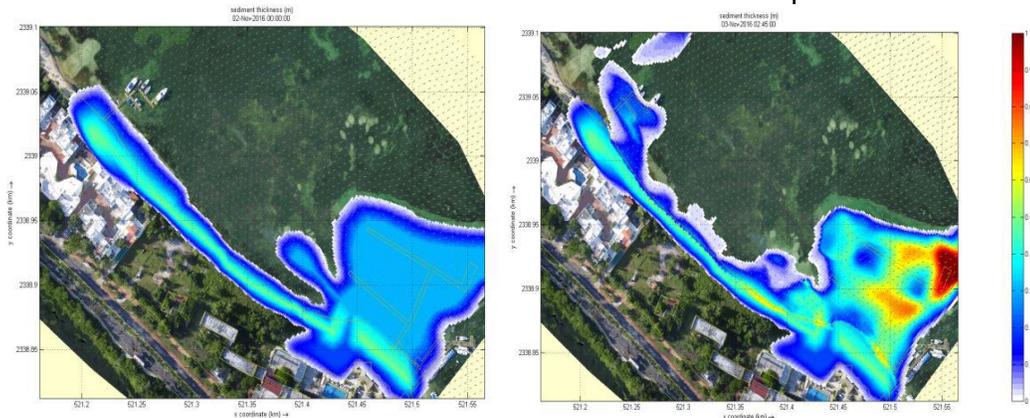


Figura 85.- Evolución temporal y espacial de la capa de sedimento en condiciones actuales. Capa de sedimento al principio de la modelación (izq.) Capa de sedimento al final de la modelación (der). El código de colores a la derecha muestra el grosor de la capa de arena en metros empezando en que representa el cero y máximo rojo oscuro que representa el 1m.

La modelación mostró un oleaje transversal y longitudinal sobre la playa. Cuando el oleaje provino del Sur, existió un ligero transporte de sedimento hacia el Norte. Cuando el oleaje provino del Norte, se observó un ligero transporte de sedimento hacia el Sur. Así también, se pudo observar un transporte en dirección hacia aguas abiertas, sugiriendo que el sedimento es propenso a escapar de la costa generando erosión en la cara de la playa (Figura anterior).

IV.5.-PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

No se debe olvidar que un paisaje, conceptualmente, existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los

	<p>atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).</p>
--	--

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto
Área de estudio y zona de influencia.	<p>El área de estudio corresponde al área donde se pretende llevar a cabo el proyecto, en la franja costera marina frente a las zonas concesionadas donde se pretende establecer el proyecto.</p> <p>El proyecto contempla las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de un muelle rustico de madera de la región.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.	<p>Al Norte, predio de Hotel Macarena Residence Villas Na Ha. Al Sur, Marina Chac chi Al Este, Zona marina con cierto tránsito de embarcaciones y tránsito de peatones en la zona de playa. Al Oeste, zona terrestre de las concesiones, la cual se encuentra cubierta por vegetación herbácea con individuos dispersos de tipo arbóreo de especies exóticas e invasoras.</p> <p>La accesibilidad a la zona del proyecto es bastante grande, ya que se tiene acceso por la playa, por la zona marina.</p> <p>Las personas que logran percibir el problema de la erosión de la playa, son aquellas que transitan por la playa y en la zona marina, y aquellas que se hospedan en los diferentes hoteles del SA, ya que el paisaje que los observadores perciben es el de una zona turística, con hoteles de diferentes categorías en la escala de servicios de turismo.</p>
Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).	<p>Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que fluyen por el área de estudio y del SA lo hacen vía terrestre caminando, o bien, por embarcaciones en la zona marina. La zona marina del proyecto no se usa por los prestadores de servicios turísticos para buceo libre ni esnorqueleo, sin embargo, en el terreno y zona concesionada del sur – Marina Chac Chi- es un sitio de importante afluencia de turistas que embarcan en dicha marina para realizar diferentes actividades acuáticas y recreativas en sus instalaciones de tierra y de mar a bordo de sus embarcaciones.</p> <p>Para el análisis del paisaje se consideró la parte marina, terrestre y los fondos marinos.</p>

Actividad	Aplicación al proyecto
	<p>En la parte marina, se pueden visualizar los muelles que fueron construidos en los últimos años, posiblemente la construcción de este tipo de infraestructura sea debido a la demanda turística.</p> <p>En la parte terrestre, en la siguiente Figura se puede visualizar los hoteles y otros proyectos como la marina Chac chi, en operación junto al área donde se pretende establecer el proyecto. En cuestión a la vegetación, se visualiza una vegetación herbácea con individuos de tipo arbóreo de tipo exótico e invasor principalmente.</p> <p>En los fondos marinos, a pesar de que una parte se mantienen conservados, de acuerdo con el trabajo de campo realizado se pudo notar que la presencia residuos derivados del consumo humano (basura).</p>
<p>Controlar las condiciones de visibilidad.</p>	<p>La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por la playa y en las embarcaciones. Las actividades no son percibidas desde el boulevard Kukulcán por la distancia que se encuentra de ella a 100 m.</p> <p>No hay un punto de vista panorámico ya que el área de su ubicación es plana, y el proyecto se ubica en la cota batimétrica de 2 msnm. Y la playa en la cota topográfica de 0 a -1.77 msnm. Y la vialidad principal que es el Blvd. Kukulcán a una altura topográfica ligeramente mayor, y entre dicha vialidad y la zona marina, se ubican edificaciones de proyectos privados y públicos.</p> <p>Desde las embarcaciones solamente serán perceptibles los arrecifes artificiales en el caso de marea baja, ya que estarán desplantados con la corona a nivel medio del mar; de las estructuras existentes solamente se conservará el nivel de fondo ya que el superior ya no estará, por lo que no serán visibles en ningún momento desde la zona marina ni desde la zona terrestre. Regresando con esta modificación el paisaje marino al efecto infinito.</p>
<p>Analizar calidad y fragilidad paisajística.</p>	<p><u>Calidad del paisaje</u></p> <p>El proyecto se insertará en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Sin embargo, en el caso particular del proyecto su objetivo consiste en la rehabilitación de la zona de playa tras los procesos erosivos intensos que se han presentado en los últimos años a escala local y global.</p> <p>De ahí que la calidad paisajística se modificará sólo desde la vista de los observadores que pasan por la playa en la parte terrestre, y los usuarios de la marina que actualmente opera en el SA.</p> <p>En este último caso no serían elementos extraños del paisaje, ya que, en el SA actualmente existen 4 muelles, dos de ellos</p>

Actividad	Aplicación al proyecto
	<p>operan como marina, y en otras partes del SA también se han desarrollado otros proyectos de este tipo, lo que nos lleva a obtener una calidad del paisaje similar a la previamente existente en la zona de playa. Asimismo, la zona de los arrecifes se boyará para evitar afectaciones de ningún tipo, las cuales sí serán visibles por las embarcaciones que transiten en la zona marina.</p> <p>La calidad paisajística desde el Blvd. Kukulcan o de algún otro punto de los caminos perpendiculares de acceso a la playa no presentará cambios, dado que los hoteles en operación no permiten ver el proyecto.</p> <p><u>Fragilidad</u></p> <p>Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores.</p> <p>A nivel del SA, la unidad de paisaje con vegetación mejor conservada es la de manglar por lo que tiene un valor de fragilidad alto siendo el área con mayor potencial de conservación reforzado por la normatividad de protección que lo regula, aun cuando ha sido fragmentado por algunos accesos perpendiculares a la playa, por lo que representa el 24.81% de la cobertura del SA. En otras coberturas, con un porcentaje de ocupación equivalente al 57.92% en el SA terrestre son los asentamientos humanos, siendo así más del 50% de la superficie total de SA terrestre, lo que guarda una fragilidad bajo.</p> <p>La zona marina tiene una fragilidad media en función de los cambios naturales y antropogénicos que se dan en la zona y en función de la modificación de su dinámica por el cambio climático global.</p>

A continuación, se presenta una serie de imágenes en las que se observan diferentes perspectivas paisajísticas del proyecto "Muelle Caveri II", donde se puede observar el estado actual de fragilidad del área marina.



Figura 86.- Vista panorámica del área donde se pretende establecer el proyecto.



Figura 87.- Marina en operación.

IV.6.-DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

IV.6.1.-Diagnóstico ambiental a nivel del SA.

El Sistema Ambiental Regional tiene una extensión de 837.11 ha, área donde el proyecto tendrá su influencia; colinda al Noroeste, con el muelle del Hotel Condominio Conjunto Bahía, al Suroeste, por el límite del área de ZOFEMAT, al Sureste, con la marina Chac Chi y al Noreste, con la Bahía Mujeres hasta la isobata de la -9.01 m, a una distancia de la playa de aproximadamente 1,500 m.

El SA ocupa una superficie de 837.11 ha, en la cual el proyecto genera una influencia que será el marco de referencia. El SA terrestre consiste en una unidad fisiográfica costera de 56.91 ha donde interactúan 2 tipos de ecosistemas principales: manglar y vegetación halófila. Para el SA Marino la fotointerpretación fue con ayuda de imágenes georreferenciadas y con la cobertura bentónica reportado por la CONABIO, el Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (1996), donde el 75.04% de la superficie está cubierto por comunidades de pastos marinos.

Con el análisis del área de estudio se observó y constató cómo han ido cambiando los fondos marinos del área de estudio, que el día de hoy se cuenta con una amplia cobertura de fondo de vegetación compuesto de pastos marinos y algas, y que además alberga un número importante de especies bentónicas y nectónicas. Aunque también es importante atender la presencia de residuos sólidos urbanos dispersos en el área de estudio, algunos de ellos incluso han sido ya ocupados por la vegetación y la fauna.

Desde el impacto del Huracán Gilberto en 1988, la costa de la Zona Hotelera Cancún ha sufrido un proceso de erosión agravado por el oleaje derivado de las tormentas tropicales, nortes y huracanes. De igual forma, dicho proceso está relacionado con cambios en el transporte de sedimentario debido a cambios en los patrones generales de circulación de las aguas oceánicas por diferentes causas. La elevación del nivel del mar, asociado a cambios climáticos globales, es otro factor natural que incide en la intensificación de la erosión. En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión está relacionado también con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.

El impacto de las actividades antropogénicas tiene consecuencias importantes en la morfología de la playa. Estas condiciones particulares se enlistan a continuación:

- La colocación del muelle de la Marina Chac Chi obstruye el flujo natural de sedimentos de Sur a Norte a lo largo del sistema costero, esto genera acumulación en presencia de obstáculos y erosión en la parte posterior.
- La presencia de espigones a lo largo de la costa genera áreas de acumulación y erosión muy fuertes y evidentes según las imágenes satelitales.
- Los canales de navegación de los muelles y marinas aledañas también influyen en el bloqueo del acarreo de sedimentos a lo largo de la costa. Los canales son vías marinas con profundidad suficiente para que las embarcaciones puedan transitar sin problema.

El sedimento se deposita en estos canales provocando su azolvamiento e impidiendo que la arena siga su flujo normal hacia el Norte.

En cuanto a fauna terrestre, se observó una baja diversidad y abundancia de especies, lo que indica una perturbación del medioambiente, por lo que las acciones de limpieza del proyecto beneficiarán el asentamiento de fauna en el área.

En términos generales, se puede inferir que el sitio del proyecto se encuentra en un estado de conservación medio, tolerando los efectos de las diversas actividades humanas. El proyecto no contribuirá al deterioro del ambiente, al contrario, con su implementación coadyuvará en una mejora para éste, ya que se recuperará la condición de la playa, se estabilizará en el área de concesión y en las zonas aledañas de manera positiva.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el estado de conservación del SA es medio en su parte terrestre y marina.

IV.6.2.-Diagnóstico ambiental a nivel del área de interés.

Como ya se mencionó, para poder realizar un proyecto sustentable de protección costera es necesario entender los procesos que intervienen en el sitio. A continuación, se generalizan las consideraciones geomorfológicas que pueden influenciar en el proyecto a construir:

- a) El desarrollo del proyecto se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena por varios años.
- b) El tipo de vegetación en el área de influencia terrestre indica que se trata de un paisaje perturbado o modificado por la incidencia de individuos arbóreos de especies exóticas invasoras como el pino de mar (*Casuarina equisetifolia*), y especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*).
- c) La fuente principal de contaminación en el área del proyecto y la zona de disposición de arena son los residuos sólidos. Éstos provienen de las actividades recreativas y de esparcimiento de turistas y también de los prestadores de servicios náuticos durante los recorridos que facilitan. Además, la zona marina frente al área de influencia y predios aledaños, existen diversos muelles de pequeñas embarcaciones ocasionando que el sedimento del fondo sea resuspendido constantemente. Por lo tanto, la zona del proyecto es un área ya impactada y con un paisaje totalmente modificado.
- d) De acuerdo, al estudio Hidromorfológico el área de influencia mostró un oleaje transversal y longitudinal sobre la playa. Cuando el oleaje provino del Sur, existió un ligero transporte de sedimento hacia el Norte. Cuando el oleaje provino del Norte, se observó un ligero transporte de sedimento hacia el Sur. Así también, se pudo observar un transporte en dirección hacia aguas abiertas, sugiriendo que el sedimento es propenso a escapar de la costa generando erosión en la cara de la playa.

e) Por la ubicación del área del proyecto no se afectarán especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que el ecosistema del área de interés está constituido por una asociación conformada por pastos y algas, representada principalmente por las especies *Thalassia testudinum* y *Halimeda incrasata*, los cuales han sido impactados por diferentes actividades antropogénicas, destacando el establecimiento de infraestructura turística (muelles) y el desarrollo de actividades relacionadas con ellas. Además, el incremento de las afectaciones ambientales en la zona resulta directamente proporcional al aumento de la población residente y temporal (turistas), motivados por los paisajes y atractivos turísticos que ofrece la región.

f) A largo plazo, el proyecto consiste ofrecer una protección al frente costero, y proveer hábitat para la flora y fauna que se adhiera de manera natural a los arrecifes artificiales, e implementar acciones de monitoreo que permitan dar seguimiento a la conformación de estos como hábitat para algunas especies ruderales que los colonicen.

IV.7.-MEDIO SOCIOECONÓMICO.

IV.7.1.-Aspectos Demográficos

El Municipio de Benito Juárez se encuentra dentro de los que a nivel nacional muestran un elevado crecimiento poblacional en las últimas décadas. De un modesto asentamiento humano en Puerto Juárez perteneciente territorialmente a Isla Mujeres, donde sus habitantes se dedicaban a la pesca y el comercio, pasa a ser el municipio más poblado en la entidad y hogar de prácticamente la mitad de los habitantes de Quintana Roo.

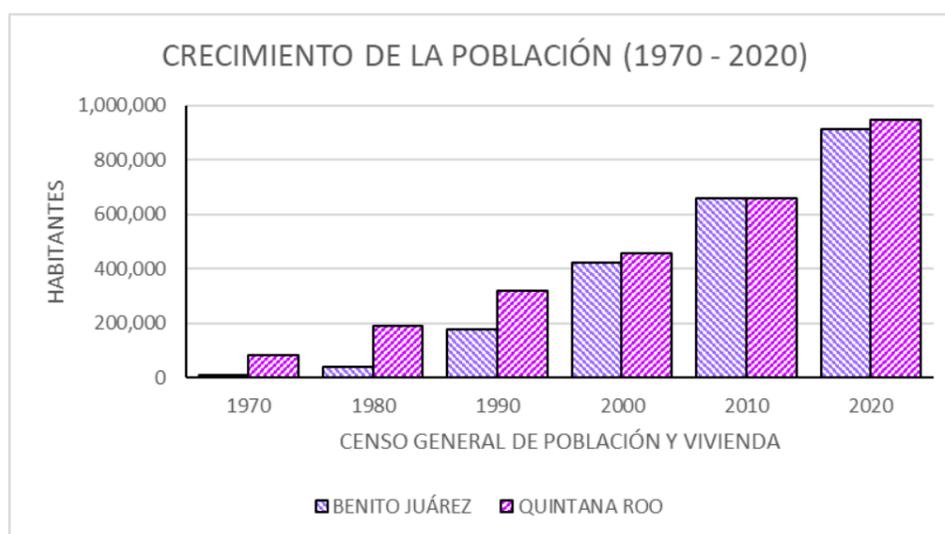


Figura 88.- Crecimiento de la población del Municipio de Benito Juárez y resto de Quintana Roo, para el lapso 1970 - 2020.

El origen de tan marcado crecimiento poblacional, que se expresa en el incremento neto de su población que mantiene valores similares desde el año 2000, es resultado de la inmigración de personas con expectativas de empleo y mejora de sus condiciones de vida en uno de los destinos turísticos más importantes de nuestro país.

Cuadro 5. Crecimiento de la población en el Municipio de Benito Juárez para el lapso (1970 – 2020).

CENSO	No. HABITANTES		TCMA (%)		INCREMENTO NETO (No. HABITANTES)	
	BENITO JUÁREZ	RESTO DE QUINTANA ROO	BENITO JUÁREZ	RESTO DE QUINTANA ROO	BENITO JUÁREZ	RESTO DE QUINTANA ROO
1970*	6,867	81,283				
1980	37,190	188,795	18.4%	8.8%	30,323	107,512
1990	176,765	316,512	16.9%	5.3%	139,575	127,717
2000	419,815	455,148	9.0%	3.7%	243,050	138,636
2010	659,311	660,174	4.6%	3.8%	239,496	205,026
2020**	911,503	946,482	3.3%	3.7%	252,192	286,308

Notas: *- El Municipio de Benito Juárez todavía no se decretaba y los habitantes que posteriormente formarían parte del nuevo municipio estaban asentados principalmente en Puerto Juárez y a la vera de la vialidad que lo comunicaba a Mérida vía Valladolid.

**.- En 2015 se decreta el Municipio Puerto Morelos y los habitantes de Puerto Morelos, Colonia Zetina Gasca y Leona Vicario quedan incluidos dentro del nuevo municipio; con lo que queda Cancún como único dentro de población en el Municipio de Benito Juárez.

El municipio de Benito Juárez, donde Cancún es la Cabecera municipal y con reconocimiento como destino turístico internacional, concentra 49.9% de la población del estado de Quintana Roo. De acuerdo con INEGI, la población del municipio en 2005 era de 572,963 habitantes, estimándose que para el año 2020 la población supere 1 millón y para 2030 más de 1.5 millones de habitantes.

A partir de la creación de la ciudad de Cancún, la distribución porcentual de la población en el estado ha reflejado el éxito del proyecto Cancún y el dinamismo económico que genera en la región al elevar su participación estatal de manera significativa. La suma de la población en las localidades urbanas del centro de población es de 643,206 y la tasa de crecimiento media anual ha ido disminuyendo, presentando el valor más bajo a 2010 con 3.6 en Cancún y 1.5 en Alfredo V. Bonfil.

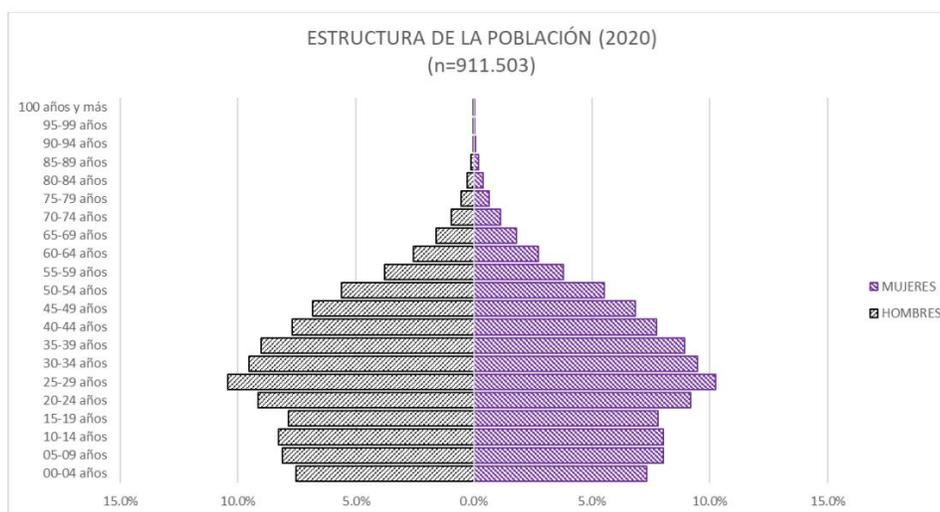


Figura 89.- Pirámide quinquenal de edades del Municipio de Benito Juárez (2020).

La distribución espacial de la población se concentra en el Centro de Población de Cancún (CPC) con un total de 910,022 habitantes (99.8% de los del Municipio de Benito Juárez) repartidos en 37 localidades de las 159 del municipio establecidas por INEGI; por lo que desde el punto de vista poblacional es un municipio urbano. En el CPC las

más pobladas son: Cancún (888,797 habitantes), Alfredo V. Bonfil (19,789 habitantes) y Lagos del Sol (1,021 habitantes) y los 414 habitantes restantes están dispersos en la periferia de la zona urbana; principalmente a la vera de la carretera Valladolid-Cancún y Libramiento Valladolid – Aeropuerto de Cancún. Asimismo, la población asentada fuera del CPC (1,482 habitantes) se distribuyen principalmente a la vera de la carretera Valladolid-Cancún y la que accede a Francisco May en el Municipio Isla Mujeres.

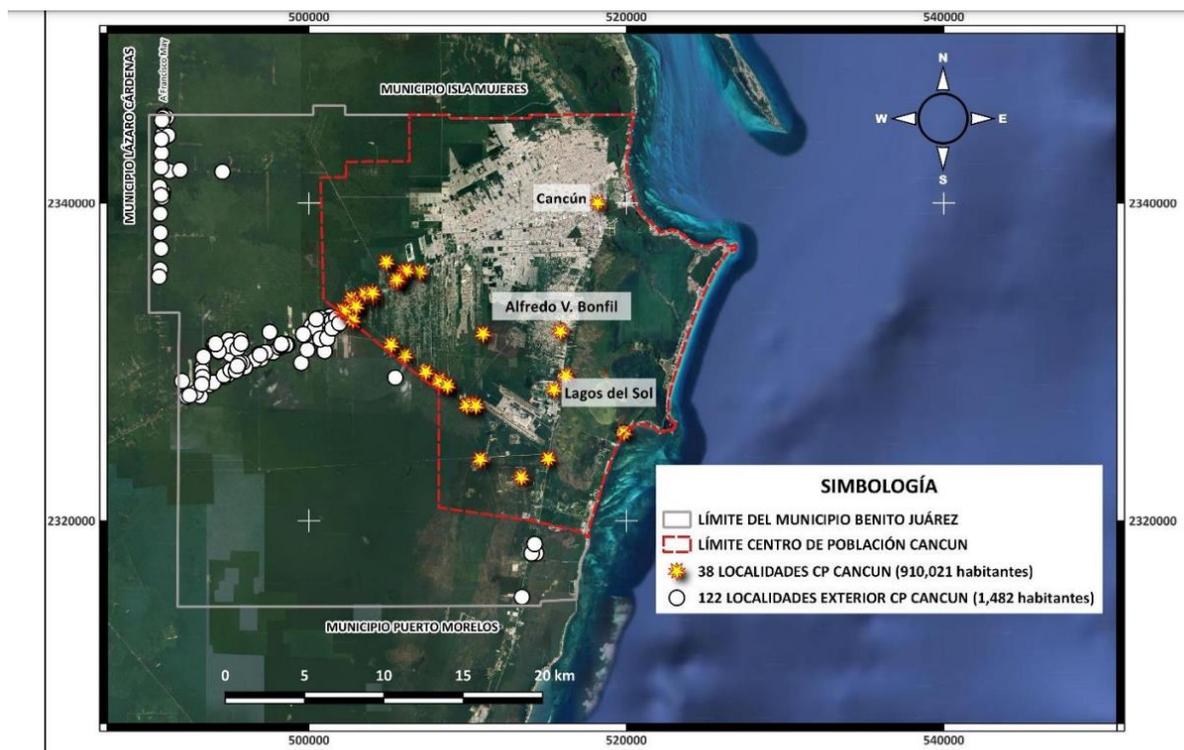


Figura 90.- Distribución espacial de las localidades en el Municipio de Benito Juárez (2020).

IV.7.2.-Características Económicas de la Población

La población económicamente activa (PEA) se conforma por personas desde 12 años que tienen capacidad de trabajar y asciende al 68.8% de los habitantes que están en esa clase de edad, siendo más los hombres que las mujeres; mientras que la población ocupada (PO) es de 98.2% de la PEA donde también se observa una mayor participación masculina. Esta información indica que en la localidad existe oferta de empleo ya que sólo 1.8% de la PEA no cuenta con ocupación laboral.

Estructura económica de la población en el Municipio de Benito Juárez.

PARÁMETROS ECONÓMICOS	Población municipal 12 años en adelante	Centro de Población		Resto del Municipio		Municipio	
		Población	%	Población	%	Población	%
Población Económicamente Activa (PEA)	730,670	501,939	68.7%	583	0.1%	502,522	68.8%
PEA femenina	730,670	203,813	27.9%	183	0.0%	203,996	27.9%
PEA masculina	730,670	298,126	40.8%	400	0.1%	298,526	40.9%
Población no Económicamente Activa (PNEA)	730,670	226,475	31.0%	294	0.0%	226,769	31.0%
PNEA Femenina	730,670	158,761	21.7%	227	0.0%	158,988	21.8%
PNEA Masculina	730,670	67,714	9.3%	67	0.0%	67,781	9.3%
Población Ocupada (PO)	502,522*	492,771	98.1%	573	0.1%	493,344	98.2%
PO Femenina	203,996*	200,799	98.4%	182	0.1%	200,981	98.5%
PO Masculina	298,526*	291,972	97.8%	391	0.1%	292,363	97.9%
Población Desocupada (PD)	502,522*	9,168	1.8%	10	0.0%	9,178	1.8%
PD Femenina	203,996*	3,014	1.5%	1	0.0%	3,015	1.5%
PD Masculina	298,526*	6,154	2.1%	9	0.0%	6,163	2.1%

IV.7.3.-Servicios de Salud

Un principio fundamental en nuestro país es el Derecho a la Salud, donde el Estado tiene la obligación de otorgar servicios de salud a la población con la concurrencia de los tres órdenes de gobierno.

En el aspecto de accesibilidad universal a la salud, en el Municipio sólo 72.6% de la población cuenta con alguna afiliación a algún servicio de salud y el resto se atiende en instituciones privadas o en las instituciones de carácter público. De las instituciones de salud que conforman el sector salud gubernamental, corresponde al IMSS otorgar la mayor cobertura con 55.3% y posteriormente al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) CON 11.4%; siendo menos importantes el resto de las instituciones.

ATENCIÓN A LA SALUD	Población municipal	Centro de Población		Resto del Municipio		Municipio	
		Población	%	Población	%	Población	%
Afiliada a algún servicio de salud	911,503	660,605	72.5%	717	0.079%	661,322	72.6%
Afiliada al IMSS	911,503	503,573	55.2%	248	0.027%	503,821	55.3%
Afiliada al ISSSTE	911,503	31,667	3.5%	14	0.002%	31,681	3.5%
Afiliada al ISSSTE estatal	911,503	1,032	0.1%	4	0.000%	1,036	0.1%
Afiliada a PEMEX, DEFENSA o MARINA	911,503	1,867	0.2%	2	0.000%	1,869	0.2%
Afiliada al Instituto de Salud para el Bienestar	911,503	103,767	11.4%	432	0.047%	104,199	11.4%
Afiliada al IMSS Bienestar	911,503	3,513	0.4%	0	0.000%	3,513	0.4%
Afiliada a institución privada	911,503	19,742	2.2%	11	0.001%	19,753	2.2%
Afiliada a servicios de salud en otra institución	911,503	4,763	0.5%	9	0.001%	4,772	0.5%

IV.7.4.-Servicios públicos

La tendencia de crecimiento de la zona urbana de Cancún es de tipo radial sea en áreas que cuentan con instrumentos de planeación o de ocupación irregular. La tendencia de expansión urbana es horizontal.

Suministro de agua

Las aguas subterráneas son las proveedoras más importantes de agua en Quintana Roo, aprovechadas básicamente por pozos y en números reducidos por aprovechamiento de manantiales.

En el citado “Los Retos del Agua en Quintana Roo” elaborado por el Gobierno del Estado señala que en la entidad existe una disponibilidad de agua de 2,959 m³/hab/año. De este volumen, la población utiliza el 13% del agua, por lo que se infiere se cuenta con suficiente líquido por lo menos para los próximos 20 años.

El abasto del agua para el centro de población de Cancún proviene de baterías de pozos localizadas al poniente de la ciudad, que por acueductos localizados al costado de la carretera Cancún-Mérida, la Av. José López Portillo, el Blvd. Luis Donald Colosio y el Blvd. Kukulcán, conducen el agua hacia las diversas zonas de la ciudad. El sistema para abastecer agua potable consta de 31 tanques de agua, 3 tanques hiperbólicos y dos plantas centrales que se ubican en el aeropuerto y otra en la zona centro. El servicio de agua es por tandeos y sólo en 23 supermanzanas se realiza las 24 horas.

El municipio de Benito Juárez cuenta con 132 pozos o fuentes de abastecimiento de agua, misma que entregan un volumen promedio de poco más 154 mil m³ de agua. De este volumen poco más de 62% está destinado al sector turístico, mientras que el 24% se destina al sector doméstico y 11% al sector industrial.

De acuerdo con el INEGI (2010) en Cancún existen 18,454 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada y se ubican principalmente en las zonas norte, sur y poniente de la ciudad, y que coinciden con asentamientos irregulares.

Red de Drenaje Pluvial

El centro de población de Benito Juárez no cuenta con un sistema planificado de drenaje pluvial y una parte importante del desalojo se realiza a partir de 3,500 pozos de absorción, los cuales han sido perforados principalmente para evitar los encharcamientos en las vialidades sin embargo no funcionan de manera correcta debido a falta de mantenimiento o por azolves por acumulación de residuos sólidos.

Energía eléctrica

La energía eléctrica en Quintana Roo se encuentra a cargo por la CFE, la cual genera, trasmite, distribuye y comercializa este servicio. Su infraestructura principal es con base en seis centrales generadores; de las cuales dos se localizan en Benito Juárez en la ciudad de Cancún y tienen una capacidad de 102 Mw y 88 Mw. El suministro eléctrico

hacia la ciudad de Cancún, se realiza a través de una red de alta tensión que llega desde la carretera Federal 180 la cual se bifurca a la altura de poblado de Leona Vicario para entrar en la Ruta de los Cenotes hasta llegar a Puerto Morelos. Existen también varias redes de distribución secundaria que corren paralelas a la carretera libre a Mérida y que entran por diversos caminos rurales para alimentar bombas eléctricas de la zona de extracción de agua dentro del municipio.

Movilidad urbana

Las vías de comunicación de Benito Juárez están ampliamente distribuidas a lo largo y ancho de la superficie municipal. Actualmente existen vías de comunicación primaria, secundarias y terciarias. Las vías primarias son: la carretera federal 180 (Mérida-Puerto Juárez) cuya importancia radica en ser la principal vía carretera que conecta al municipio con la capital del Estado de Yucatán, otras vías es la carretera federal 307 (Reforma Agraria-Puerto Juárez), misma que conecta a Cancún con Chetumal, pasando por Puerto Morelos y la desviación hacia la llamada Ruta de los Cenotes. También existen carreteras estatales que conectan la localidad de Leona Vicario y Puerto Morelos, pasando por Central Vallarta, y que es la zona donde está proyectado el desarrollo de la actividad inmobiliaria y turística alternativa a corto plazo, para el municipio.

La mayoría de las vialidades de la ciudad de Cancún se han desarrollado atendiendo la vertiginosa expansión de la ciudad y aprovechando en gran medida los derechos de vía de las líneas de energía eléctrica de alta tensión para el establecimiento de las avenidas principales, sin que se haya planeado su crecimiento ordenado. Es por esto que la ciudad carece de una correcta conectividad entre calles primarias, un transporte deficiente y nodos vehiculares en cruces de avenidas principales.

Cancún cuenta con más de 10 millones de metros cuadrados de vialidades que se encuentran en diferentes estados de deterioro, a pesar de constar con un constante mantenimiento de bacheos y pavimentación, el servicio es insuficiente para mantenerlas en buen estado.

Las carreteras que alimentan el tránsito vehicular del centro de población de Cancún son: la Carretera México 180 de cobro y la libre que van en dirección a la ciudad de Mérida; y la carretera que conecta al aeropuerto y entronca con la México 307 que va en dirección a Playa del Carmen.

V.-IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Acorde con el Artículo 3º, Fracción XX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Por lo tanto, los cambios ocasionados por el proyecto se considerarán como tal.

La evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis, que sirve para prever los cambios en el ambiente a futuro y permite elegir aquella alternativa de proyecto, cuyo

desarrollo maximice los beneficios y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

Dicha evaluación debe partir del análisis de las diferentes etapas del proyecto y del estudio del entorno o área de influencia de aquél. Tal información se ha documentado en los capítulos precedentes y sustenta el desarrollo del presente capítulo. Como se ha mencionado con anterioridad, las obras y actividades del presente proyecto forman parte de la ampliación de uno existente, por lo cual, las obras y actividades del presente se desprenden otras ya existentes sometidas a evaluación y autorizadas en su respectivo tiempo.

El presente capítulo se centrará en establecer los criterios de evaluación para identificar los efectos positivos, negativos y neutrales que incidan en las diversas etapas que conforman al presente proyecto. En primer lugar, se iniciará la descripción de la metodología a utilizar; la cual comprenderá la descripción de los indicadores de impacto a utilizar, seguidamente la identificación de las acciones del proyecto susceptibles a causar impacto, posteriormente se describen los criterios específicos utilizados en la matriz de causa-efecto. Enseguida se procederá a valorar los impactos identificados a través del uso de la matriz mencionada para finalizar con la descripción detallada de cada uno de los impactos y la conclusión.

V.1.-Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para identificar y evaluar los impactos ambientales que generará el proyecto en sus distintas etapas, se utilizó el método de tabla modificada de Leopold et al. (1971). Esta matriz considera acciones del proyecto y su potencial de impactar sobre cada elemento ambiental.

La Matriz de Leopold pertenece a un grupo denominado como “matrices causa-efecto”. En esta tipología de matrices de doble entrada, las columnas están constituidas por las acciones que producen los impactos, mientras que las filas, constituyen los factores del medio susceptibles de recibir estos impactos. Se trata de una forma sencilla de vincular o relacionar las acciones con los efectos, es por esta razón que este método solo permite identificar impactos directos.

Para construir esta matriz, normalmente se dividen las acciones en cada una de las etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y etapa de abandono.

De primera instancia se fijan 100 acciones posibles (columnas) y 88 factores ambientales (filas), los que supone un total 88 X 100 celdas de cruce (8,800 interacciones posibles); solo una parte son relevantes por lo que se procede a depurar la matriz, identificando las acciones y factores más importantes del proyecto.

V.1.1. Criterios de importancia para la evaluación

Para la interpretación de la matriz modificada de Leopold, el código que se usa en las celdas de la matriz describe las características de los impactos y si es posible mitigarlos

o no, para este análisis se utilizan los criterios y definiciones de cada código.

La matriz se acompaña de una explicación, justificando los impactos señalados, resaltando los más significativos; aquellos cuyas filas y columnas aparecen con calificaciones altas. También se hace constar si los impactos evaluados son a corto, mediano y largo plazo. Al momento de realizar la Matriz de Leopold las acciones se establecen bajo los siguientes criterios:

- a) son representativas de la realidad del proyecto,
- b) son relevantes, es decir, con una capacidad apreciable para generar alteraciones,
- c) son excluyentes, sin solapamientos ni redundancias con otras acciones,
- d) son independientes y si
- e) son fáciles de cuantificar.

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, para este análisis se utilizaron los criterios que se definieron en la descripción de los indicadores de impacto ambiental complementando con los descritos a continuación (Tabla V.1).

Tabla V. 1. Criterios empleados en la matriz de Leopold para el análisis de impactos ambientales.

Criterio	Símbolo	Descripción
Intensidad	S Significativo I Insignificante	= = Se refiere al grado de afectación del medio (físico, biológico y socioeconómico-cultural) por la ejecución del proyecto. Para su evaluación se considera insignificante (I) cuando no hay cambios o estos son imperceptibles. Se consideran significativos o notables (S) cuando son evidentes las repercusiones en el medio ambiente.
Extensión	P = Predio L = Local	Se refiere a las repercusiones del impacto <i>in situ</i> y en algunos casos este trasciende más allá de sus límites hacia las localidades, municipio, estado o región. Es decir, toma en cuenta las repercusiones geográficas.
Duración	F = Fijo T = Temporal Z = Fugaz	Se considera la temporalidad de los impactos. Desde la aparición del efecto, hasta que el factor afectado retorne a las condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por medios naturales o a través de la introducción de medidas correctivas. <ol style="list-style-type: none"> i. Los impactos cuya duración ocurre solo durante el proceso de preparación del sitio y construcción por lo que éstos son considerados temporales (T) considerándose para las actividades del proyecto hasta 10 años, llegando a ser persistente. ii. Los impactos permanentes o fijos (F), es decir, los que generan condiciones de cambio permanentes sobre los factores ambientales, aunque la actividad sea concluida o bien siguen generando por la operación del proyecto. iii. Así como los que cuya duración fugaz (Z) da cabida a la recuperación de la calidad ambiental inmediata tras el término de la actividad.
Carácter	Benéficos	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 con el símbolo (+).

	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	no	Son los impactos negativos de carácter irreversible, que no pueden ser compensados con alguna medida. En las celdas de la matriz serán señalados con color naranja. Para este tipo de impactos se propondrán medidas compensatorias.
			
Periodicidad	Discontinuo (Dc)		El impacto provocará alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia.
	Continuo (C)		El impacto provocará una alteración constante en el tiempo.
Magnitud	± 1 al 10		Es la valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala. En la celda izquierda de cada acción se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínima = 1) después de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es benéfico, así mismo serán categorizados como baja (-/+ del 1 al 3), media (-/+ del 4 al 6) y alta (-/+ del 7 al 10).
Importancia	1 al 10		Es el valor ponderal que da peso relativo del potencial impacto. En la celda derecha de cada acción se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto, así mismo serán categorizados como baja (del 1 al 3), media (del 4 al 6) y alta (del 7 al 10).

La estimación de la magnitud y de la importancia está en función de la experiencia del evaluador.

V.2. Caracterización de los impactos

V.2.1. Identificación y descripción de los indicadores ambientales y su impacto

Los indicadores de impacto son los elementos del medio que podrán ser afectados por alguna de las actividades del proyecto (Tabla V.2).

Los indicadores de impacto se definen como “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987). Por esto, son considerados variables que evidencian las alteraciones sobre el factor ambiental, siendo de esta forma, un indicador capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado del factor que se pretende valorar.

Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y dimensionales para hacerlos comparables. Esto es debido a la finalidad de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto.

Con el fin de elegir los indicadores de impacto ambiental que sean representativos y de relevancia en el área de estudio se escogieron los elementos que en base a la caracterización de los factores; medio abiótico, medio biótico y medio socioeconómico, sean cualitativos, representativos y de fácil identificación (Tabla V.2).

Tabla V. 2. Descripción de los indicadores de impacto ambiental utilizados.

Subsistema	Factor	Indicador de impacto	Descripción del Impacto ambiental
Medio Abiótico	Suelo	<i>Contaminación del suelo</i>	Se refiere a la posible contaminación del suelo por la generación de residuos en las diferentes etapas del proyecto. Así como a la presencia de residuos sólidos urbanos o de materiales de la obra en la ZOFEMAT y el área marina adyacente.
		<i>Cambios en topografía</i>	Creación de pendientes o terraplenes inestables que puedan provocar deslizamientos, derrumbes, vuelcos. Específicamente del proyecto, se refiere a cambios en el relieve terrestre por el hincado de los pilotes de madera para las estructuras en ZOFEMAT y/o la colocación de elementos ajenos al medio.
	Atmósfera	<i>Calidad del aire</i>	En este apartado se identifican los factores que pudieran alterar los estándares de CO ² y partículas liberadas a la atmósfera a causa del manejo de equipo durante la obra.
		<i>Confort sonoro</i>	Se considera al sonido inarticulado y confuso, alboroto auditivo no deseado por el receptor. Específicamente del proyecto, se considerará indicador las quejas de los particulares vecinos de la zona en su caso.
Agua	<i>Calidad del agua</i>	La calidad del agua refleja los aportes desde la atmósfera, el suelo y las reacciones agua-roca (meteorización), así como las fuentes de contaminación tales como residuos sólidos urbanos y aguas residuales.	

Subsistema	Factor	Indicador de impacto	Descripción del Impacto ambiental
		<i>Cantidad de consumo de agua</i>	Se refiere al volumen de agua requerido para las diferentes actividades. Cantidad de agua adquirida para el consumo de los trabajadores.
		<i>Turbidez</i>	Se considera la presencia de partículas suspendidas que pueden derivarse de los trabajos programados en la zona costera y el área marina. En específico del proyecto se considera la generación de posible pluma de sedimentos en áreas adyacentes al proyecto.
Dinámica costera		<i>Relieve marino-costero</i>	Cambios en el relieve marino-costero por la extracción de arena para el llenado de los tubos de geotextil de la sección reforzada del muelle y/o la colocación de las estructuras ajenas al medio. Si bien el litoral es un elemento de cambio constante, este parámetro se refiere a un cambio en la topografía en la zona marina, que sea extraordinario con respecto a la dinámica natural, aun contemplando casos extremos como son los de tormenta.
		<i>Incidencia del oleaje</i>	Se consideran el efecto de la intensidad y el porcentaje de ocurrencia del oleaje.
Paisaje		<i>Calidad visual del paisaje</i>	Está conformado por elementos de percepción como las características intrínsecas del sitio, en términos de visibilidad y riqueza urbana y/o biológica, dependiendo del sitio donde se encuentre inmerso el proyecto. En este caso específico también se considera la calidad del fondo costero y marino en términos de visibilidad, riqueza biológica y seguridad.
Electricidad		<i>Consumo de energía</i>	Se refiere a la cantidad de energía eléctrica necesaria para operar las bombas para la succión arena y al compresor que dota de aire a los buzos.
Medio Biótico	Flora y Fauna	<i>Diversidad y abundancia</i>	Se refiere a la variedad de especies de fauna y flora encontradas en el área.

Subsistema	Factor	Indicador de impacto	Descripción del Impacto ambiental
Medio Socioeconómico	Fauna		En el cambio en su abundancia y diversidad.
		<i>Importancia</i>	Se refiere a las especies con algún estatus de importancia, tales como las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		<i>Distribución</i>	Se refiere a la disposición y ubicación de los ejemplares de especies marinas, para evitar su afectación con las obras del presente proyecto.
		<i>Movilidad</i>	Se refiere a la afectación de la movilidad de las especies de fauna de un lugar a otro.
	Población	<i>Sector laboral local</i>	En este elemento se encuentran los empleos directos temporales y permanentes para el desarrollo del proyecto y por otro lado también existe la generación de empleos indirectos como consecuencia de las transacciones de compraventa de insumos durante el proyecto.
		<i>Calidad de vida</i>	Este factor se refiere a la mejora en la calidad de vida de la población por consecuencia de un trabajo que aporte ingresos a la economía de los trabajadores.
<i>Transporte y flujo de tráfico terrestre y marítimo</i>		Movimiento adicional de vehículos. Tendrá un impacto sobre los sistemas actuales de transporte, así como un aumento en el riesgo de circulación para vehículos motorizados, bicicletas, peatones, etc.	
	<i>Aceptación del proyecto</i>	Se refiere al nivel de aceptación o rechazo del proyecto, considerando su importancia en la comunidad y efectos socioculturales. En específico del proyecto se refiere a los comentarios positivos o negativos de los visitantes, vecinos de la concesión o la comunidad en general por las obras.	
Economía	<i>Sector público</i>	Se refiere al beneficio por el pago de permisos para la operación del proyecto (servicios municipales, recaudación fiscal, etc.)	
	<i>Sector</i>	Se contempla el impacto en la	

Subsistema	Factor	Indicador de impacto	Descripción del Impacto ambiental
		<i>privado</i>	economía de este sector al desarrollarse tanto la etapa constructiva del proyecto como la de operación, así como todas las actividades generadas por el comercio y turismo.
		<i>Comercio</i>	En este rubro se contempla el impacto benéfico, ya que durante la construcción y operación del proyecto se requerirá de materiales e insumos.

V.2.2. Identificación de las acciones generadoras de impacto ambiental

Las acciones son todas aquellas actividades que se realizarán para la implementación del proyecto, éstas serán divididas en preliminares, Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

De acuerdo con la metodología propuesta, se realizó la identificación de las principales acciones del proyecto, así como sus indicadores y posibles impactos (Tabla V.3).

Tabla V. 3. Acciones del proyecto durante las etapas del desarrollo y su relación con los indicadores ambientales.

Etapas	Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental
Preparación del proyecto	Elaboración de estudios previos (MIA, levantamiento topográfico, etc.).	Sector laboral local	Generación de empleo temporal
		Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores
		Transporte y flujo de tránsito	Aumento de movilidad por la zona del proyecto
	Pago de permisos y autorizaciones previas al inicio de obras	Sector público	Derrama económica
		Sector privado	Derrama económica local
		Sector laboral	Generación de empleo temporal
Preparación del sitio	Contratación del personal	Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores
		Sector laboral	Generación de empleo temporal
	Habilitación de bodega provisional de materiales	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Calidad visual del paisaje	Seguridad en el área de trabajo
			Perturbación visual del paisaje

Etapa	Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental	
Construcción	Relocalización de fauna de lento desplazamiento	Diversidad de fauna	Relocalización de fauna marina de lento desplazamiento	
		Importancia	Salvaguardar especies en peligro	
		Distribución	Cambio en la distribución de los organismos	
	Delimitación de las áreas de trabajo	Calidad visual del paisaje	Seguridad en el área de trabajo	
			Perturbación visual del paisaje	
	Contratación de personal	Sector laboral	Generación de empleo temporal	
		Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores	
	Compra de materiales e insumos	Sector privado	Activación de la economía	
		Comercio	Activación de la economía: compraventa de insumos	
	Transportación y colocación de materiales y equipos	Calidad visual del paisaje	Inserción de un elemento ajeno al medio	
		Sector laboral	Generación de empleo temporal	
		Sector privado	Derrama económica local	
		Transporte y flujo de tráfico	Aumento de movilidad por la zona del proyecto	
	Hincado de pilotes de madera	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos	
		Cambios en topografía	Modificación del relieve marino-costero	
Confort sonoro		Generación de ruido		
Calidad del aire		Emisiones a la atmósfera		
Calidad del agua		Generación de residuos sólidos		
Turbidez		Suspensión de sedimentos finos		
Relieve marino-costero		Modificación del relieve		
Incidencia de oleaje		Disminución en la intensidad de oleaje		
Calidad visual del paisaje		Inserción de elementos ajenos al medio		
Diversidad y abundancia de Flora marina		Cambio en la diversidad		
Distribución de flora marina		Fragmentación de parches		
Diversidad y abundancia de Fauna marina		Cambio en la abundancia y por ende en la diversidad		
Distribución de fauna	Aumento en su			

Etapa	Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental
Operación y mantenimiento	Colocación de elementos de madera (tabloides, cubiertas, duques de alba, etc.) de las diferentes estructuras.	marina	distribución
		Movilidad de fauna	Disminución de sus rangos de desplazamiento
		Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Confort sonoro	Generación de ruido
	Colocación de instalaciones eléctricas e hidráulicas	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos
		Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Confort sonoro	Generación de ruido
	Uso de insumos	Calidad del agua	Generación de residuos sólidos
		Sector privado	Incremento en la demanda de insumos
		Comercio	Activación de la economía: compraventa de insumos
		Energía eléctrica	Consumo energético, durante la obra
		Cantidad de consumo de agua	Incremento en la demanda de agua durante la construcción
	Retiro de equipo y limpieza del área	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Calidad visual del paisaje	Mejora del paisaje
	Contratación de personal	Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Sector laboral	Generación de empleo temporal
	Funcionamiento de las obras	Calidad de vida	Mejora en la calidad de vida de los trabajadores
		Incidencia del oleaje	Disminución en la intensidad del oleaje
Calidad visual del paisaje		Mayor atractivo turístico	
Diversidad y abundancia de Flora marina		Cambio en la diversidad	
Distribución de flora marina		Aumento en su distribución	
Diversidad y abundancia de Fauna marina		Cambio en la abundancia y por ende en la diversidad	
Distribución de fauna marina		Aumento en su distribución	
Movilidad de fauna		Aumento de sus rangos de desplazamiento	
Uso de las obras	Sector público	Pago de permisos	
	Sector privado	Incremento de visitantes al	

Etapa	Acción	Indicador Ambiental	Impacto ambiental
			sitio
		Aceptabilidad del proyecto	Aprobación por parte de la localidad
		Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Confort sonoro	Generación de ruido
		Calidad del agua	Generación de residuos sólidos
		Turbidez	Suspensión de sedimentos finos
		Relieve marino	Modificación temporal del relieve marino
		Calidad visual del paisaje	Mayor atractivo turístico
		Sector privado	Incremento en la demanda de insumos
		Consumo de energía eléctrica	Consumo energético, durante las actividades de mantenimiento
		Cantidad de consumo de agua	Incremento en la demanda de agua durante las actividades de mantenimiento
		Contaminación del suelo	Generación de residuos sólidos
		Comercio	Compraventa de insumos
	Actividades de mantenimiento de las estructuras		
	Uso de insumos		

V.3. Valoración de los impactos

Utilizando la matriz modificada de Leopold, se realizó el análisis de los impactos en cada una de las etapas del proyecto, considerando 19 acciones sobre 10 factores, agrupados en tres subsistemas ambientales. La evaluación se realizó en dos partes:

1. La valoración de los impactos del proyecto con los criterios de intensidad, extensión, duración, periodicidad y carácter (Tabla V.4).
2. La evaluación de los impactos del proyecto con los indicadores de magnitud e importancia (Tabla V.5).

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular
Muelle Caveri 2

Tabla V. 4. Valoración de impactos por Matriz modificada de Leopold (A).

PROYECTO: Ampliación de muelle 2																										
Subsistema	Factor	Indicadores ambientales				Etapa																				
Criterios de evaluación de los impactos						Preparación del proyecto		Preparación del sitio			Construcción						Operación y mantenimiento									
Intensidad	Insuficiente	I	Carácter	Negativo		Elaboración de estudios previos	Pago de permisos y autorizaciones previas	Contratación de personal	Habilitación de bodega provisional	Relocalización de fauna de lento desplazamiento	Delimitación de áreas de trabajo	Contratación de personal	Compra de materiales e insumos	Transportación y colocación de materiales y equipos	Hincado de pilotes	Colocación de otros elementos de madera (tablones, duques de alba, etc.)	Colocación de instalaciones eléctricas e hidráulicas	Uso de insumos	Retiro de equipo y limpieza	Contratación de personal	Funcionamiento de las obras	Uso de las obras	Actividades de mantenimiento de las estructuras	Uso de insumos		
	Significativo	S		Benéfico																						
Extensión	Predio	P	Negativo Mitigable																							
	Localidad	L																								
Duración	Fijo	F	Periodicidad	De	Discontinuo																					
	Temporal	T		C	Continuo																					
	Fugaz	Z																								
ABIÓTICO	Suelo	Contaminación de suelo							IP F Dc						IP Z Dc	IP Z Dc	IP Z Dc	IP T Dc	IP Z Dc				IP Z Dc	IP T Dc		
		Topografía														IP F C										
	Atmósfera	Calidad del aire														IP Z Dc										
		Confort sonoro														IP Z Dc	IP Z Dc	IP Z Dc							IP Z Dc	
	Agua	Calidad del agua														IP Z Dc	IP Z Dc	IP Z Dc							IP Z Dc	
		Cantidad de agua																	IP T Dc							IP T Dc
		Turbidez														IP Z Dc										IP Z Dc
	Dinámica costera	Relieve marino-costero														IP T C									SP F C	
		Incidencia del oleaje														SP T C										SP F C
	Paisaje	Calidad visual							IP F Dc		SP T Dc				IL T Dc	IP T Dc				SP F C					SP F C	
Electricidad	Consumo de energía																	IP T Dc						IP T Dc		
BIÓTICO	Fauna	Diversidad y abundancia								IL Z Dc						IP F Dc								SP F C		
		Importancia								IL Z Dc						IP F Dc									SP F C	
		Distribución								IL Z Dc						IP F Dc									SP F C	
		Movilidad														IP T Dc										SP F C
	Flora	Diversidad y abundancia														IP T Dc									SP F C	
		Importancia														IP T Dc										SP F C
	Distribución														IP T Dc									SP F C		
SOCIO-ECONÓMICO	Población	Sector laboral local				SL T Dc	SL T Dc	SL T Dc					SL T Dc		IL T Dc									SL T Dc		
		Calidad de vida				SL T Dc	SL T Dc	SL T Dc					SL T Dc												SL T Dc	
		Transporte y flujo de tránsito				SP T Dc									IL T Dc											
		Aceptación del proyecto																							SL F C	
	Economía	Sector público				SL T Dc	SL T Dc																		SL F Dc	
		Sector privado				SL T Dc								SL T Dc	IL T Dc					IP T Dc					SP F Dc	IP T Dc
		Comercio												SL T Dc						IP T Dc						IP T Dc

En el cuadro de la Matriz modificada de Leopold A y B se resumen los resultados donde se identifican 78 impactos producto de 19 acciones.

En la Tabla V. 6 se describen a detalle las acciones que se realizarán durante el desarrollo del proyecto, así como los impactos que se generarán sobre cada uno de los indicadores ambientales.

Tabla V.6. Descripción de la valoración de los impactos por acción

Etapa	Acción	Elaboración de estudios previos	
Preparación del proyecto	Descripción	<p>Como parte del proceso para la obtención de las autorizaciones y permisos conducentes para la edificación del presente proyecto, se llevan a cabo la elaboración de diversos estudios ambientales y propios de la estructura del predio donde el proyecto se llevará a cabo. Para esta acción se da la contratación de personal capacitado para la elaboración de dichos estudios, con ello se dará la mejora de la calidad de vida de los empleados, un aumento en la movilidad por la zona del proyecto. Todo esto conlleva a los últimos dos impactos (d y e).</p> <p>Estos impactos se consideran de carácter benéfico cuya extensión es a nivel localidad (con excepción del indicador de transporte y flujo en el cual es por la zona del proyecto), debido a que las personas a contratar deben ser de la misma localidad; son de intensidad significativo, duración temporal y periodicidad discontinua, ya que esto solo es por período de tiempo.</p>	
	Indicadores	Sector laboral local Calidad de vida Transporte y flujo de tránsito Sector público Sector privado	Impactos a) Generación de empleo temporal b) Mejora en la calidad de vida de los trabajadores c) Aumento de movilidad por la zona del proyecto d) Derrama económica e) Derrama económica local
	Acción	Pago de permisos y autorizaciones previas al inicio de obras	

Descripción	<p>Para el ingreso a la debida y correcta evaluación en materia de impacto ambiental de los estudios previos a realizar, se debe de realizar ciertos pagos para dicha gestión por las dependencias gubernamentales correspondientes. Esto provocará una derrama económica propia del gobierno local.</p> <p>Aunado a lo anterior, esto contribuye al mantenimiento del empleo gubernamental y por ende a una mejora en la calidad de vida de los empleados. Estos impactos son calificados con carácter benéfico, como significativos, con extensión en la localidad, de duración temporal y discontinuo.</p>		
Indicadores	Sector laboral Calidad de vida Sector público	Impactos	<ul style="list-style-type: none"> a) Generación de empleo temporal b) Mejora en la calidad de vida de los trabajadores c) Derrama económica
Acción	Contratación del personal		
Descripción	<p>Para la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la contratación del tipo de persona capacitada para dicha etapa del proyecto, lo cual llevará a una mejora de la calidad de vida de los empleados.</p> <p>Estos impactos poseen un carácter benéfico, significativo para la localidad, temporal y discontinuo, ya que solo es por el momento de la etapa de preparación del sitio.</p>		
Indicadores	Sector laboral Calidad de vida	Impactos	<ul style="list-style-type: none"> a) Generación de empleo temporal b) Mejora en la calidad de vida de los trabajadores
Acción	Habilitación de bodega provisional de materiales		
Descripción	<p>En el mismo predio donde se llevará a cabo del proyecto, se instalará una bodega de dimensiones pequeñas. Esta fungirá como almacén de herramientas menores y materiales propios de la actividad, como lo pueden ser los tubos geotextiles, mangueras, etc. Con ello se trata de minimizar la contaminación visual que el paisaje del sitio tendrá con la inserción de este.</p> <p>Asimismo, se implementa como seguridad en el área de trabajo para mantener el orden necesario y así como también se implementa como medida necesaria para mitigar la</p>		

Preparación del sitio

contaminación hacia el suelo al mantener un orden adecuado con los materiales pertinentes. En este mismo sentido, dicha bodega contará con las medidas necesarias para evitar que en caso se utilizaran materiales líquidos o sólidos pudieran contaminar el suelo.

Estos impactos son calificados con carácter negativo mitigable, de intensidad insignificante, extensión en el predio, de duración fugaz y discontinuo.

Indicadores	Contaminación del suelo Calidad visual del paisaje	Impactos	a) Generación de residuos sólidos b) Seguridad en el área de trabajo c) Perturbación visual del paisaje
Acción	Relocalización de fauna de lento desplazamiento		
Descripción	La presente acción se llevará a cabo tanto en la preparación del sitio, así como durante la construcción y las labores de mantenimiento del sitio. Previo a cada una se realizará un monitoreo para identificar la fauna pertinente y se trasladará a los organismos bentónicos al sitio más cercano, que tenga los elementos ambientales que requieran y con características similares a las del área de origen sin perturbaciones cercanas parecidas a las del proyecto.		
	Se llevarán a cabo actividades de inspección de la zona de influencia previa a la colocación de la tubería para el bombeo de arena y durante el desarrollo de las obras. Debido a que no se pretende llevar a dichos organismos fuera de la localidad, se considera que el cambio de su distribución, así como su posible extinción por esta acción no será determinante para su especie.		
Indicadores	Diversidad de fauna Importancia Distribución	Impactos	a) Relocalización de fauna marina de lento desplazamiento b) Salvaguardar especies en peligro c) Cambio en la distribución de los organismos
Estos impactos son calificados con carácter benéfico, a una extensión de localidad, de duración fugaz y periodicidad discontinua.			

Acción		Delimitación de las áreas de trabajo	
Descripción	<p>Se prevé colocar diversos tipos de materiales para hacer claro que en la zona se encuentra gente trabando en obras. Esto consistirá en la señalética adecuada, la cual alguna de esta será temporal. Por ejemplo, para el área terrestre se usará señalética prohibitiva, de advertencia, sobre el cuidado del medio ambiente, se acordonará ciertos sitios evitando el paso de personas ajenas al proyecto, entre otros. Mientras que en el área marina se colocarán boyas y banderines de seguridad, así como las mallas de geotextil pertinentes lo cual ayudará a que el turista y tránsito marino identifique que debe apartarse del área.</p> <p>Por estas razones, el impacto de esta actividad se considera discontinuo pero significativo. Debido a la importancia de delimitar el área donde se desarrollará el proyecto, se considera a esta acción como benéfica a pesar de la inserción y mala calidad del paisaje que en su momento se observará, sin embargo, es temporal, solo ocupará parte del predio y zona de trabajo, y es para un bien mayor hacia personas ajenas al proyecto.</p>		
Indicadores	Calidad visual del paisaje	Impactos	a) Seguridad en el área de trabajo b) Perturbación visual del paisaje
Construcción del proyecto	Acción		Contratación de personal
	Descripción	<p>Se dará la continuación de las personas que fueron empleadas desde la preparación del sitio, siempre que demuestren tener habilidad y experiencia en los trabajos concernientes a la construcción del proyecto. De la misma forma se contratarán a nuevos empleados en caso de ser necesario.</p> <p>Estos impactos poseen un carácter benéfico, significativo para la localidad, temporal y discontinuo, ya que solo será por el tiempo de la construcción del sitio.</p>	
	Indicadores	Sector laboral Calidad de vida	Impactos
			a) Generación de empleo temporal b) Mejora en la calidad de vida de los trabajadores
	Acción		Compra de materiales e insumos
Descripción	Debido a que la compra de insumos se dará con proveedores de la región y/o localidad, esto ayudará al flujo económico.		

	El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo y significativo debido que involucra la adquisición de materiales e insumos específicos y especiales para el desarrollo del proyecto.		
Indicadores	Sector privado Comercio	Impactos	Activación de la economía: compraventa de insumos
Acción	Transportación y colocación de materiales, maquinaria y equipos		
Descripción	<p>Para la realización del proyecto es indispensable tomar en cuenta el traslado y colocación en el área de trabajo de los materiales a utilizar. Esta acción promueve la contratación de servicios de maquinaria para el transporte, contribuyendo así a la derrama económica local, con la contratación de empresas dedicadas a este tipo de actividades tanto en la parte terrestre como en el área marina. A pesar de que se considera como impacto la inserción de elementos ajenos al medio (paisaje), estos serán almacenados como es debido dentro de la bodega provisional hasta su uso pertinente.</p> <p>Debido a lo anterior, estos impactos se califican con intensidad insignificante, extensión local, de duración temporal, periodicidad discontinua, mientras que, con carácter benéfico para el sector laboral y el privado, para el flujo de tráfico y la calidad visual del paisaje se califica como negativo mitigable.</p>		
Indicadores	Calidad visual del paisaje Sector laboral Sector privado Transporte y flujo de tráfico	Impactos	<p>a) Inserción de un elemento ajeno al medio</p> <p>b) Generación de empleo temporal</p> <p>c) Derrama económica local</p> <p>d) Aumento de movilidad por la zona del proyecto</p>
Acción	Hincado de pilotes de madera		
Descripción	<p>Durante el hincado de pilotes de las diferentes estructuras será necesario realizar perforaciones o la excavación de la arena mediante equipos de inyección de agua a presión, esto a través de mangueras de 6 a 8 pulgadas, así como de bombas hidráulicas.</p> <p>Estas acciones generarán impactos diversos enumerados del inciso a) al m), tales como el ruido, emisiones a la atmósfera, suspensión de sedimentos finos, la posible</p>		

contaminación por generación de residuos, etc.

En su mayoría estos impactos han sido calificados como negativos mitigables, siendo que para minimizarlos se implementarán las medidas necesarias. Algunas de ellas radican en la implementación de malla geotextil a manera de corral, es decir, con cuatro paredes por cada pilote. Asimismo, el llenado de combustible para la maquinaria pesada a utilizarse se llevará a cabo cuando este se encuentre fuera de la zona de trabajo y tomando las precauciones necesarias contra derrames. Una medida más es el verificar que dicha maquinaria pesada se encuentre con el mantenimiento adecuado y en buen funcionamiento llevado a cabo por la empresa a contratar, esto para evitar generación de ruido, humo y mal desempeño, tomando en cuenta el impacto sobre la calidad del aire.

La duración de esta acción se califica como fugaz para los primeros cinco indicadores enlistados abajo, así como su periodicidad se califica de manera discontinua para 13 de los 15 y con una intensidad insignificante ya que se realizarán en un corto tiempo y tras el término de esta acción la afectación desaparecerá. Aunado a lo anterior, la extensión de todos los impactos es tan solo al predio.

Con respecto a la flora marina, los parches de los pastos marinos encontrados se verán fragmentados, sin embargo, dada su alta tasa de crecimiento y una vez que los trabajos en la zona se terminen, esta se recuperará tanto en su diversidad y abundancia, así como en su distribución. Mientras que, para la fauna marina, al momento en que los trabajadores se encuentren en plena función de esta acción, la fauna circundante no podrá desplazarse por los sitios donde se llevan a cabo las obras y su motilidad por el sitio tendrá que cambiar. Este será un impacto fugaz y que se ve compensado posteriormente ya que los pilotes, tienden a fungir con el tiempo como zona de alimentación y refugio para diversas especies marinas lo que ayudará al aumento de la abundancia y diversidad.

El impacto en dos indicadores, relieve marino- costero e incidencia del oleaje se calificó con intensidad insignificante el primero mientras que el segundo como significativa, carácter benéfico, duración temporal y continuo. El primero se recuperará con la acción natural de depositación de sedimentos dada por las corrientes, mientras que el segundo ayudará a minimizar el impacto o intensidad de las olas sobre

las playas dando un mayor atractivo turístico a la zona.		
Indicadores	<p>Contaminación del suelo</p> <p>Cambios en topografía</p> <p>Confort sonoro</p> <p>Calidad del aire</p> <p>Calidad del agua</p> <p>Turbidez</p> <p>Relieve marino-costero</p> <p>Incidencia de oleaje</p> <p>Diversidad y abundancia de Flora marina</p> <p>Distribución de flora marina</p> <p>Diversidad y abundancia de Fauna marina</p> <p>Distribución de fauna marina</p> <p>Motilidad de fauna</p>	Impactos
		<p>a) Generación de residuos sólidos</p> <p>b) Modificación del relieve marino-costero</p> <p>c) Generación de ruido</p> <p>d) Emisiones a la atmósfera</p> <p>e) Generación de residuos sólidos</p> <p>f) Suspensión de sedimentos finos</p> <p>g) Modificación del relieve</p> <p>h) Disminución en la intensidad de oleaje</p> <p>i) Cambio en la diversidad</p> <p>j) Fragmentación de parches</p> <p>k) Cambio en la abundancia y por ende en la diversidad</p> <p>l) Aumento en su distribución</p> <p>m) Disminución de sus rangos de desplazamiento</p>
Acción	Colocación de elementos de madera (tabloides, cubiertas, duques de alba, etc.) de las diferentes estructuras.	
Descripción	<p>Una vez colocados los pilotes del muelle, se procederá a la colocación de los tabloides de la cubierta, cargadores y vigas tanto de las pasarelas del muelle como de los denominados peines. Estas acciones requieren el uso de herramientas que generarán ruido tales como motosierras y taladros, lo que provocará un impacto insignificante. Para mitigar el efecto, la operación del equipo estará limitada a una jornada laboral de 8 h durante el día.</p> <p>El material para utilizar será madera dura de la región, surtida por un proveedor local autorizado. Llegará al sitio del proyecto cortada en medidas de acuerdo con el diseño, por lo que no se realizarán trabajos mayores en campo, sino</p>	

ajustes mínimos de manera ocasional.

Los restos generados por dichos cortes tendrán un impacto fugaz y discontinuo. Para mitigar dicha actividad se colocarán lonas o mamparas para el control del viento que disemina las partículas, recipientes como botes de plástico para atrapar estas partículas antes de dispersarse y mallas antidispersión para contener en caso de que caigan residuos al agua.

Todos los residuos sólidos que se generarán durante los trabajos serán recogidos convenientemente y se depositarán en los sitios de acopio de materiales de desecho. Posteriormente, su final disposición se le dará por el servicio de limpia municipal. Los desechos con sustancias peligrosas que se generan durante esta acción generalmente son estopas con thinner. La recolección de los residuos peligrosos se realizará en envases debidamente etiquetados; el transporte y su disposición final se realizarán periódicamente y se llevará a cabo por una empresa certificada por las autoridades ambientales.

El combustible para motosierras se surtirá fuera de la playa y se tomarán las medidas de precaución para evitar derrames. El requerimiento de combustible para la operación de motosierra es de muy bajo volumen y se manejará en recipientes pequeños y herméticos fáciles de manejar.

Estos impactos se catalogan como negativos mitigables, cuya intensidad es insignificante en cuanto al área del proyecto. Se prevé que las estructuras permanezcan indefinidamente, sin embargo, por realizarse con materiales no permanentes (de acuerdo con la normatividad aplicable), está sujeto a las inclemencias del ambiente, por lo cual se considera de duración temporal.

Indicadores	Contaminación del suelo Confort sonoro Calidad del agua	Impactos	a) Generación de residuos sólidos b) Generación de ruido c) Generación de residuos sólidos
Acción	Colocación de instalaciones eléctricas e hidráulicas		
Descripción	Posterior a la colocación de duques de alba, las cubiertas respectivas del muelle pasarela y los llamados peines, se dará la colocación de instalaciones tanto eléctricas como hidráulicas para proveer de dichos servicios a las embarcaciones futuras del proyecto. Para este fin se utilizará tubería de pvc en la cual correrán los cables eléctricos y/o		

tubería pertinente. Esta acción requerirá de realizar cortes a dichos tubos de pvc usando pequeñas sierras y taladros. Se generarán residuos sólidos mínimos para ello y se utilizarán medidas de mitigación como la colecta de dichos residuos al momento de generarlos y su debida disposición en contenedores cuya disposición final será dada por el servicio de limpia municipal.

Estos impactos se catalogan con carácter negativos mitigables, cuya intensidad es insignificante con extensión al área del proyecto. Se prevé que las estructuras permanezcan indefinidamente, sin embargo, por realizarse con materiales no permanentes (de acuerdo con la normatividad aplicable), está sujeto a las inclemencias del ambiente. Las acciones para la colocación de estas instalaciones se consideran de duración fugaz y por dicha razón también con periodicidad discontinua.

Indicadores	Contaminación del suelo Confort sonoro Calidad del agua	Impactos	a) Generación de residuos sólidos b) Generación de ruido c) Generación de residuos sólidos
Acción	Uso de insumos		
Descripción	<p>Se dará un incremento en la demanda de insumos en el área del proyecto, lo cual se considera benéfico, significativo para la extensión del predio y temporal y discontinuo.</p> <p>El servicio de energía eléctrica será provisto a través de una planta generadora portátil. Se rentarán sanitarios a los cuales se les dará mantenimiento diario para asegurar las condiciones de higiene, por lo tanto, se prescindirá de infraestructura temporal para dichas acciones.</p> <p>El impacto se considera mitigable, discontinuo e insignificante para el manejo y disposición final de residuos, consumo de agua y energía, ya que serán actividades que solo serán requeridos la duración de la construcción del proyecto.</p>		
Indicadores	Sector privado Energía eléctrica Cantidad de consumo de agua Contaminación del suelo	Impactos	a) Activación de la economía: compraventa de insumos b) Incremento en la demanda de insumos

				c) Consumo energético, durante la obra
				d) Incremento en la demanda de agua durante la construcción
				e) Generación de residuos sólidos
	Acción	Retiro de equipo y limpieza del área		
		Una vez finalizados los trabajos de la etapa de construcción del proyecto, se procederá a retirar los equipos y materiales del área de playa y se realizará la limpieza pertinente, dando la disposición final adecuada.		
	Descripción	El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo y significativo debido a que se retirarán los elementos de la obra que ocupaban un espacio en el sitio. Sin embargo, por el retiro y limpieza de residuos, materiales y equipos se considera también como una actividad negativa mitigable a corto tiempo, es decir, de duración fugaz.		
	Indicadores	Calidad visual del paisaje Contaminación del suelo	Impactos	a) Mejora del paisaje b) Generación de residuos sólidos
Operación y mantenimiento	Acción	Contratación de personal		
	Descripción	Durante el mantenimiento del proyecto se realizará la contratación de personal capacitado. El impacto de esta actividad se considera benéfico, discontinuo o también considerado periódicamente, con extensión a localidad y significativo debido a la recurrencia en la derrama económica local que se dará por la generación de empleos.		
	Indicadores	Sector laboral Calidad de vida	Impactos	a) Generación de empleo temporal b) Mejora en la calidad de vida de los trabajadores
	Acción	Funcionamiento de las obras		
	Descripción	El objetivo del proyecto es la ampliación de un muelle rústico de madera el cual pueda ofrecer servicios a un número mayor de embarcaciones, así como a los visitantes para que tengan la posibilidad de contar con un área de atraque, alternativas de descanso y esparcimiento después de realizar actividades acuáticas en las inmediaciones, favoreciendo a la mejora del atractivo turístico en el sitio.		

El impacto de esta actividad se considera benéfico, continuo y significativo principalmente porque se contará con un espacio seguro para ocupaciones complementarias subacuáticas de nado o buceo libre en una zona debidamente señalizada, que brinde protección y seguridad a los visitantes. De la misma forma, la incidencia del oleaje será atenuada por las obras, así como también la calidad del paisaje estará acorde al primer proyecto ya existente, lo que dará mayor atractivo turístico a la zona.

Por otro lado, con el tiempo, la distribución de la flora y fauna será restituida y ampliada, por ende, su diversidad y abundancia también, esto, toda vez que se ha encontrado que este tipo de obras suelen fungir como hábitat de especies donde encuentran también refugio y alimento, se ha observado también que se dan eventos naturales como la sucesión de especies en las mismas obras. Es por ello que los impactos concernientes a los indicadores de la flora y fauna se califican benéficos, fijos, continuos y significativos durante esta etapa del proyecto.

Indicadores	Incidencia del oleaje Calidad visual del paisaje Diversidad y abundancia de Flora marina Distribución de flora marina Diversidad y abundancia de Fauna marina Distribución de fauna marina Movilidad de fauna	Impactos	a) Disminución en la intensidad del oleaje b) Mayor atractivo turístico c) Cambio en la diversidad d) Aumento en su distribución e) Cambio en la abundancia y por ende en la diversidad f) Aumento en su distribución g) Aumento de sus rangos de desplazamiento
Acción	Uso de las obras		
Descripción	Las obras del presente proyecto serán utilizadas por embarcaciones con diversos fines, que al final, radican en dar atención a visitantes o turistas que se apersonen. Estas obras permitirán la afluencia náutica y marítima pertinente para el poder alcanzar otros sitios submarinos de atractivos turísticos que se desarrollan en la localidad, desde la Isla de Cozumel y sus arrecifes, por ejemplo, o más localmente		

museos submarinos de arte (i. e. MUSA). Adicionalmente, este tipo de obras con el tiempo, ayudan a evitar la erosión de las playas y mejoran la depositación de los sedimentos pertinentes en las mismas, lo cual generará una mejora visual. Todo esto acarreará la aceptación del proyecto por parte de la población con el tiempo y de manera continua, fija significativa y a nivel de localidad con un carácter benéfico.

El uso de las mismas obras generará, discontinuamente, pero de manera periódica, que el promovente del proyecto, así como lo que aplique con respecto al uso de dichas obras, realice el pago pertinente de ciertos permisos solicitados por Ley. Esto es benéfico de manera local, así como significativo. Adicionalmente, el sector privado podrá generar con el uso de estas obras mayor capacidad de atención a visitantes, por lo cual, esto se calificó como benéfico, significativo a nivel del predio y fijo. Se califican también como discontinuo ya que la afluencia puede variar acorde a los períodos vacacionales.

Indicadores	Sector público	Impactos	a) Pago de permisos
	Sector privado		b) Incremento de visitantes al sitio
	Aceptabilidad del proyecto		c) Aprobación por parte de la localidad

Acción	Actividades de mantenimiento de las estructuras
---------------	--

Descripción	Debido a que el material a utilizar en la obra es en su mayoría madera dura de la región, las inclemencias del clima, así como el uso y tiempo hará necesario el mantenimiento discontinuo pero periódico de dicho material. Para esto se generará ciertos residuos sólidos que impactarán la calidad del agua y del suelo de manera puntual, sin embargo, se utilizarán ciertas medidas de manejo y mitigación para evitar o minimizar la contaminación. Estas medidas consisten en ir almacenando enseguida dichos residuos se generen, en los depósitos correspondientes bien etiquetados. Esto será descrito en el siguiente capítulo con detalle.
--------------------	--

Para lo anterior, se hará uso de materiales como taladros, bomba de presión hidráulicas, que impactarán en la turbidez del agua (suspensión de sedimentos finos) y en generación de ruido. Todos estos impactos son calificados como negativos mitigables, ya que poseen medidas al respecto, como mallas antidispersión, entre otros. También se calificaron como discontinuos, fugaces, a nivel de predio y con intensidad insignificante.

		Mientras que los impactos en el relieve marino-costero y la calidad visual paisajística son considerados como benéficos, significativos, fijos, continuos a nivel del predio ya que mejorará el atractivo turístico y dichas obras ayudarán a la depositación de sedimentos evitando la erosión de las playas aledañas.	
Indicadores	Contaminación del suelo Confort sonoro Calidad del agua Turbidez Relieve marino Calidad visual del paisaje	Impactos	a) Generación de residuos sólidos b) Generación de ruido c) Suspensión de sedimentos finos d) Modificación temporal del relieve marino e) Mayor atractivo turístico
Acción	Uso de insumos		
Descripción	Se dará un incremento en la demanda de insumos en el área del proyecto, lo cual se considera benéfico, insignificante para la extensión del predio, temporal y discontinuo, esto para los indicadores del sector privado y el comercio. El impacto se considera negativo mitigable, discontinuo e insignificante para el manejo y disposición final de residuos y energía, ya que serán actividades que serán requeridos durante la operación del proyecto. Sin embargo, se considera negativo no mitigable para el consumo de agua que se utilizará en dicha etapa de operación y mantenimiento. A pesar de esto, se considera de intensidad insignificante por la naturaleza del proyecto (operación y mantenimiento de un muelle hecho con madera dura de la región).		
Indicadores	Sector privado Consumo de energía eléctrica Cantidad de consumo de agua Contaminación del suelo Comercio	Impactos	a) Incremento en la demanda de insumos b) Consumo energético, durante las actividades de mantenimiento c) Incremento en la demanda de agua durante las actividades de mantenimiento

- d) Generación de residuos sólidos
- e) Compraventa de insumos

V.4. Conclusión de la valoración de los impactos

De acuerdo con la metodología aplicada y su análisis, se encuentra que el proyecto en sus tres etapas se mantendrá realizando un total de diecinueve acciones, las cuales generarán 78 impactos (Tabla V.7).

Tabla V.7. Cantidad de impactos a generarse por subsistema y cada etapa del proyecto

Subsistema	Carácter*	Total	Preparación proyecto/sitio	Construcción	Operación y Mantenimiento
Medio abiótico	+	8	1	3	4
	-	1	0	0	1
	-m	26	2	18	6
Medio biótico	+	10	3	0	7
	-	0	0	0	0
	-m	7	0	7	0
Medio socio-económico	+	25	10	8	7
	-	0	0	0	0
	-m	1	0	1	0
Total		78	16	37	25

*Carácter del impacto: + = benéfico; - =Negativo No Mitigalbe; -m = Negativo Mitigable

Se observó un solo impacto negativo no mitigable mientras que los demás son impactos de carácter benéficos y negativos mitigables. Esto al comparar las características de los subsistemas (medio abiótico, biótico y socio-económico) del área del proyecto y su sistema ambiental (SA), definido previamente, a través de la metodología de la matriz de Leopold Modificada. Un porcentaje del 55.1% de los impactos (43) son de carácter benéfico, un 44.9% (34) son negativos mitigables y solo 1.3% es negativo no mitigable (1). Esto se traduce también en que un total de 35 impactos (45%) serán recibidos por el medio abiótico, 17 por el medio biótico (22%), y 26 por el socio-económico (33%) (Figura V.1).

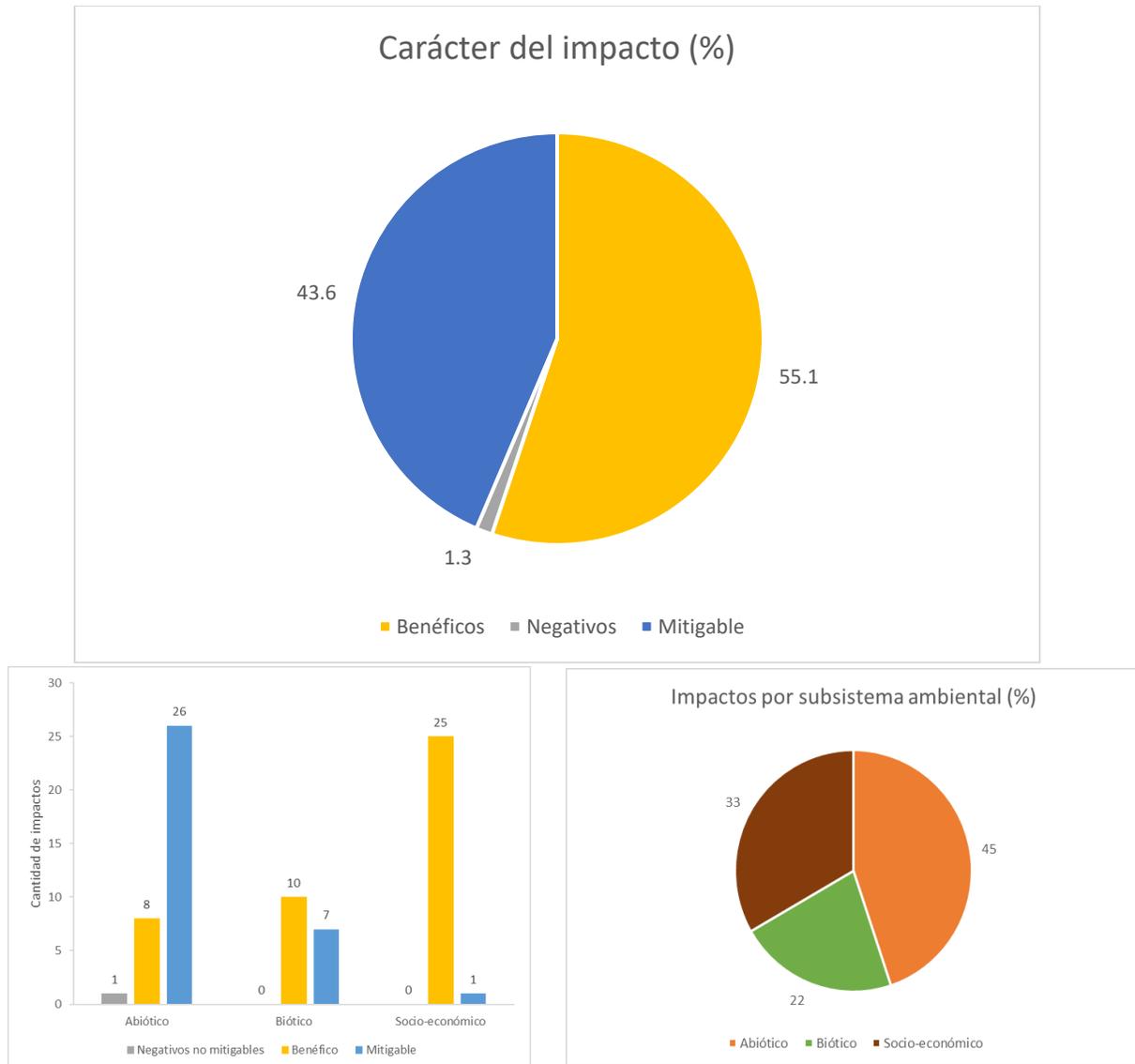


Figura 91.- Total de impactos generados en porcentaje (arriba) y por cada subsistema ambiental evaluado (abajo izquierda) y su porcentaje (abajo derecha).

Consecuentemente, un total de 16 de los impactos son generados durante la etapa de preparación del proyecto y del sitio, 37 en la etapa de construcción y 25 en la de operación y mantenimiento (Figura 93).

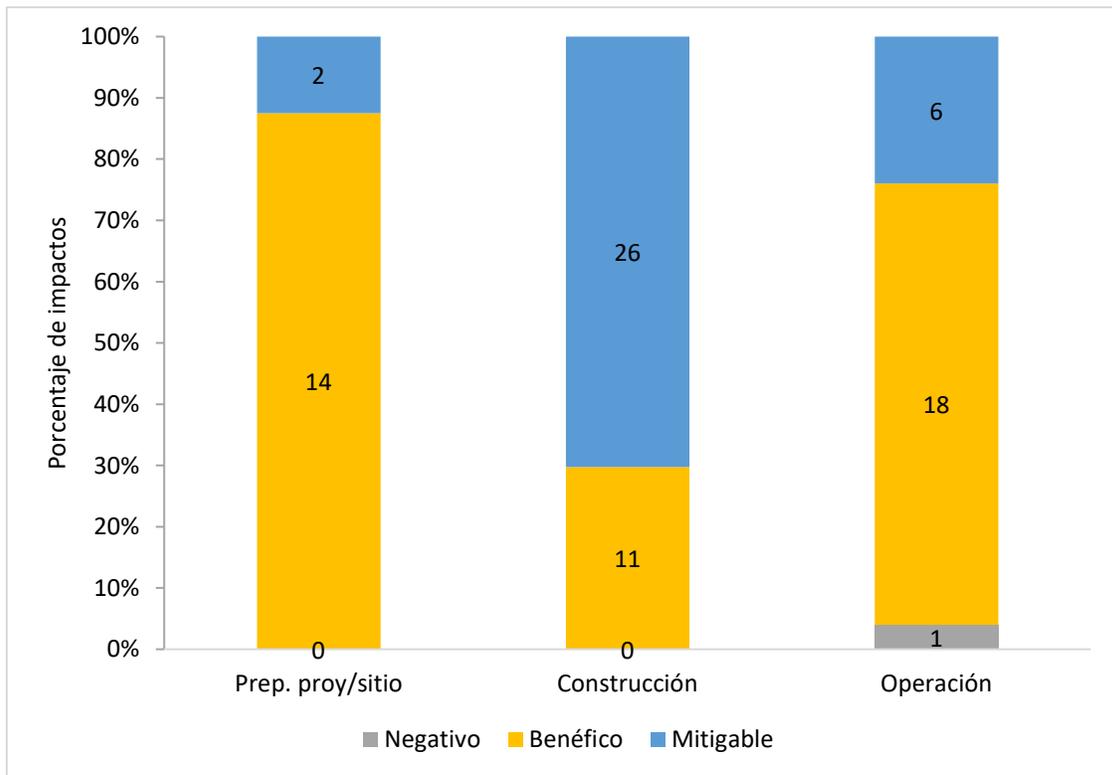
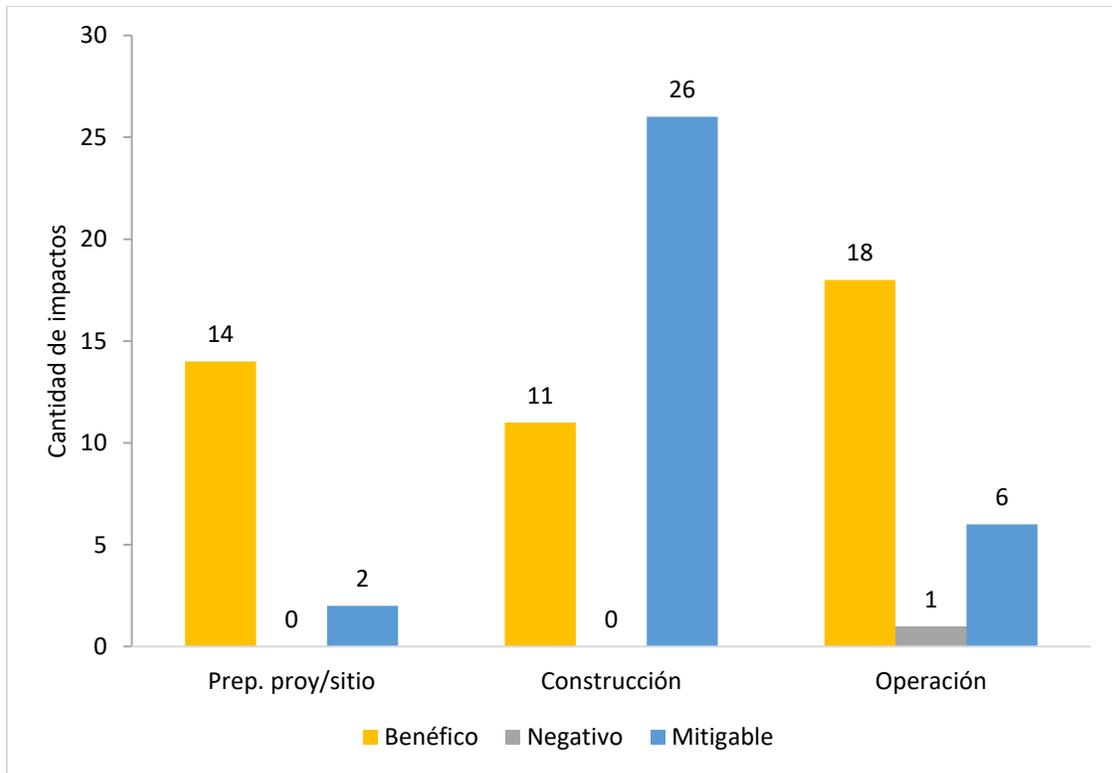


Figura 92.- Cantidad de impactos generados por cada etapa del proyecto (arriba) y su porcentaje (abajo).

El resumen de la cantidad de impactos generados y su carácter (benéfico, negativo no mitigable y mitigable) se observa en la **Tabla V. 8**.

Tabla V.8. Resumen de impactos generados al ambiente por la operación del proyecto.

Factores ambientales	Total de impactos			Total
	+*	-*	M*	
Medio abiótico	8	1	26	35
Medio biótico	10	0	7	17
Medio Socioeconómico	25	0	1	26
Totales	43	1	34	78

*Carácter del impacto: + = benéfico; - =Negativo No Mitigable; M = Negativo Mitigable.

Como se puede apreciar en la tabla, los impactos benéficos serán los dominantes, en menor cantidad se darán los impactos que son negativos pero que tienen medidas pertinentes de mitigación, los cuales serán descritos a detalle en el siguiente capítulo. Cabe mencionar que solo existirá un impacto negativo no mitigable concerniente al uso de este insumo durante la etapa de operación y mantenimiento para el indicador de cantidad de agua, al factor agua y subsistema abiótico.

Los impactos negativos mitigables recaen con mayor frecuencia en los indicadores del subsistema abiótico tales como en los factores del agua, la atmósfera y el suelo. A pesar de esto, el hecho de ser mitigables hace viable la implementación del proyecto “Muelle Caveri 2”.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 30 indica:

“...para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de

mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente...”.

En este sentido y en cumplimiento a lo establecido por el Artículo 30 de la LGEEPA, en este capítulo se detallan las estrategias para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que podrían ser generados por el desarrollo y construcción del proyecto “Muelle Caveri II”, los cuales fueron identificados, descritos y evaluados en el capítulo anterior.

I.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Las medidas generales que se aplicarán durante el desarrollo de la etapa de operación del presente proyecto son las siguientes:

1. Los trabajos se realizarán exclusivamente en el sitio de pretendida ubicación del proyecto.
2. La ubicación de instalaciones provisionales (bodega de almacenamiento de equipo) que requiera el proyecto serán situados fuera del área de ZOFEMAT.
3. Se tomarán las medidas adecuadas de seguridad en el trabajo, para evitar accidentes en la zona de obra y área de influencia.
4. Se colocarán letreros con señales de advertencia y prohibiciones durante y al finalizar la obra, por ejemplo: “precaución hombres trabajando”, “colocar la basura en su lugar”, “no pescar”, “no clavados”, etc.
5. Los trabajadores utilizarán equipo de buceo y protección personal (traje de neopreno, esnórquel, visor, calzado adecuado, guantes, etc.) según el trabajo a realizar.
6. Se acordonará la zona de trabajo con cintas de advertencia, a fin de evitar que los visitantes se acerquen al área de maniobras.
7. En la obra habrá un botiquín de primeros auxilios con los medicamentos e instrumental de curación necesarios, para proporcionar la atención básica de primeros auxilios en caso de emergencias menores. En emergencia mayor, el personal lesionado será trasladado al centro de salud más cercano de inmediato.
8. Se prohíbe el uso de fogatas, armas de fuego y explosivos dentro del área del proyecto y zona colindante.
9. Los trabajadores utilizarán los sanitarios portátiles rentados a una empresa autorizada para sus necesidades básicas.

10. Todos los desechos sólidos y líquidos que se generen serán canalizados al basurero municipal a través del servicio de colecta del Ayuntamiento.
11. Se implementará un Programa de Ahuyentamiento de fauna marina de lento desplazamiento, así como un Programa de Manejo de Residuos y un Programa para el Vigilancia Ambiental para el seguimiento de las medidas acá expuestas. Solo en caso de que al momento de la construcción del proyecto se encuentren pastos marinos (i.e. *Thalassia testudinum*) donde se hincarán pilotes, se llevará a cabo un Programa de Reubicación de Especies de Flora Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
12. Instalación de mallas anti dispersión en los puntos de excavación de arena, donde se estén perforando las bases de los pilotes.
13. Se señalará con boyas y banderines el sitio de trabajo, así como la ubicación de la bomba, a fin de evitar que los turistas y/o usuarios se acerquen al área de maniobras.
14. Se llevarán a cabo actividades de monitoreo del área del proyecto para en caso necesario, realizar la reubicación de fauna marina de lento desplazamiento.
15. Se establecerán horarios de trabajo diurno de 8:00 am a 6:00 pm.
16. Se implementará una plática de concientización para los trabajadores de manera que comprendan y cumplan con las medidas de prevención de impacto ambiental que les aplica.
17. La generación de ruidos no rebasará los niveles máximos permitidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.
18. Se llevará a cabo actividades para un uso eficiente y razonable de los recursos (agua y energía eléctrica).

A continuación, se describen las medidas de prevención (Pr), mitigación (Mi), correctivas (Co), remediación (Rm) y control (Ct) (**Tabla VI.1**) que se requieren en cada indicador que podrá ser impactado de forma negativa por la realización del proyecto, de acuerdo con los resultados de la valoración de impactos, descrita en el capítulo anterior.

Tabla VI. 1. Medidas para aplicar al proyecto “Muelle Caveri II”.

Indicador	Impacto	Medidas	Tipo de medida	Etapas del proyecto
U ₁ – --	Perturbación	Se refiere a la delimitación	Mi	PrS y

	visual del paisaje/Inserción de un elemento ajeno	de las áreas de trabajo, lo cual resulta en una medida de seguridad ya que se colocarán boyas y banderines en el área marina y cintas de advertencia en el área ZOFEMAT, para indicar a las personas ajenas al proyecto que tomen la debida precaución. <u>Se vigilará que en el área de trabajo se encuentren solamente los equipos y materiales que se requieran para la ejecución de las obras y actividades.</u> <u>Se refiere a la instalación de la bodega de materiales, la cual, se ubicará en un lugar que no afecte la zona de playa.</u>		C
Diversidad y abundancia/Distribución /Importancia	Relocalización de fauna/cambio en su distribución	de se reubicará la fauna marina de lento desplazamiento. Esta acción se realizará únicamente en los sitios que ocuparán las estructuras.	Pr	PrS/C/Oy M
Contaminación del suelo/ Calidad del agua	Generación de residuos sólidos	Los residuos generados durante la obra serán canalizados periódicamente al basurero municipal a través del servicio de colecta del ayuntamiento. <u>Se colocarán contenedores de gran capacidad (200 litros) señalizados de acuerdo con los residuos. Tendrán bolsas de plástico en su interior y tapa</u>	Ct Mi	PrS/C/Oy M PrS/C/Oy M

hermética para el desecho de residuos sólidos. Su vaciado se realizará cada tres días. Se prevé que el servicio de limpia del municipio realice su traslado hasta el sitio habitual de disposición final. Se priorizará la separación en orgánicos e inorgánicos, así como peligrosos. La recolección de los residuos peligrosos se hace en envases debidamente etiquetados; el transporte y la disposición final de los mismos se realizarán periódicamente y se llevará a cabo por una empresa certificada por las autoridades ambientales.

Se limpiará diariamente el área del proyecto.

Ct

PrS/C/Oy
M

Se colocarán señalamientos con leyendas que prohíban arrojar basura en la playa y zona marina.

Pr

PrS/C/Oy
M

Los residuos de madera producto de los pequeños cortes de ajuste a pilotes y tablas, serán contenidos colocando plásticos y recipientes. Se recogerán en el momento en que sean generados, para evitar su dispersión hacia el mar o a la playa por acción del viento.

Mi

C/OyM

El mantenimiento del equipo en caso de falla se realizará en un taller fuera del sitio del proyecto. Cuando no pueda realizarse el traslado del equipo, se colocará una membrana plástica aislante

Mi

C

Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera	debajo de la unidad para evitar el derrame de sustancias.		
		Los contratistas apagarán los motores que utilizan diésel cuando los equipos no estén activos. Para los camiones de transporte de materiales, será necesario apagar los motores cuando los tiempos de espera para cargar o descargar sean mayores a 5 minutos.	Mi	PrS/C
		Para minimizar las emisiones de gases a la atmósfera, se les solicitará a los transportistas que sus vehículos de carga cumplan con los tiempos de afinación y mantenimiento establecidos por los fabricantes de los vehículos.	Mi	PrS/C
		El equipo y herramientas utilizados durante las diferentes etapas del proyecto estarán en óptimas condiciones de operación y se sujetarán a mantenimiento periódico.	Pr	PrS/C/OyM
		Se prevé el uso de motosierra eléctrica por cortos periodos de tiempo, con esto se evitará la contaminación por el uso de combustibles. La mayoría de los componentes de madera llegarán a la obra pre cortados a la medida, por lo que los cortes serán pequeños.	Pr	C/OyM
		Se prohíbe la quema de objetos o generación de fogatas para ello.	Ct	PrS/C/OyM

Confort sonoro	Generación de ruido	de	Para minimizar las emisiones de ruido, se solicitará a los transportistas que sus vehículos de carga cumplan con los tiempos de afinación y mantenimiento establecidos por los fabricantes de los vehículos.	Mi	C
			Se establecerán jornadas de trabajo dentro de horarios diurnos (de 8:00 a 18:00 h.)	Mi	PrS/C/OyM
			Se prevé el uso de motosierra eléctrica por breves periodos de tiempo, con lo cual se disminuye al máximo el ruido.	Mi	C/OyM
			En caso de la utilización de pulidoras se colocará una mampara de madera de tal manera que bloquee y disminuye el ruido.	Mi	C/OyM
			El ruido causado por la planta de luz se minimizará colocándolo en la bodega de materiales.	Mi	C/OyM
Turbidez	Aumento de sólidos en suspensión	de en	Se colocarán mallas antidispersión para contener las partículas en suspensión durante el hincado de pilotes para las diferentes estructuras.	Mi	PrS/C/OyM
Sector privado	Incremento de demanda insumos	en la de	Se prevé el uso y servicios de suministro de agua y electricidad, a través de una planta generadora portátil para el caso de la electricidad y pipas para el caso del agua. Los recursos materiales para la construcción del proyecto son por una sola vez y limitados a lo necesario para estas obras.	Ct	PrS/C

Cantidad de agua	Consumo de agua	Se colocarán señalamientos que informen y promuevan un uso eficiente del agua en el área de trabajo. No se permitirán derrames de ninguna clase de líquidos.	Ct	PrS/C/Oy M
Calidad del agua	Generación de aguas residuales por uso de sanitarios	Se utilizarán sanitarios portátiles rentados a una empresa autorizada, quienes serán los encargados de la limpieza y retiro de sus aguas residuales y baños. Para la etapa de operación se utilizará tecnología limpia como el uso de baños “secos”.	Ct	PrS/C/Oy M

I.2. Programa de Vigilancia ambiental

Como parte del proyecto se proponen acciones enfocadas al seguimiento y vigilancia ambiental a través de un monitoreo de las condiciones más importantes (físicas, químicas, biológicas, sociales y económicas) que indiquen cambios en el comportamiento del sistema ambiental como resultado de la interacción con el proyecto.

Esto se propone para garantizar el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y control de impacto ambiental, así como, de los términos y condicionantes que se determinen para el proyecto por parte de la autoridad. Se requerirá, durante todas las fases de este, una estructura administrativa y operacional para ejecutar de manera ordenada las acciones y procedimientos de verificación del cumplimiento, objetivo del programa de vigilancia ambiental.

El Programa de vigilancia ambiental precisará dar seguimiento a la verificación de la adecuada implementación de los Programas propuestos en las medidas de mitigación, e involucrará la evaluación del desempeño ambiental del proyecto de tal manera que se asegure la oportuna detección de irregularidades para su corrección inmediata, mecanismo que controlará la ocurrencia de impactos al ambiente.

Los programas que serán tomados como parte del Programa de Vigilancia Ambiental son los siguientes:

- Programa de Manejo de Residuos

- Programa de Ahuyentamiento y reubicación de fauna marina de lento desplazamiento
- Programa de Reubicación de Especies de Flora Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El seguimiento ambiental del proyecto se ajustará al periodo de tiempo que sea establecido para el desarrollo de la obra, que es el tiempo en que se deberá vigilar las actividades de preparación del sitio y construcción, en apego a los instrumentos normativos vigentes y condiciones que establezca la autoridad, así como, a las medidas de mitigación y prevención propuestas en el presente documento. Posteriormente, se deberá dar continuidad al seguimiento de los procesos del proyecto durante la etapa de operación con la finalidad de garantizar su óptimo desempeño ambiental.

El programa ambiental, durante las primeras etapas del proyecto incluirá realizar monitoreos a las obras, para documentar las principales actividades que pudieran generar impactos del proyecto y se nombrará a un responsable técnico para asegurarse de dicho seguimiento.

Este programa también incluirá el seguimiento y cumplimiento de cada uno de los términos y condicionantes establecidos en el oficio correspondiente emitido por la autoridad competente por el cual se reportarán los informes correspondientes. Algunas de las siguientes actividades serán las incluidas en el programa en mención:

- a) En las primeras etapas del proyecto, que son de preparación y construcción del proyecto, la persona asignada como responsable ambiental informará a los trabajadores sobre las actividades y las medidas preventivas y de mitigación a realizar.
- b) Se concientizará a los trabajadores sobre los componentes del medio que deben ser protegidos y sobre las acciones que deben fomentarse y cuales están prohibidas, toda vez que se encuentran dentro de un ecosistema frágil en el cual están presentes especies protegidas dentro de la normatividad vigente aplicable, por lo que la implementación de las medidas deben ser llevadas al pie de la letra para evitar que un mal manejo de los equipos o de los procedimientos pudiera ocasionar impactos al medio.
- c) El responsable ambiental supervisará periódicamente el desarrollo de las actividades del proyecto, principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción, a fin de asegurar que éstas se realicen conforme a lo previsto en este documento y procurará estar presente cuando se realicen actividades críticas o generadoras de impactos para asegurar que se implementen las medidas preventivas y de mitigación.

- d) Una vez finalizadas las primeras dos etapas; durante la etapa de operación se realizarán visitas periódicas dispersas a las instalaciones del proyecto para tomar reporte de los resultados de los programas (ya mencionados) implementados.
- e) El responsable generará los informes de cumplimiento de términos y condicionantes, así como de cada una de las medidas de mitigación, compensación y prevención. Adicionalmente, en dicho informe se incluirán los resultados de cada uno de los resultados de los programas ya mencionados. Este informe será ingresado a la Secretaría con la periodicidad que ésta dictamine en el oficio resolutivo correspondiente.

VI.3. Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Muchos impactos suelen carecer de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud.

Derivado de la descripción y evaluación de los impactos ambientales se proponen un total de 18 medidas generales y 24 específicas de las cuales 12 son de mitigación, 4 son preventivas y 7 de control. Estas minimizarán los impactos ambientales negativos mitigables que se prevé se generen por las actividades del proyecto.

Debido a lo anterior, se considera que los posibles impactos residuales evaluados en el presente estudio como aquellos no mitigables. Sin embargo, el proyecto y sus obras y actividades, no generarán impactos negativos no mitigables, siendo que en su mayoría serán benéficos y en menor cantidad mitigables. Al darse estas características, se reducirán en gran magnitud e intensidad los impactos residuales que se pudieran generar con el tiempo.

El impacto residual identificado en el presente estudio recae en el indicador de cantidad de agua y el impacto de consumo de agua, ya que se utilizará dicho recurso para las actividades que competen para la operación del proyecto, en específico la de mantenimiento de estos. A pesar de esto, dicho impacto se calificó como insignificante ya que por la naturaleza del proyecto (muelle de madera dura de la región), se requerirá muy poca cantidad de agua para dichas actividades de mantenimiento, en caso de ser requerido.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La realización del proyecto “Muelle Caveri 2” traerá beneficios a corto, mediano y largo plazo en el ámbito socioeconómico y ambiental, puesto que se favorecerán los servicios en una zona turística en crecimiento, con un potencial atractivo para realizar actividades de sano esparcimiento.

El sitio donde se desarrollará el proyecto fue seleccionado tomando en consideración distintos criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, que permitieron determinar que el lugar presenta las características idóneas para un proyecto de esta naturaleza. Puesto que el objetivo principal es la ampliación de obras tipo rústico para contar con un área de atraque, alternativas de descanso y esparcimiento después de realizar actividades acuáticas en las inmediaciones, en una zona protegida y segura.

La zona marina adyacente se encuentra ubicada en un área con infraestructura turística, lo que conlleva la llegada eventual de visitantes, tanto por vía terrestre como por vía marítima. Es por ello, la importancia de la ampliación del muelle en cuestión.

La zona del proyecto se plantea como una buena alternativa sin afectar los elementos que conforman al ecosistema, puesto que no contribuirá a la degradación de los elementos ambientales, tratándose de obras de bajo impacto y en todo momento reversible. Existe la infraestructura necesaria para el adecuado funcionamiento del proyecto como son: servicios de comunicaciones, agua potable y red eléctrica, por lo que no se requerirá de la prestación de suministros extraordinarios ni compromete los recursos urbanos que se ofrecen en la localidad. Adicional a esto, se debe tomar en cuenta que el proyecto actual es la continuación (ampliación) de un muelle ya existente, por lo que no contravendrá en ninguna índole ya que lo necesario para este proyecto ya existe en el área.

Como precedente al análisis del pronóstico de los escenarios es importante destacar que, en el marco del Sistema Ambiental delimitado en el presente documento, se puede afirmar que el proyecto, por la ubicación, magnitud y alcance de los posibles efectos de su construcción y operación, no representan ningún riesgo significativo en Materia Ambiental, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación y prevención propuestas de manera oportuna.

VII.1. Pronóstico del escenario

El pronóstico del escenario parte de la tendencia de los procesos que ocurren en el área del proyecto, e incorpora los impactos potenciales asociados con su construcción y las medidas de mitigación establecidas en el estudio.

Los principales impactos ambientales que han sido identificados para el desarrollo del proyecto son los de una obra ordinaria; considerándose temporales en todas las

etapas del proyecto y como fijos aquellos generados por la permanencia de las obras.

De lo anterior se tienen dos escenarios alternativos, el primero sin la ejecución del proyecto y el segundo con la realización de éste sin considerar las medidas de mitigación y con el desarrollo del mismo aplicando dichas medidas. Estos serán descritos considerando que se ubican dentro de un Sistema Ambiental delimitado para analizar el efecto de la presencia de las obras o de su ausencia.

VII.1.1. Escenario sin proyecto

En caso de no ejecutarse el proyecto en la zona marina adyacente al muelle ya existente en el sitio, continuarían las mismas condiciones que hay ahora, es decir, con aprovechamiento oportuno. Sin embargo, la no realización de las obras y actividades también conlleva al nulo beneficio social y económico a la población local.

Al no haber las obras y actividades para la ampliación del muelle para el disfrute de los visitantes, principalmente en el área marina, se incrementa el número de visitas, vía náutica, a sitios como los museos sub acuáticos de arte de Cancún, arrecifes tanto artificiales como naturales entre otros. Esto ocasionaría una afluencia, una aglomeración de embarcaciones en zonas cercanas.

VII.1.2. Escenario con proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación

La realización del proyecto ofrece beneficios a corto, mediano y largo plazo en el ámbito socioeconómico y ambiental, ya que se favorecerán los servicios turísticos y el incremento de la oferta recreativa para los usuarios potenciales en la zona.

De no implementarse las medidas de mitigación, se vería comprometida la calidad paisajística del sitio por la ocupación temporal del espacio en la zona donde se llevarán a cabo las obras y actividades del proyecto. La diversidad, distribución y abundancia de especies de fauna marina disminuiría si no se ejecutaran las actividades de reubicación de los organismos de lento desplazamiento.

La calidad del agua y el suelo se vería afectada de no existir un adecuado manejo de residuos sólidos durante la obra, ya que se dispersarían al mar o a la zona terrestre inmediata. Esto también afectaría a la vida existente circundante tanto de los suelos terrestres como en los marinos y la columna de agua del mar. Al no tomar las precauciones necesarias contra posibles derrames de maquinaria (en caso de haber por emergencia, dar mantenimiento o ajustes en el área), estos aumentarían la contaminación de los suelos y/o calidad del agua marina.

Se generarían emisiones de gases y humos a la atmosfera al no tener un control

sobre el uso de la maquinaria y equipo reduciendo la calidad del aire. El ruido causado por la planta generadora de electricidad, taladros, entre otro equipo utilizado podría incidir en el confort sonoro si no se realiza el mantenimiento adecuado y si no se establecieran los horarios para las jornadas de trabajo. Siendo que la zona es turística y de ocupación por visitantes, esto les provocará disturbio e incomodidad al querer disfrutar del medio natural.

Sin la colocación de las mallas antidispersión, no se evitaría la difusión de las partículas en suspensión en los puntos de hincado de pilotes para las diferentes estructuras en la zona marina. Esto provocaría un disturbio para a la fauna y flora circundante.

VII.1.3. Escenario con proyecto con la aplicación de las medidas

Al aplicarse las medidas de mitigación propuestas, las obras generarán impactos ambientales considerados de poca relevancia. Al vigilarse que en el área de trabajo se encuentren únicamente los equipos requeridos para la ejecución de las actividades, minimizando así las emisiones de ruido y de gases a la atmósfera, se asegura el confort sonoro y la calidad del aire y del paisaje.

Ejecutando el Programa de reubicación de fauna de lento desplazamiento, se evita la disminución en la abundancia, diversidad y distribución de la fauna marina, asegurando el éxito de estas actividades mediante el monitoreo en el sitio del desplante de las diferentes estructuras del proyecto. Asimismo, se toma en cuenta el realizar un Programa de Reubicación de Especies de Flora Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en caso de que al momento de construir el proyecto en cuestión se encuentre este tipo de ser vivo en el área marina.

Con la colocación de las mallas antidispersión se evitará el aumento de finos en suspensión y su dispersión en las zonas aledañas al sitio del proyecto. Durante las actividades de hincado de pilotes, se prevé uniformizar el fondo, evitando dejar desniveles pronunciados, aunque de forma natural esas zonas se recuperarán por el acarreo de sedimentos por lo que solo se prevé la afectación temporal y poco significativa al relieve marino.

Mediante la colocación de contenedores debidamente rotulados, se priorizará la separación de los residuos sólidos generados. Así mismo, se prevé la implementación de un Programa de Manejo de Residuos. Con las buenas prácticas para su disposición final, se verá reducida la probabilidad de contaminación del suelo, así como la calidad del agua que se verían afectados por su dispersión.

VII.2. Programa de vigilancia ambiental

Este programa se ha descrito con detalle en el Capítulo VI tomándose como parte de las medidas de mitigación y prevención del proyecto.

VIII.-BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, A.J., Shienbaum, J., Candela, J., Ochoa, J., Badan, A., 2003. Analysis of flow variability in the Yucatan Channel. *J. Geophys. Res.* 108-C12, 3381, doi: 10.1029/2003JC001922.
- Almada-Villela, P., Sale, P., Gold-Bouchot, G, y Kjerfve, B. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico del SAM. Métodos Seleccionados para el Monitoreo de parámetros físicos y biológicos para utilizarse en la región mesoamericana. Proyecto para el SAM. Unidad Coordinadora del Proyecto Coastal Resources Multi-complex Building. Belice. 158pp. Sitio web: <http://www.mbrs.org.bz>.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz Loya, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Badan, A., Candela, J., Sheinbaum, J., Ochoa, J., 2005. Upper-layer circulation in the approaches to Yucatan Channel, in: Sturges, W., Lugo-Fernandez, A. (Eds.), *Circulation in the Gulf of Mexico*.
- Castañares, L., Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractíneos hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 9:295-344.
- Chaplin, Ch. C. G. 1972. *Fishwatchers guide to west-Atlantic coral reefs*. Harrowood Books, Pennsylvania. 65 pp.
- Colin, P. I. 1988. *Marine invertebrates and plants of the living reef*. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.
- CONANP, 2009, MIA - P "Colocación, operación y mantenimiento de hábitats artificiales en arenales de los Parques Nacionales "Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc" e "Isla Contoy" y la zona aledaña El Meco". 388 p.
- Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Costa occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, ubicada frente a las costas de los Municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996, Tomo DXIV No. 15 Primera Sección pág. 11-14.
- García, E. 1968. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Enriqueta García Ed. México. 220 pp.
- Humman, P. 1993a. *Reef coral identification*. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla 239 pp.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (INEGI), 2002. *Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo*.

- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2010. Censo de Población y Vivienda del Estado de Quintana Roo. México.
- Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994. Caracterización de cuatro áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Desarrollo arrecifal y Estructura de la comunidad. Reporte final.
- Leopold 1971, I. B., f. E. Clarke, b. B. Hanshaw, and j. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.s. Geological survey circular 645, Washington, D.C.
- Ley General de Bienes Nacionales; Diario Oficial de la Federación, 20 de mayo de 2004, actualizada el 7 de junio de 2013.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2013. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el DOF el 09 de enero de 2015.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2013. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el DOF el 7 de junio de 2013.
- Ley General de Vida Silvestre, Diario Oficial de la Federación, 3 de julio de 2000, texto vigente, última reforma publicada en el DOF fue el 26 de enero de 2015.
- Littler, D. M., Littler, K., Buchery J. Norris. 1989. Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.
- Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. Mar. Biol. 13:100-23.
- Merino, M. 1984. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. 470.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 2010. 78 p.
- Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. Ecology. 53:745-748.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, 2014. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Tomo I. Número 19 Extraordinario, Octava Época. Publicado en Chetumal, Quintana Roo, el 27 de febrero del 2014.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. Tomo DCCX No. 17. México, D.F. 24 de noviembre de 2012.

- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.
- Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al mar, Diario Oficial de la Federación, 21 de agosto de 1991.

Consulta Electrónica:

- <http://www.conabio.gob.mx>
- <http://www.conanp.gob.mx>
- <http://www.semarnat.gob.mx/>
- <http://www.semarnat.gob.mx/sigeia>
- <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=23> (INEGI, 2013)
- <http://conabio.inaturalist.org/>
- <http://www.algaebase.org/>