RESUMEN EJECUTIVO
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR

TRÁMITE SEMARNAT-04-002
Recepción, evaluación y resolución de la manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular, sin actividad altamente riesgosa y con actividad altamente riesgosa.

PROYECTO:

"MARINA ADVENTURE"

CONSULTA PÚBLICA

JUNIO DE 2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO 1

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

FRACCIÓN I DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (ÚLTIMA REFORMA DOF 31-10-2014)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1. Nombre del proyecto

MARINA ADVENTURE

1.1.2. Ubicación del proyecto

El sitio que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto corresponde a la Zona Federal Marítimo Terrestre y área marina adyacente colindantes con Calle en proyecto entre Calle a Punta Brava, Lotes 02 y 03, Manzana 01, Supermanzana 03, en la Localidad de Puerto Morelos, Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo, México.

1.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

El plazo solicitado para la ejecución del proyecto se estima en 1 año para las etapas de preparación del sitio y construcción; y un plazo de 50 años para su operación.

1.2. DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.3. DATOS GENERALES DEL REPRESENTANTE LEGAL

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.4. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1.4.2. Nombre del representante legal

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

FRACCIÓN II DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (ÚLTIMA REFORMA DOF 31-10-2014)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un club de playa integrado por una palapa bar para el consumo de alimentos y bebidas, complementado con la instalación al aire libre de mesas, sillas, camastros y sombrillas móviles.

2.1.1. Ubicación física

El sitio que se pretende aprovechar para la implementación del proyecto corresponde a una superficie de 1219.06 m^2, de los cuales 898.51 m^2 corresponden a la Zona Federal Marítimo Terrestre y 320.55 m^2 del área marina adyacente, colindantes con "Calle en proyecto" entre "Calle a Punta Brava", Lotes 02 y 03, Manzana 01, Supermanzana 03, en la Localidad de Puerto Morelos, Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo, México.

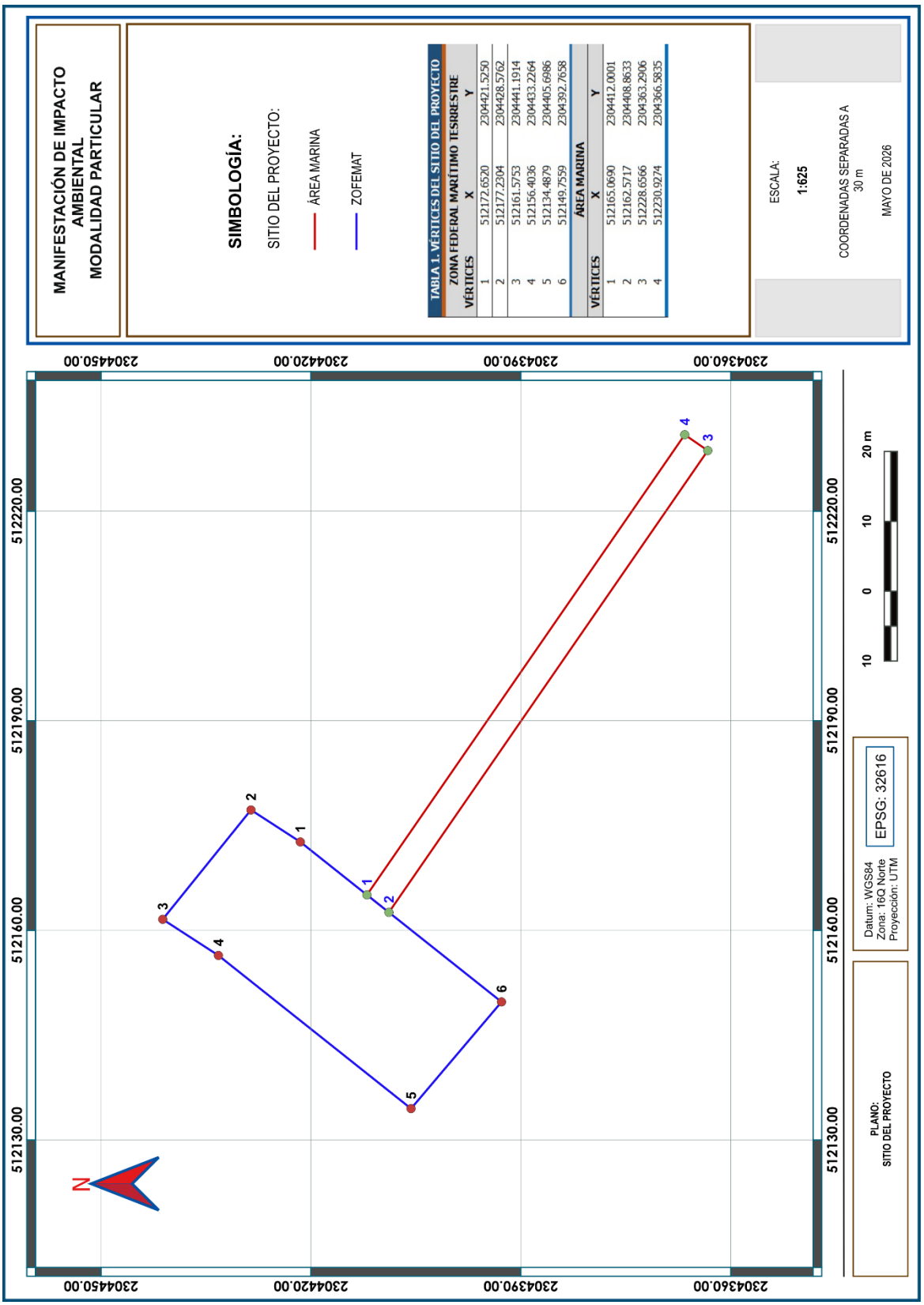
En la **Tabla 1** se presentan las coordenadas de los vértices que conforman el polígono del sitio donde se desarrollará el proyecto, las cuales se encuentran proyectadas en unidades UTM, con referencia al Datum WGS84, Zona 16Q Norte, México.

TABLA 1. VÉRTICES DEL SITIO DEL PROYECTO

ZONA FEDERAL MARÍTIMO TESRRESTRE (898.51 m^2)		
VÉRTICES	**X**	**Y**
1	512172.6520	2304421.5250
2	512177.2304	2304428.5762
3	512161.5753	2304441.1914
4	512156.4036	2304433.2264
5	512134.4879	2304405.6986
6	512149.7559	2304392.7658
ÁREA MARINA (320.55 m^2)		
VÉRTICES	**X**	**Y**
1	512165.0690	2304412.0001
2	512162.5717	2304408.8633
3	512228.6566	2304363.2906
4	512230.9274	2304366.5835

En el plano de la **página 8** se presenta el polígono georreferenciado del sitio del proyecto con las coordenadas de sus vértices.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

2.2.1. Inversión requerida

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.2.2. Dimensiones del proyecto

Como se mencionó anteriormente, el proyecto consiste básicamente en la construcción y operación de un muelle para el atraque y resguardo de embarcaciones, así como el embarque y desembarque de los usuarios.

En la **Tabla 2** se indican las obras pretendidas para el proyecto, así como la superficie que ocuparán dentro del sitio del proyecto, cuya superficie total es de 1219.06 m^2.

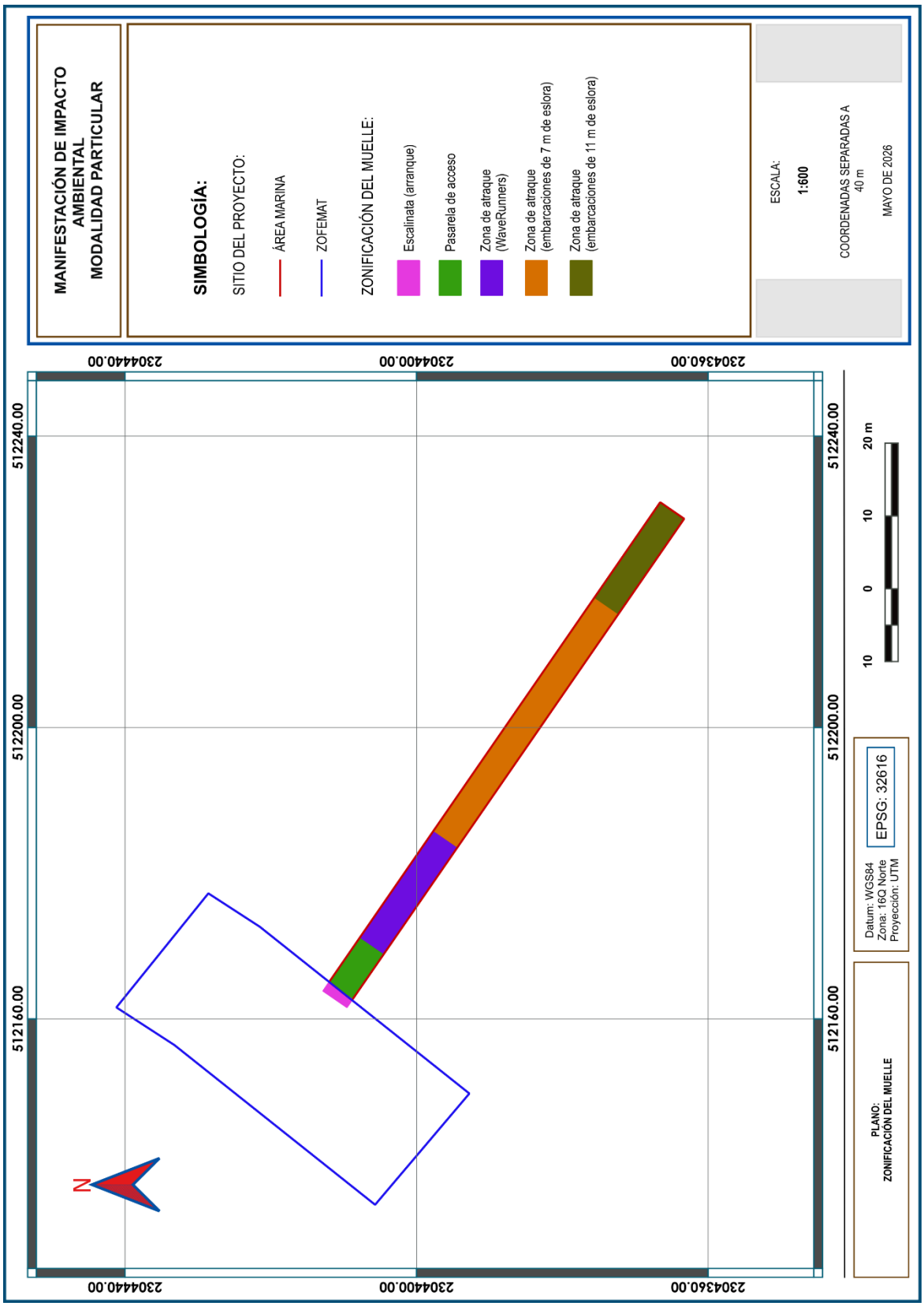
TABLA 2. ZONIFICACIÓN DEL MUELLE

ZONAS	SUPERFICIE (M^2)	PORCENTAJE (%)
Escalinata (arranque)	6.00	0.49
Pasarela de acceso	29.84	2.45
Zona de atraque de WaveRunners	71.12	5.83
Zona de atraque de embarcaciones de 7 m de eslora	155.58	12.76
Zona de atraque de embarcaciones de 11 m de eslora	63.47	5.21
Total	**326.01**	**26.74**

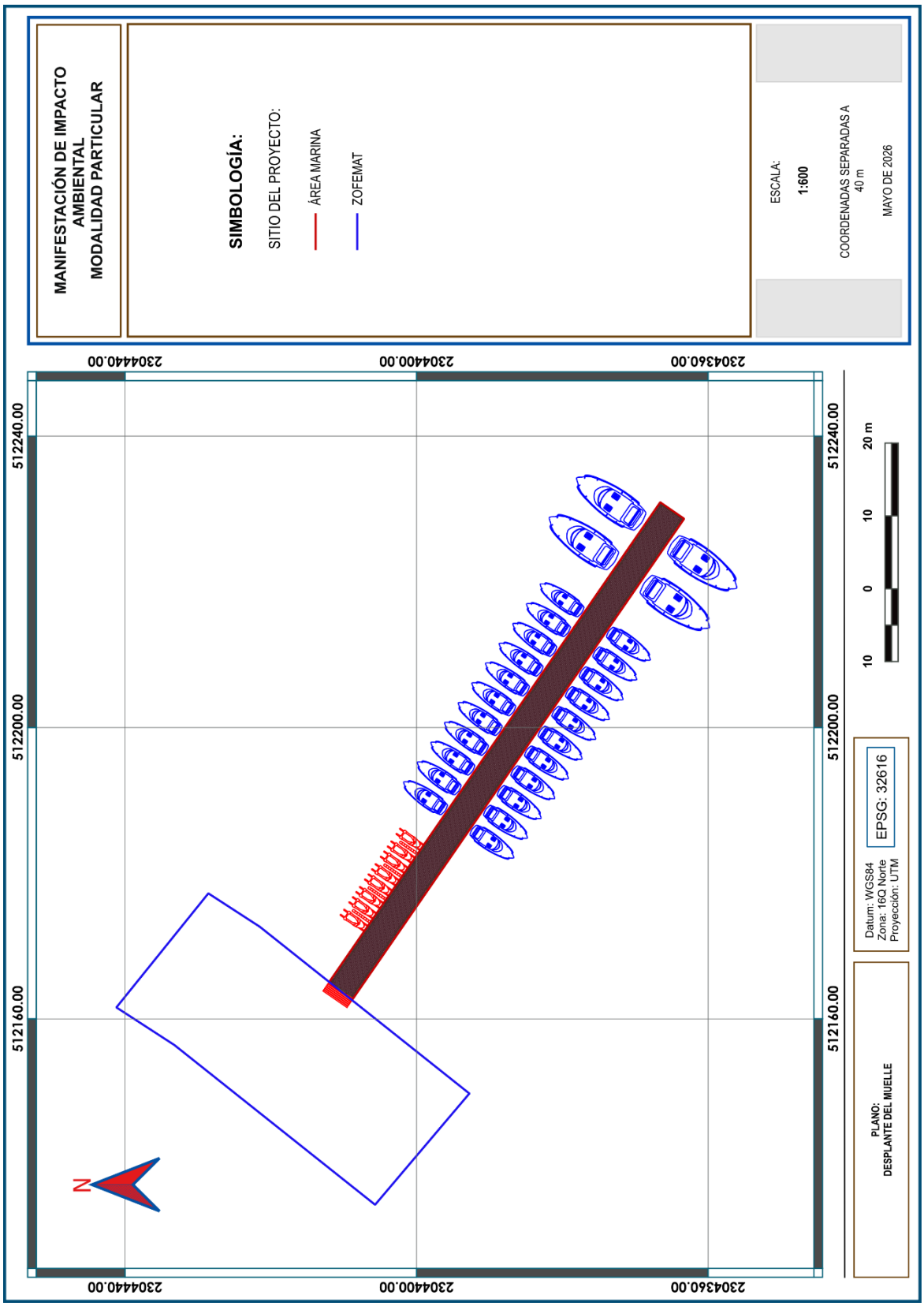
En los siguientes planos se muestra la distribución de las obras propuestas para el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

2.2.3. Programa general de trabajo

Debido a la magnitud del proyecto se prevé que este se realice durante 12 meses, contemplando las etapas de preparación del sitio y construcción, en tanto que la etapa operativa se estima en 50 años como se indica en el siguiente cronograma.

CRONOGRAMA DE TRABAJO												
ACTIVIDADES	**MESES**											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Instalación de malla geotextil												
Trazo y delimitación												
Excavaciones												
Pilotaje estructural												
Instalación de cargadores, vigas y contraventeos												
Instalación de la duela o piso												
Construcción de estructura para paneles solares												
Instalaciones eléctricas												
Acabados finales												

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO 3

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

FRACCIÓN III DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

CONSULTA PÚBLICA

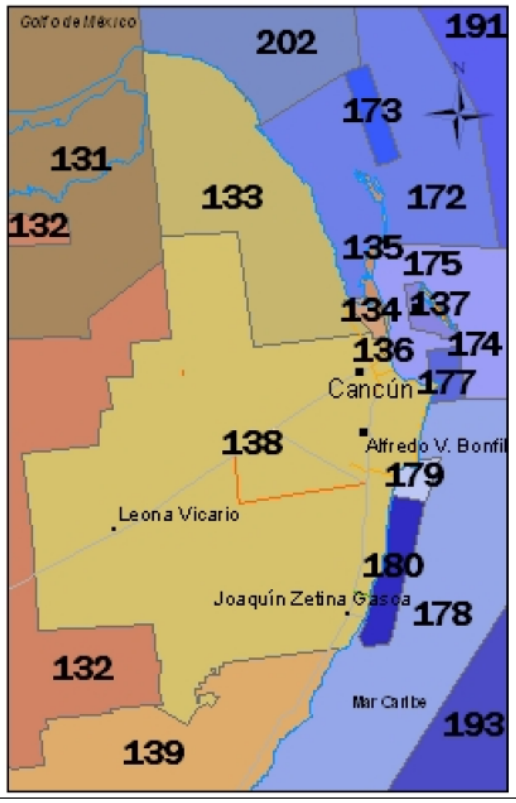
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

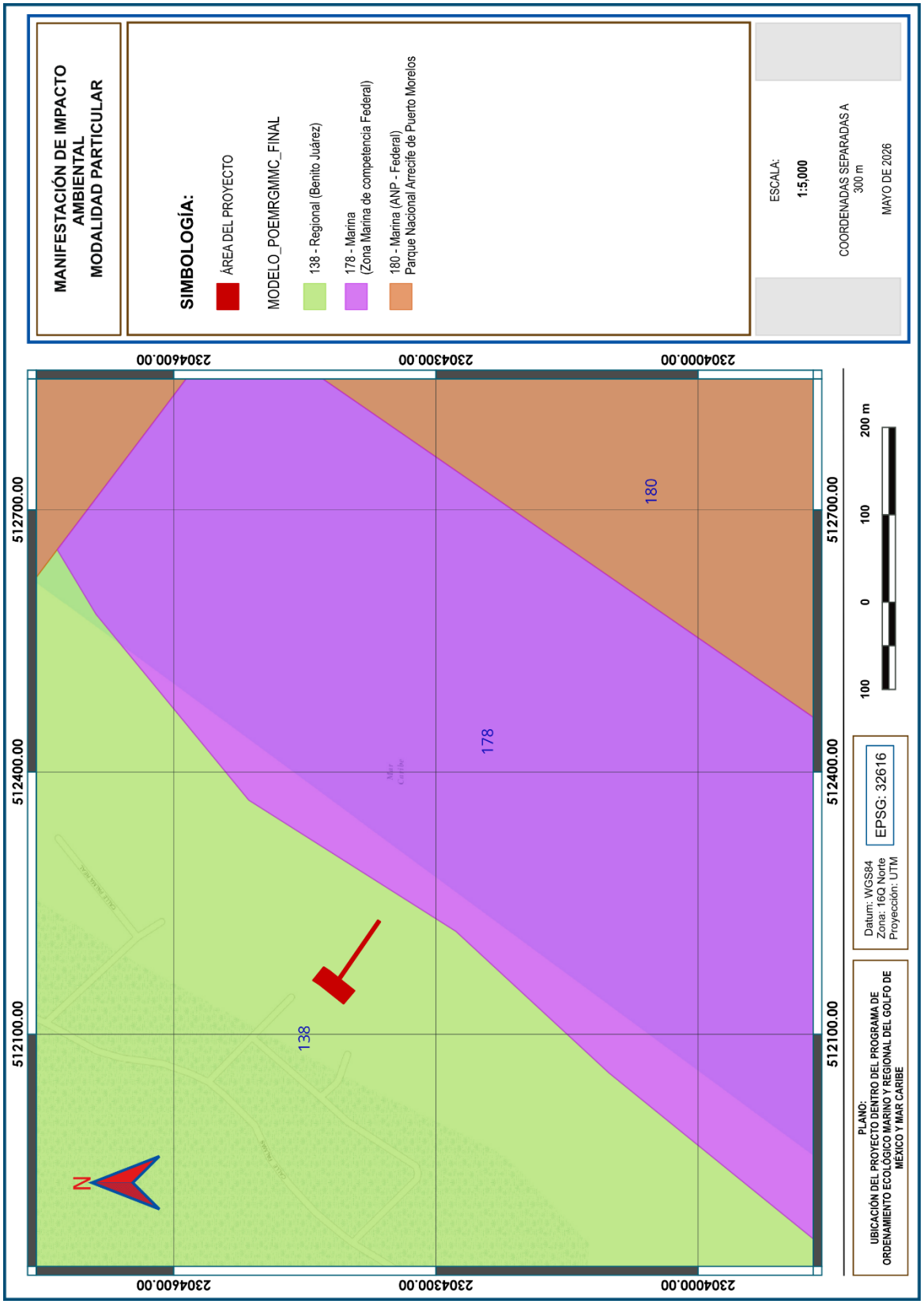
En relación con este Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC), publicado el 24 de noviembre del 2012 en el Diario Oficial de la Federación, se determina que el sitio del proyecto se ubica dentro de dos Unidades de Gestión Ambiental: una Regional **138** denominada **Benito Juárez**, como se muestra en el plano de la **página siguiente**.

En relación con lo anterior, es importante mencionar que el POEMyRGMyMC sólo da a conocer la parte Regional del Programa sin regularla, por lo que recae en los Estados y Municipios la ordenación de sus territorios de manera regional; por lo tanto, la UGA 138 Benito Juárez, por tratarse de una UGA Regional, sólo se considera de observancia. En su caso, se presenta un análisis particular de los criterios generales que le son aplicables.

Unidad de Gestión Ambiental #:138

Tipo de UGA	Regional	**Mapa**
Nombre:	Benito Juárez	
Municipio:	Benito Juárez	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	573,325 Habitantes	
Superficie:	225,770.386 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:		

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.1.1. Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas

Zona Costera Inmediata del Mar Caribe

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

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

Clave	Criterio de Regulación Ecológica
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.

Análisis: el sitio del proyecto no se ubica dentro de zonas con grandes extensiones de comunidades arrecifales. De acuerdo con la caracterización del medio marino, en la zona de desplante del proyecto se registró litoral rocoso con predominancia de algas y arenales sin cobertura vegetal, por lo que se asume que no existe riesgo de afectación a comunidades arrecifales.

ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Análisis: de acuerdo con la caracterización del medio marino, en la zona de desplante del proyecto se registró litoral rocoso con predominancia de algas y arenales sin cobertura vegetal, por lo que se asume que no existe riesgo de afectación a colonias de pastos marinos.

ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Análisis: como lo señala este criterio, sólo de realizará la captura de fauna marina para fines de rescate y reubicación. No se realizará el rescate de reptiles, aves ni de mamíferos marinos, pues no forman parte del ecosistema descrito en el sitio del proyecto.

ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.

Análisis: el sitio del proyecto no se ubica dentro de zonas con grandes extensiones de comunidades arrecifales. De acuerdo con la caracterización del medio marino, en la zona de desplante del proyecto se registró litoral rocoso con predominancia de algas y arenales sin cobertura vegetal, por lo que se asume que no existe riesgo de afectación a comunidades arrecifales. En el caso de los individuos aislados que fueron identificados, estos serán rescatados y reubicados para evitar su pérdida.

ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.

Análisis: el sitio del proyecto no se ubica dentro de zonas con grandes extensiones de comunidades arrecifales. De acuerdo con la caracterización del medio marino, en la zona de desplante del proyecto se registró litoral rocoso con predominancia de algas y arenales sin cobertura vegetal, por lo que se asume que no existe riesgo de afectación a comunidades arrecifales. En el caso de los individuos aislados que fueron identificados, estos serán rescatados y reubicados para evitar su pérdida.

ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.

Análisis: el proyecto no corresponde a la construcción de estructuras promotoras de playa.

ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.

Análisis: en el reglamento de uso del muelle, se establecerá de manera obligatoria que todas las embarcaciones cuenten con los mantenimientos preventivos y correctivos necesarios para evitar derrames de hidrocarburos o productos químicos, antes de atracar.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.

Análisis: en el reglamento de uso del muelle, se establecerá de manera obligatoria un horario de atraque entre el ocaso y el amanecer, no obstante que la zona no se considera como sitio de anidación de tortugas marinas.

ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.

Análisis: el sitio del proyecto no se ubica dentro de zonas con grandes extensiones de comunidades arrecifales. De acuerdo con la caracterización del medio marino, en la zona de desplante del proyecto se registró litoral rocoso con predominancia de algas y arenales sin cobertura vegetal, por lo que se asume que no existe riesgo de afectación a comunidades arrecifales. En el caso de los individuos aislados que fueron identificados, estos serán rescatados y reubicados para evitar su pérdida.

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.

Análisis: a través del reglamento de uso del muelle, se darán a conocer las normas ambientales correspondientes a la actividad náutica, además de la instalación de letreros informativos alusivos a este tema.

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.

Análisis: conforme a lo descrito en el capítulo 2 de este estudio, se utilizará como medida preventiva la instalación de una malla geotextil para evitar la suspensión y dispersión de sedimentos durante el hincado de los pilotes.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.

Análisis: el muelle operará para el atraque de embarcaciones con un máximo de 36 pies de eslora, con un peso promedio en seco de entre 5 a 12 TRB, por lo que se considera que este criterio es de observancia, mas no vinculante.

ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.

Análisis: el proyecto no se contempla el uso de embarcaciones para pesca comercial o deportiva, por lo que se considera que este criterio es de observancia, mas no vinculante.

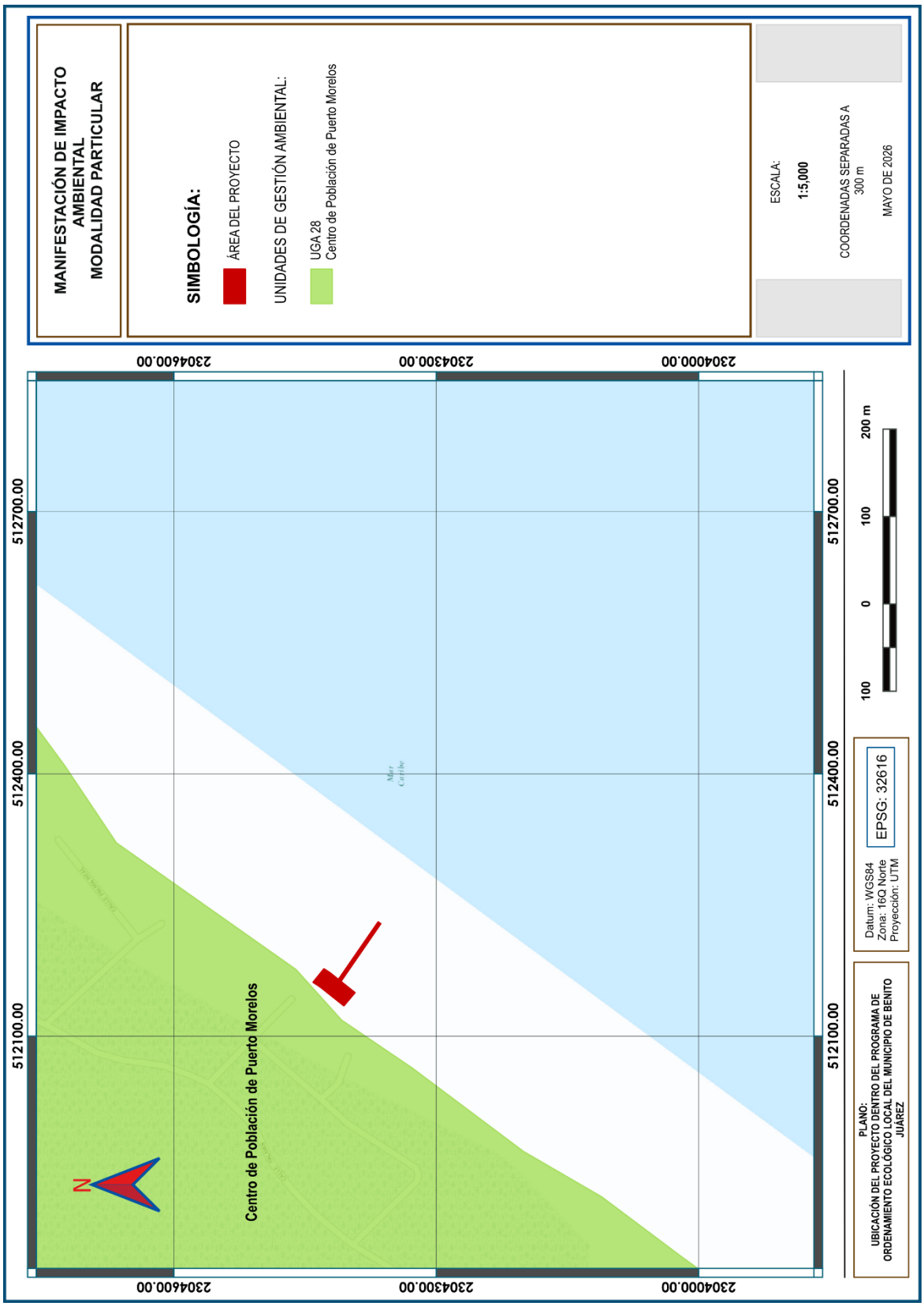
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

Análisis: el proyecto se ubica dentro de la UGA 138, por lo que se considera que este criterio es de observancia, mas no vinculante.

3.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ

Conforme a lo establecido en el Decreto Mediante el cual se modifica el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México (POEL-BJ), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 27 de febrero del 2014; el sitio del proyecto se ubica fuera del polígono oficialmente regulado por este instrumento normativo de planeación ecológica, como se observa en el plano de la **página siguiente**.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.3. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

El sitio del proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente decretados y regulados por los Programas de Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo, como se observa en el plano de la **página siguiente**.

3.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

3.4.1. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar; por lo tanto, no resulta aplicable al proyecto, dado que no se pretende aprovechar o afectar áreas que presenten cobertura vegetal de manglar; además que las obras serán desplantadas a una distancia de 119 metros con respecto a la zona de manglar más próxima, como se muestra en el plano de la **página 80**.

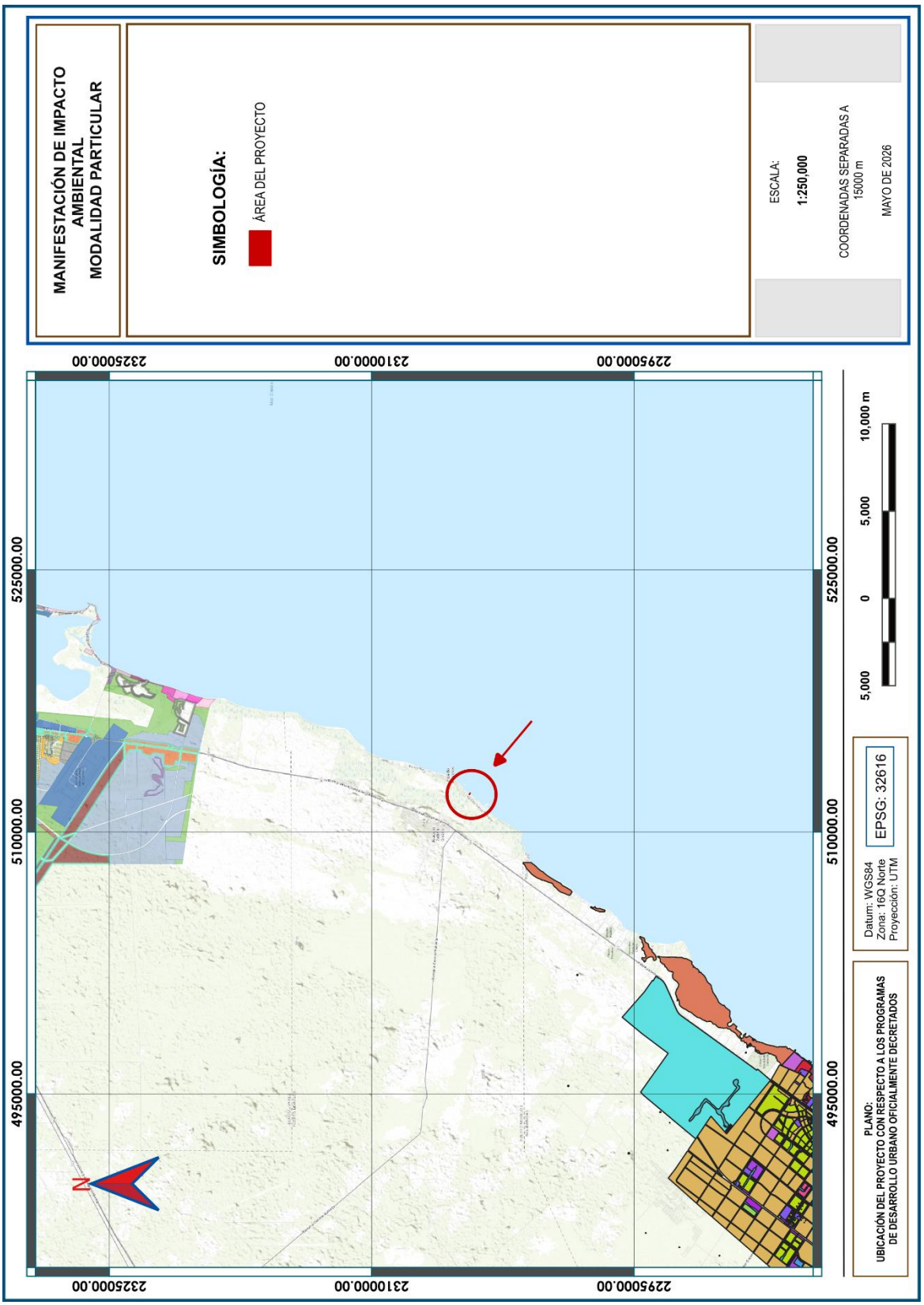
3.4.2. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta norma.

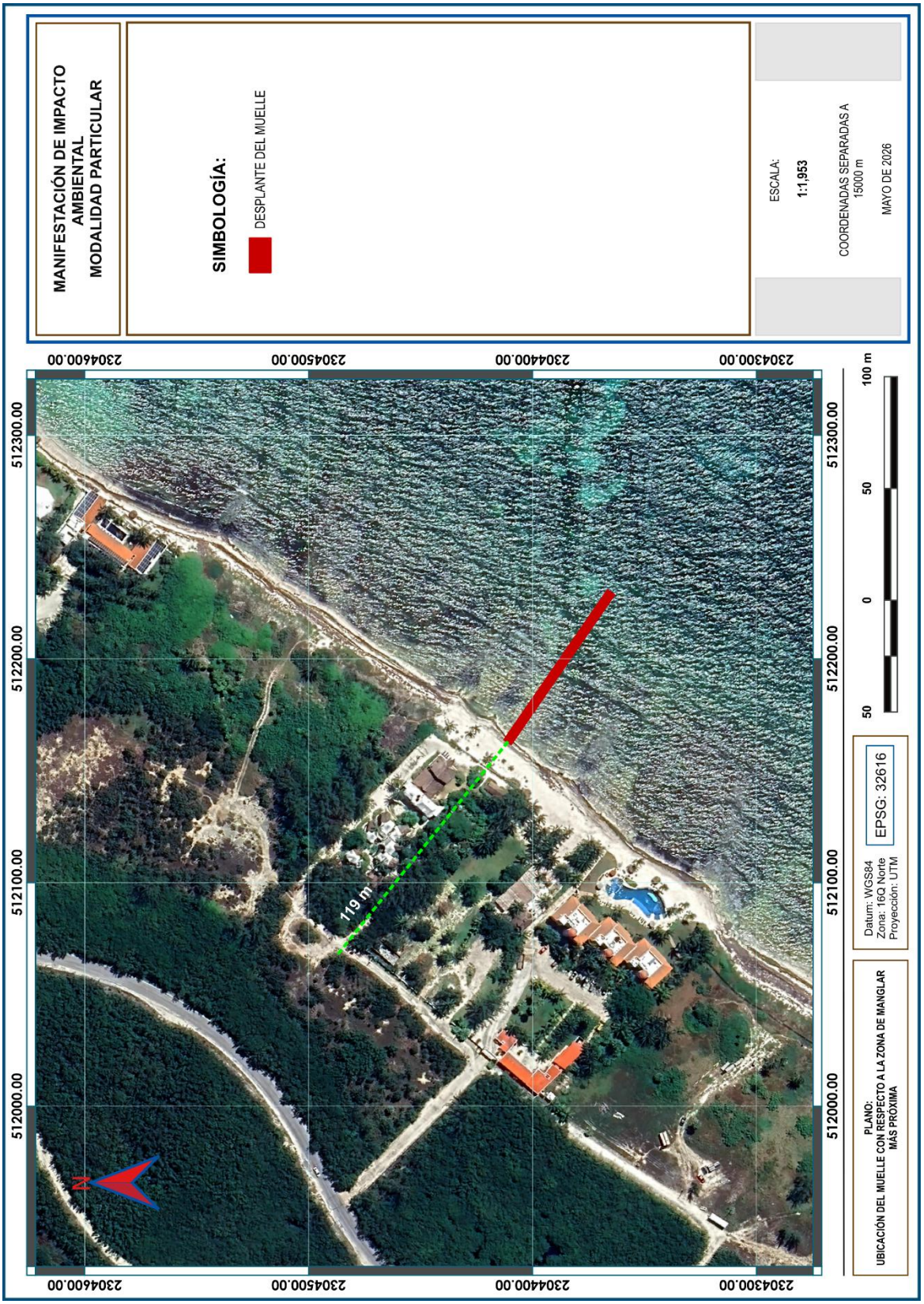
Es menester mencionar que el proyecto no promueve la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo establecidas por esta norma, por lo tanto, el objetivo y campo de aplicación de esta, no resulta aplicable al proyecto en el sentido amplio de su contexto, máxime si consideramos que en la zona de desplante no se identificaron especies catalogadas en esta Norma.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

3.4.3. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012

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

1. Objetivo
Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

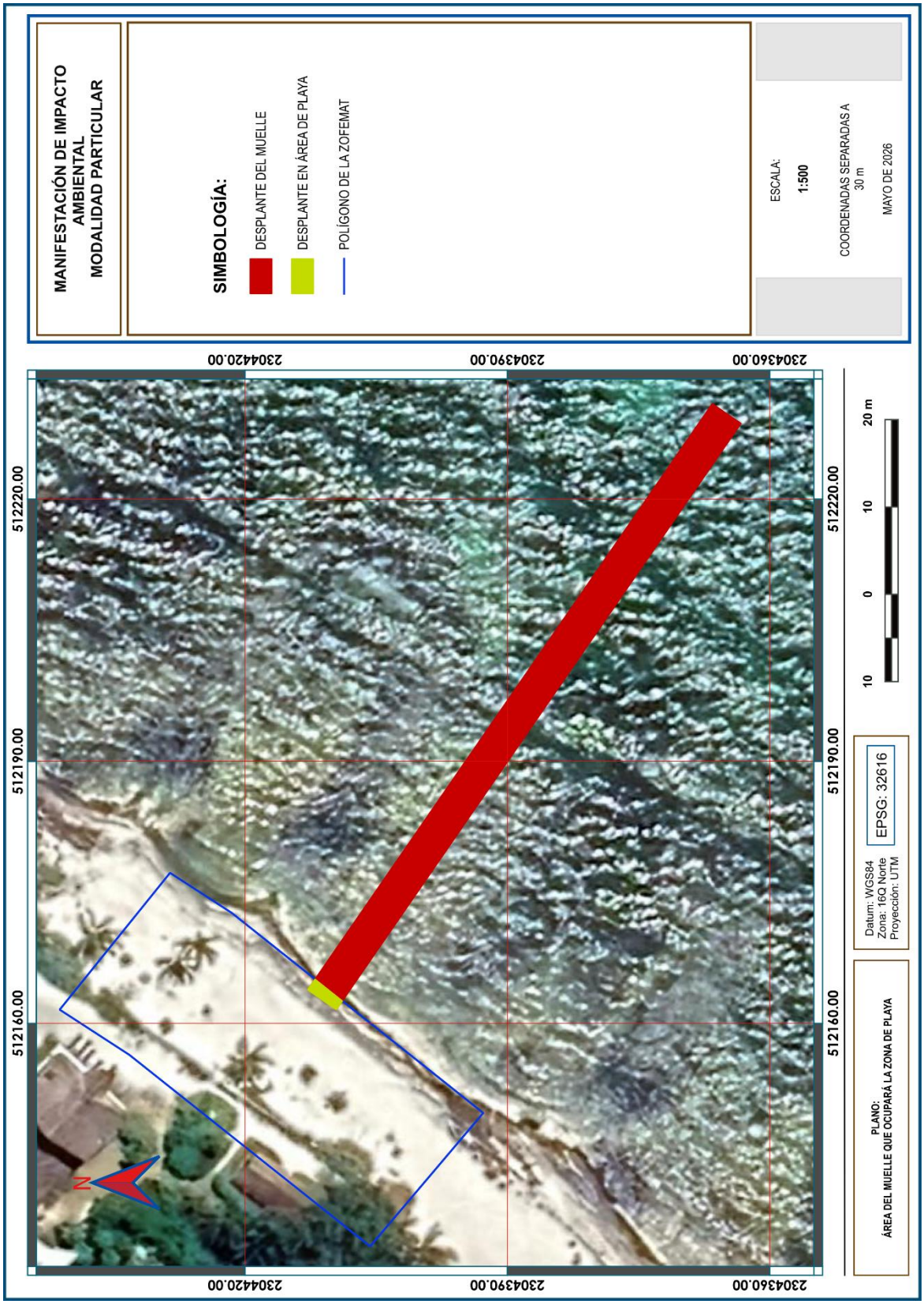
2. Campo de aplicación
Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.

Si bien durante el desarrollo del proyecto se contempla, dentro de las medidas de protección y conservación, coadyuvar con el personal responsable de los campamentos tortugueros, corrales y monitoreo de las tortugas marinas; no se contempla actividades de recuperación o manejo de poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, si no su protección y conservación mediante acciones de vigilancia.

Cabe destacar que sólo el arranque del muelle será desplantado en la zona de playa, cubriendo una superficie de 5.45 m^2 que representan el 0.61% de la superficie total que corresponde al medio terrestre del sitio del proyecto, conservándose en consecuencia el 99.39% del sitio en condiciones naturales, lo que facilitará el arribo y anidación de las tortugas marinas. Esto se muestra gráficamente en el plano de la **página siguiente**.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO 4

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

FRACCIÓN IV DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para la delimitación del sistema ambiental se consideraron 4 criterios o atributos espaciales con los que interactuará el proyecto en forma directa o indirecta, los cuales se describen a continuación.

Vialidades: este atributo espacial fue considerado como el principal elemento espacial dentro del sistema ambiental, toda vez que existen vialidades bien definidas que han ocasionado la fragmentación del hábitat y la pérdida de conexión de la zona costera con los humedales ubicados en la zona Noreste del área de influencia.

Zona urbana: el centro de población de Puerto Morelos está definido por los asentamientos humanos existentes en el área de influencia ambiental. Para el caso del sistema ambiental, este se define por el asentamiento humano de la zona costera teniendo como límite la calle José María Morelos con el que interactuará el proyecto como acceso principal, generando derrama económica directa e interactuando con el proyecto.

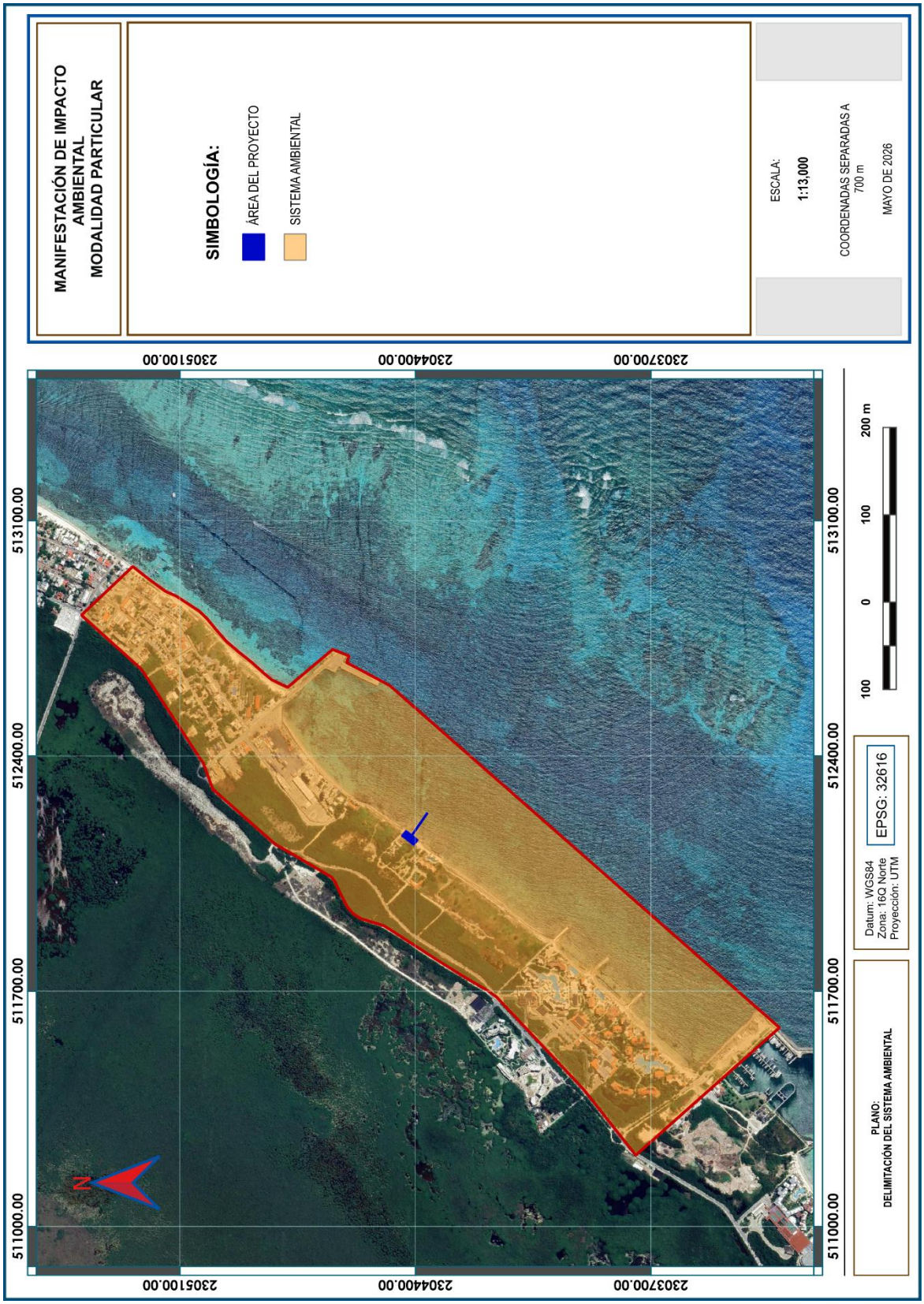
Zona Federal: este atributo espacial fue considerado dentro del sistema ambiental, toda vez que colinda de manera inmediata con el proyecto, e interactuará de manera directa con este entorno.

Área marina: se consideró como límite del sistema ambiental a una distancia promedio de 250 metros aproximadamente desde la pleamar máxima, ya que el proyecto tendrá influencia directa en este entorno, teniendo como límites: al Suroeste "El Cid Marina & Sportfishing Riviera" y al Noreste la "API de Puerto Morelos" puesto que son obras que han modificado el perfil de la costa.

Considerando los 4 criterios antes descritos, así como las dimensiones del proyecto pues se trata de una obra de bajo impacto y escasa interacción con el medio; se optó por definir el área de influencia o sistema ambiental, estableciendo un perímetro de 5655.38 metros que nos arroja un área total de influencia equivalente a 1,083,040.92 m^2 (108.304 hectáreas), como se observa en el plano de la **página 25**. Así mismo, dicho perímetro fue elegido considerando la extensión que podrían llegar a tener los impactos ambientales identificados, puesto que la mayoría de estos se categorizaron como puntuales o de extensión parcial, es decir, sin rebasar los límites del sistema ambiental definido.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

4.2.1. Medio abiótico

a) Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), el sistema ambiental se ubica en el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0(x').

La temperatura promedio anual en la zona es de 27.2°C, siendo agosto el mes más caluroso con una temperatura promedio de 29.7°C, con una máxima de 34.9°C. Asimismo, enero es el mes más frío con una temperatura promedio anual de 24.0°C y mínima de 19.7°C.

El régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los puntos de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe; motivo por el cual, la zona en la que se ubica el sitio del proyecto sufre la mayor incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico.

b) Precipitación media anual

En los meses de menor precipitación media anual alcanzan entre 45.7 y 40.6 mm. La precipitación media anual es de 1,309.2 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre. En una escala más fina, se puede observar que de acuerdo con la carta de precipitación media anual del INEGI (escala 1:250000) el sistema ambiental se encuentra ubicado en una zona bien definida en donde la precipitación promedio a lo largo del año fluctúa entre los 1,100 mm.

c) Vientos

En el Sistema Ambiental los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de "Nortes".

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

d) Intemperismos severos

Finalmente, cabe mencionar que el sistema ambiental, por su ubicación geográfica se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad; ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogenéticas del Caribe, y sur de las islas Cabo Verde.

e) Intemperismos no severos

Los nortes son otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la zona, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos, y en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

f) Geología

El sistema ambiental se ubica dentro de la unidad geológica denominada "Suelo Lacustre" Q(s). Se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, y está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas, y que por su relieve corresponden a planicies inundables. Cabe destacar que las superficies inundables a las que se hace referencia se ubican dentro del sistema lagunar Nichupté.

g) Edafología

De acuerdo con la cartografía de suelos publicada por el INEGI, la porción terrestre del sistema ambiental se ubica dentro de una zona que presenta un sólo tipo edáfico compuesto por:

I+Rc+E/2: presenta Litosol como suelo primario y Regosol calcárico como suelo secundario y Rendzina como suelo terciario, con clase textural media.

h) Hidrología superficial

El sistema ambiental presenta en su gran mayoría un cuerpo de agua perenne (parte del área marina), de acuerdo con la carta de hidrología superficial (escala 1:250000) del INEGI, y su zona litoral se ubica dentro de una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0% a 5%, mientras que en la zona más continental se observa una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 10% a 20%.

i) Hidrología subterránea

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

El sistema ambiental presenta en su gran mayoría un cuerpo de agua perenne, de acuerdo con la carta de hidrología subterránea (escala 1:250000) del INEGI, y su zona litoral se ubica dentro de una zona que presenta material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero, lo que indica que se trata de una zona poco importante para la recarga del acuífero subterráneo.

j) Fisiografía

El sistema ambiental se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana.

En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado. Dentro de sus características, podemos mencionar que dicha subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste.

4.2.2. Medio biótico

a) Vegetación terrestre

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250000, serie VII), el sistema ambiental ubica dentro del uso de suelo "asentamientos humanos" (AH).

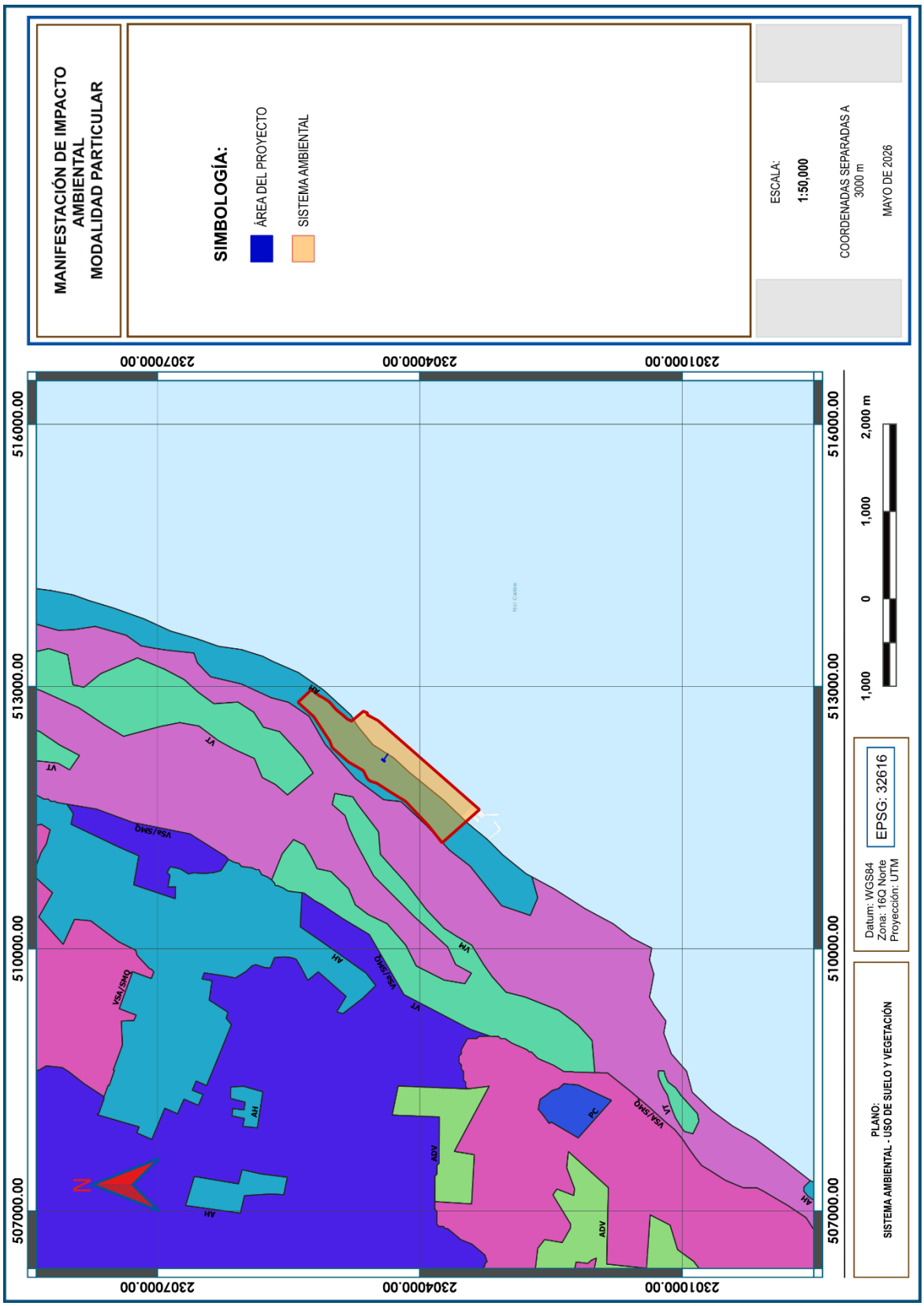
b) Fauna terrestre

Dado que el proceso de identificar a la composición de especies de fauna silvestre que integran el sistema ambiental delimitado está definido por el tipo de vegetación y usos de suelo identificados, y dado que este corresponde a un asentamiento humano donde los factores de perturbación y alteración del hábitat son significativos, en consecuencia se procedió a consultar la información que está disponible para la zona, particularmente las observaciones reportadas en la plataforma https://mexico.inaturalist.org/observations, por su fiabilidad en el procesamiento de los datos contenidos en la red. Para esta información se seleccionaron sólo las observaciones que corresponden a los límites del sistema ambiental y sus colindancias, con la finalidad de reportar fauna representativa de la zona, como se observa en la siguiente imagen.

En los listados de las páginas 151, 152 y 153 se indican las especies que se han registrado dentro del Sistema Ambiental, que pudieran tener incidencia dentro del área de influencia.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

AVES TERRESTRES	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Amazilia rutila	Colibrí Canelo
Amazilia yucatanensis	Colibrí Vientre Canelo
Amazona albifrons	Loro frente blanca
Cardinalis cardinalis	Cardenal rojo
Cathartes aura	Zopilote aura
Cathartes burrovianus	Zopilote sabanero
Chlorestes candida	Colibrí cándido
Coccyzus americanus	Cuclillo pico amarillo
Columbina talpacoti	Tortolita Canela
Contopus bogotensis	Pibú tropical norteño
Contopus virens	Papamoscas del Este
Coragyps atratus	Zopilote común
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy
Cyanerpes cyaneus	Mielero Patas Rojas
Cyanocorax yncas	Chara verde
Cyanocorax yucatanicus	Chara yucateca
Cynanthus canivetii	Esmeralda Oriental
Dendrocolaptes sanctithomae	Trepatroncos barrado
Dives dives	Tordo cantor
Driophlox fuscicauda	Piranga Hormiguera Garganta Roja
Dumetella carolinensis	Maullador gris
Empidonax minimus	Papamoscas Chico
Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules
Euphonia hirundinacea	Eufonia garganta amarilla
Gallinago delicata	Agachona Norteamericana
Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja
Geothlypis trichas	Mascarita común
Glaucidium brasilianum	Tecolote bajeño
Granatellus sallaei	Granatelo yucateco
Herpetotheres cachinnans	Halcón guaco
Hirundo rustica	Golondrina tijereta
Hylocichla mustelina	Zorzal moteado
Icterus auratus	Calandria dorso naranja
Icterus cucullatus	Calandria dorso negro Menor
Icterus galbula	Calandria de baltimore
Icterus gularis	Calandria Dorso Negro Mayor
Icterus mesomelas	Calandria Cola Amarilla

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

AVES TERRESTRES	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Icterus prosthemelas	Calandria Caperuza Negra
Jacana spinosa	Jacana norteña
Megarynchus pitangua	Luis pico grueso
Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje
Melanoptila glabrirostris	Maullador negro
Mimus gilvus	Centzontle tropical
Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos
Myiozetetes similis	Luisito Común
Ortalis vetula	Chachalaca Oriental
Pachysylvia decurtata	Vireocillo Cabeza Gris
Pampa curvipennis	Fandanguero mexicano
Parkesia noveboracensis	Chipe charquero
Passerina ciris	Colorín sietecolores
Passerina cyanea	Colorín azul
Pelecanus occidentalis	Pelícano café
Penelope purpurascens	Pava cojolita
Petrochelidon fulva	Golondrina pueblera
Pheucticus ludovicianus	Picogordo Degollado
Pheugopedius maculipectus	Saltapared Moteado
Piaya cayana	Cuclillo Canelo Común
Piranga olivacea	Piranga escarlata
Piranga roseogularis	Piranga Yucateca
Piranga rubra	Piranga roja
Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo
Platyrinchus cancrominus	Mosquerito Pico Chato
Pluvialis squatarola	Chorlo Gris
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor
Rupornis magnirostris	Aguililla caminera
Saltator atriceps	Saltador Cabeza Negra
Seiurus aurocapilla	Chipe suelero
Setophaga citrina	Chipe encapuchado
Setophaga dominica	Chipe garganta amarilla
Setophaga magnolia	Chipe de Magnolias
Setophaga palmarum	Chipe playero
Setophaga pinus	Chipe pinero
Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio
Setophaga tigrina	Chipe atigrado

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

AVES TERRESTRES	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Stelgidopteryx serripennis ridgwayi	Golondrina Yucateca
Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor
Thamnophilus doliatus	Batará barrado
Thraupis episcopus	Tangara azul gris
Thryothorus ludovicianus	Saltapared de Carolina
Trogon caligatus	Coa Violácea Norteña
Trogon melanocephalus	Coa Cabeza Negra
Turdus grayi	Mirlo Café
Tyrannus couchii	Tirano Cuir
Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí
Tyto furcata	lechuza común americana
Uropsila leucogastra	Saltapared Vientre Blanco
Vireo griseus	Vireo Ojos Blancos
Vireo olivaceus	Vireo Ojos Rojos
Volatinia jacarina	Semillero brincador
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas

MAMÍFEROS	
ESPECIES	**NOMBRE COMÚN**
Artibeus jamaicensis	Murciélago frutero
Artibeus lituratus	Murciélago frugívoro gigante
Ateles geoffroyi	Mono araña Centroamericano
Coendou mexicanus	Puercoespín tropical
Dasyprocta punctata	Guaqueque centroamericano
Didelphis marsupialis	Tlacuache común
Nasua narica	Coatí

REPTILES	
ESPECIES	**NOMBRE COMÚN**
Anolis lemurinus	Anolis fantasma
Anolis rodriguezii	anolis liso del sureste
Aspidoscelis maslini	Huico de la península de Yucatán
Basiliscus vittatus	Toloque rayado
Boa imperator	Mazacuata
Bothrops asper	Terciopelo
Coleonyx elegans	Geco yucateco de bandas
Coniophanes imperialis	Culebra rayas negras
Ctenosaura similis	Iguana negra de cola espinosa

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ANFIBIOS	
ESPECIES	**NOMBRE COMÚN**
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana
Leptodactylus fragilis	Rana de bigotes
Incilius valliceps	Sapo costero
Rhinella horribilis	Sapo gigante
Trachycephalus vermiculatus	Rana Arborícola Vermiculada
Smilisca baudinii	Rana arborícola mexicana

c) Vegetación marina

Para la descripción de la vegetación marina dentro del sistema ambiental se tomó la descripción del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos presentada en su Plan de Manejo, en donde se indica que se han reportado tres especies de pastos marinos, 264 especies de algas y 7 especies de dinoflagelados simbiontes.

La franja litoral mide entre 20 y 50 m de ancho, que corresponde precisamente a la zona que comprende el sistema ambiental, la cual presenta vegetación bien desarrollada que está dominada por *Thalassia testudinum* o por *Syringodium filiforme*, acompañadas por algas rhizofíticas y ocasionalmente matas de *Halodule wrightii* o *Caulerpa spp*.

Entre las algas rhizofíticas más comunes se han identificado: *Penicillus capitatus, Rhipocephalus phoenix, R. oblongus, Udotea flabellum, U. spinulosa, Halimeda incrasata y Avrainvillea spp*. También predominan algas pequeñas (menos de 10 cm de altura) con fuertes estructuras de fijación al sustrato. Entre los géneros más comunes están: *Caulerpa, Halimeda, Penicillus, Rhipocephalus, Udotea, Dyctiota, Stypopodium, Lobophora y Laurencia. Sargassum spp. y Turbinaria spp.*, pueden llegar a ser abundantes en algunas temporadas del año. Ocasionalmente grandes manchas de cianobacterias cubren el sustrato.

d) Fauna marina

En términos del número y composición de especies, la zona marina del sistema ambiental incluida dentro del Parque Nacional es tan rica como la de cualquier otro sistema de la región biogeográfica del Caribe.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

A la fecha existen registros y observaciones de 669 especies de fauna marina, tanto invertebrados como vertebrados, pertenecientes a 75 ordenes (Tabla 4). Estas listas distan de estar completas y seguramente el número de especies aumentará conforme se realicen más estudios en el área.

Tabla 4. Fauna marina en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

Grupo	Órdenes (No.)	Especies	(No.)
Cnidarios	14	Corales escleractíneos	41
		Gorgonáceos	32
		Hidrozoarios	64
		Otros	16
Esponjas	7		20
Anélidos	1		10
Crustáceos	7		172
Equinodermos	10		31
Moluscos	12		33
Cordados	24	Peces	226
		Reptiles	3
		Mamíferos	21
TOTAL	75		669

Número de órdenes y especies registradas hasta junio de 1999.

Algunas de las especies registradas dentro del Parque Nacional están consideradas bajo algún estatus de protección (Tabla 5), conforme la NOM-059-SEMARNAT-2010.

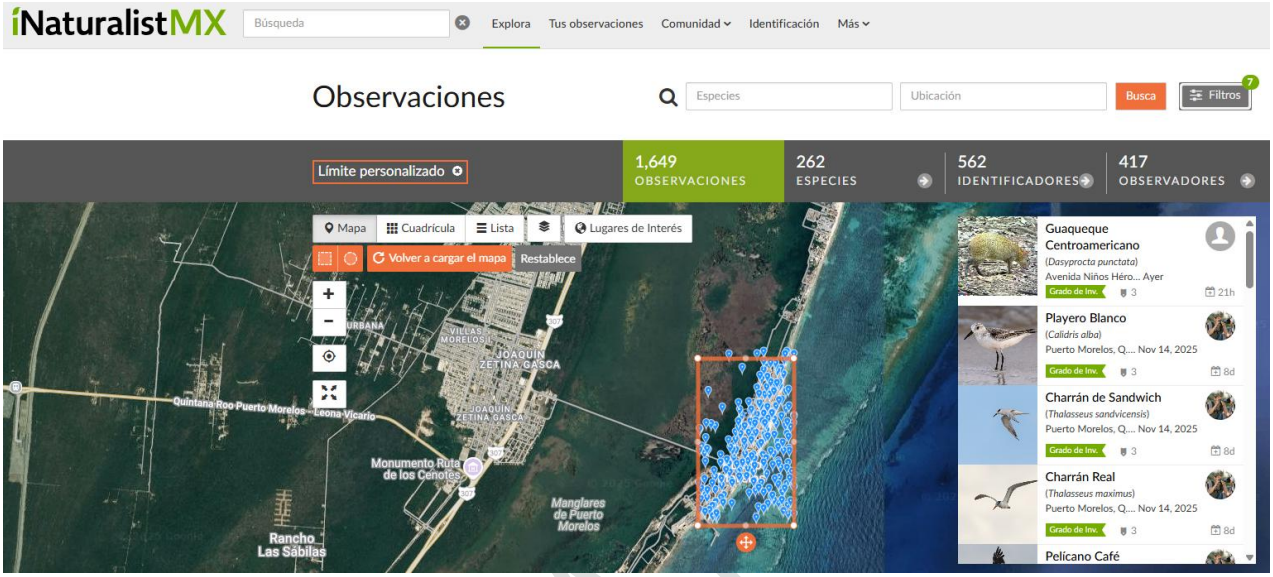
Tabla 5. Especies sujetas a algún estatus de protección*

Nombre científico	Nombre común	Categoría	Clase
Acropora palmata	Coral cuerno de alce	Protección especial	Anthozoa
Acropora cervicornis	Coral cuerno de ciervo	Protección especial	Anthozoa
Plexaura homomalla	Coral Organillo	Protección especial	Anthozoa
Caretta caretta	Tortuga Caguama	Protección especial	Reptilia
Chelonia mydas	Tortuga Blanca o Verde	Protección especial	Reptilia
Eretmochelys imbricata	Tortuga de Carey	Protección especial	Reptilia

Para la caracterización de este componente del sistema ambiental, también se consideraron las observaciones reportadas en la plataforma https://mexico.inaturalist.org/observations, por su fiabilidad en el procesamiento de los datos contenidos en la red. Para esta información se seleccionaron sólo las observaciones

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

que corresponden a los límites del sistema ambiental dentro del área marina y sus colindancias, con la finalidad de reportar fauna representativa de la zona, como se observa en la siguiente imagen.



En los siguientes listados se indican las especies que se han registrado dentro del área marina del Sistema Ambiental, que pudieran tener incidencia dentro del área de influencia.

AVES MARINAS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Actitis macularius	Playero alzacolita
Anhinga anhinga	Anhinga americana
Ardea alba	Garza blanca
Ardea herodias	Garza morena
Ardea herodias occidentalis	Garza morena occidental
Ardea ibis	Garza ganadera occidental
Arenaria interpres	Vuelvepiedras Rojizo
Butorides virescens	Garcita Verde
Calidris alba	Playero blanco
Calidris alba	Playero blanco
Calidris minutilla	Playero Diminuto
Charadrius semipalmatus	Chorlo semipalmeado
Charadrius vociferus	Chorlo tildío
Egretta caerulea	Garza Azul

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

AVES MARINAS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Egretta thula	Garza dedos dorados
Egretta tricolor	Garza Tricolor
Eudocimus albus	Ibis Blanco
Fregata magnificens	Fragata Tijereta
Himantopus mexicanus	Monjita americana
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora
Mycteria americana	Cigüeña americana
Nannopterum auritum	Cormorán Orejón
Nannopterum brasilianum	Cormorán Neotropical
Nyctanassa violacea	Garza Nocturna Corona Clara
Pandion haliaetus	Águila Pescadora
Platalea ajaja	Espátula rosada
Pluvialis squatarola	Chorlo Gris
Rynchops niger	Rayador americano
Sula leucogaster	Bobo café
Tachycineta bicolor	Golondrina bicolor
Thalasseus maximus	Charrán Real
Thalasseus sandvicensis	Charrán de Sandwich
Tigrisoma mexicanum	Garza tigre mexicana
Tringa semipalmata	Playero pihuiuá

PECES CON ALETAS RADIADAS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Abudefduf saxatilis	Sargento Mayor de las Antillas
Acanthostracion polygonium	torito hexagonal
Acanthostracion quadricornis	Torito cornudo
Acanthurus chirurgus	Cirujano rayado
Acanthurus coeruleus	Cirujano azul
Acanthurus tractus	Cirujano pardo
Aluterus schoepfii	lija naranja
Aluterus scriptus	Pez lija pintado
Anisotremus virginicus	Burro payaso
Apogon planifrons	Cardenal pálido
Aulostomus maculatus	Pez trompeta
Azurina cyanea	Castañeta azul
Balistes capriscus	Ballesta Perla
Bodianus rufus	Doncella Española

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PECES CON ALETAS RADIADAS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Bothus lunatus	lenguado lunado
Brachygenys chrysargyrea	Ronco boquichica
Cantherhines macrocerus	Pez lija de puntos blancos
Canthidermis sufflamen	Ballesta Oceánica
Canthigaster rostrata	Tamborín narizón
Caranx crysos	cojinuda negra
Caranx ruber	Cojinuda carbonera
Cephalopholis cruentata	Mero Panal
Cephalopholis fulva	Cabrilla roja
Chaetodipterus faber	Paguala Caribeño
Chaetodon capistratus	Pez mariposa de cuatro ojos
Chaetodon ocellatus	Pez Mariposa Perlada
Chaetodon striatus	Pez Mariposa Convicto
Coryphaena hippurus	Dorado
Coryphaena hippurus	Dorado
Coryphaena hippurus	Dorado
Diodon holocanthus	Pez erizo apache
Diodon hystrix	Pez erizo pecoso
Epinephelus guttatus	Cabrilla colorada
Gerres cinereus	Mojarra Rayada del Atlántico
Gymnothorax funebris	Morena verde
Gymnothorax funebris	Morena verde
Haemulon carbonarium	Ronco carbonero
Haemulon flavolineatum	Ronco condenado
Haemulon macrostoma	Ronco español
Haemulon plumierii	Chac-chí
Haemulon sciurus	Ronco carito
Haemulon vittatum	Boga
Halichoeres bivittatus	Doncella rayada
Halichoeres garnoti	Doncella cabeciamarilla
Halichoeres maculipinna	Doncella payaso
Halichoeres radiatus	Doncella azulada
Harengula humeralis	sardinita de ley
Histrio histrio	pez sargazo
Holacanthus bermudensis	Ángel azul de las bermudas
Holacanthus ciliaris	Ángel reina
Holacanthus tricolor	Ángel tricolor

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PECES CON ALETAS RADIADAS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Hypoplectrus indigo	mero Índigo
Hypoplectrus puella	mero barril
Kyphosus vaigiensis	Chopa bronceada
Lachnolaimus maximus	Boquinete
Lactophrys bicaudalis	Chapón pintado
Lactophrys triqueter	Cofre Baqueta
Lutjanus	Pargos y huachinangos
Lutjanus analis	Pargo criollo
Lutjanus apodus	Pargo canchix
Lutjanus griseus	Pargo mulato
Lutjanus jocu	Pargo caballera
Lutjanus mahogoni	Pargo ojón
Mayaheros urophthalmus	Cíclido jaguar del sureste
Microspathodon chrysurus	Jaqueta coliamarilla
Monacanthus tuckeri	lija reticulada
Ocyurus chrysurus	Rubia
Pareques acuminatus	payasito largo
Pomacanthus arcuatus	Pez Ángel Gris
Pomacanthus paru	Gallineta negra
Scomberomorus regalis	Sierra Rey
Scorpaena plumieri	Pez Escorpión del Atlántico
Serranus tigrinus	serrano arlequín
Sparisoma	Peces loro
Sparisoma aurofrenatum	Loro manchado
Sphoeroides spengleri	Botete collarete
Sphyraena barracuda	Barracuda gigante
Stegastes leucostictus	Chopita amarilla
Stegastes partitus	Chopita bicolor
Stegastes planifrons	Chopita de tres puntos
Strongylura	Agujones
Synodus intermedius	Chile manchado
Thalassoma bifasciatum	Señorita Caribeña Cabeza Azul
Trachinotus falcatus	Pámpano palometa
Tylosurus crocodilus	Agujón lisero
Xyrichtys novacula	Cuchillo Dragón Perlado

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CRUSTÁCEOS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Achelous sebae	Cangrejo nadador
Astrophyton muricatum	Estrella canasta gigante
Callinectes ornatus	Jaiba caribeña
Cardisoma guanhumi	Cangrejo azul de tierra
Coenobita clypeatus	Cangrejo ermitaño caribeño
Hartnollius lateralis	Cangrejito rojo
Isostichopus badionotus	Pepino de mar chispa de chocolate
Maguimithrax spinosissimus	Cangrejo araña
Ocypode quadrata	Cangrejo fantasma del Atlántico
Pagurus brevidactylus	Cangrejo ermitaño
Panulirus argus	Langosta del Caribe
Panulirus guttatus	Langosta marina pinta
Periclimenes yucatanicus	Camarón de coral
Portunus sayi	Cangrejo nadador
Scyllarides aequinoctialis	Langosta pantufla
Stenopus hispidus	Camarón boxeador
Stenorhynchus seticornis	Cangrejo flecha amarilla
Lepas anserifera	Percebe ganso
Lepas indica	Percebe ganso

EQUINODERMOS	
ESPECIE	**NOMBRE COMÚN**
Astrophyton muricatum	Estrella canasta gigante
Diadema antillarum	Erizo diadema
Echinometra lucunter	Erizo de las rocas
Echinometra viridis	Erizo de arrecife
Isostichopus badionotus	Pepino de mar chispa de chocolate
Oreaster reticulatus	Estrella cojín

4.3. PROBLEMÁTICA DETECTADA EN EL SISTEMA AMBIENTAL

A continuación, se describen los principales componentes del sistema ambiental que inciden sobre la problemática detectada en la zona.

4.3.1. Actividades humanas

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En el caso del área marina y dada la baja profundidad de las zonas posterior y rompiente, y su cercanía a la costa, están amenazados por una gran variedad de actividades antropogénicas que incluye la colisión de embarcaciones, y el golpeo y fragmentación de organismos bentónicos por bañistas y esnorqueleadores.

En la zona también se realizan actividades pesqueras, siendo los principales recursos la langosta (*Panulirus argus*) y varias especies de peces como meros, pargos, boquinetes y mojarras.

Es posible que también ocurra contaminación proveniente de tierra, principalmente filtración de aguas negras, ya que algunas zonas costeras aledañas carecen de drenaje y muchas de las fosas sépticas están mal construidas. Esto aunado a la naturaleza kárstica del suelo representa un problema potencial que podría resultar en la degradación de la calidad del agua.

Indirectamente determinados por el desarrollo urbano y hotelero, se suscita el aporte de aguas residuales (grises y negras) tratadas y no tratadas. Aporte de nutrientes, fertilizantes y pesticidas con el consecuente sobrecrecimiento algal; aumento de nutrientes con el florecimientos de fitoplancton

Actividades recreativas en la zona federal por actividades de sol y playa, generan basura dejada por visitantes.

La navegación recreativa y comercial genera hidrocarburos aumentando su concentración. Esto también genera ondas de presión por el desplazamiento de embarcaciones grandes y rápidas; así como la resuspensión de sedimento, con caso crónicos que implica la pérdida de vegetación del fondo, así como daño por anclas, cambiando la estructura del fondo marino.

También se ha detectado problemática por la circulación de vehículos automotores que ocasionan la destrucción del hábitat, erosión de la playa y la duna por destrucción mecánica

4.3.2. Fenómenos hidrometeorológicos

El sistema ambiental está expuesto anualmente a sistemas ciclónicos que se forman en el Océano Atlántico y el Mar Caribe. Estos fenómenos representan una amenaza significativa para los ecosistemas ya que generan la siguiente problemática:

- **Daño físico**: las fuertes olas y vientos de los huracanes (como el huracán Wilma en 2005 o Delta y Zeta en 2020) pueden causar la fragmentación y destrucción física de la cobertura de pastos marinos y de las colonias de coral, especialmente especies vulnerables como el coral cuerno de alce y cuerno de ciervo.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- **Sedimentación**: las lluvias intensas asociadas a estos eventos provocan escorrentías terrestres que arrastran sedimentos, nutrientes y contaminantes hacia el área marina, lo que puede sofocar los pastos marinos y los corales y afectar la calidad del agua.

- **Alteración de la hidrodinámica**: los huracanes alteran la dinámica costera, afectando el transporte de arena y causando erosión costera e inundaciones.

4.3.3. Arribo de sargazo

Desde el verano de 2014 hasta la fecha, están llegando a las playas del Caribe cantidades masivas de un alga conocida como "Sargazo". En un principio se especuló que las algas se estaban produciendo localmente, por un aumento en los nutrientes en la zona marina, o que provenían del Mar de los Sargazos, una región localizada en medio del Océano Atlántico Norte, pero la evidencia científica parece apuntar a un origen diferente.

El Sargazo que está llegando a la costa de Quintana Roo, y a muchas otras playas del Caribe, se conoce como "sargazo pelágico" y está compuesto por dos especies de algas pardas (*Sargassum natans* y *Sargassum fluitans*). Como ocurre en varias especies de sargazo, estas dos especies presentan vesículas llenas de gas que les permiten flotar y ser transportadas por las corrientes marinas. Ambas especies pueden crecer y reproducirse flotando libremente en el mar, a diferencia de otras especies de sargazo, como *Sargassum muticum*, que viven adheridas al suelo marino, aunque pueden desprenderse durante tormentas y moverse a la deriva hasta llegar a las playas. El sargazo pelágico vive en aguas con poco contenido de nutrientes en el Atlántico Norte y forma un hábitat estructural dinámico en el que habitan diversas asociaciones de especies de vertebrados e invertebrados. El sargazo que está llegando a las playas posiblemente se originó en la costa Atlántica de Sudamérica, igual a como ocurrió en el año 2011 cuando toneladas de sargazo pelágico llegaron a varias islas en la parte este del Caribe (desde Trinidad hasta la República Dominicana) y a la costa oeste de África (desde Sierra Leona hasta Ghana). Ese fue el primer año que se tuvo registro de la llegada de sargazo pelágico a las playas del noroeste de África y la primera en la que se registró en alta abundancia en las Islas Caribeñas. En ambos extremos del Atlántico el sargazo pelágico se extendía por kilómetros a lo largo de las costas. La llegada masiva de sargazo también está ocurriendo en la zona delimitada del sistema ambiental. Para remover el sargazo de las playas en la zona costera del sistema ambiental, los hoteleros y las autoridades municipales están utilizando diversos tipos de maquinaria. Esto, sin embargo, está prohibido de acuerdo con la Programa de Manejo de ésta Área Natural Protegida, que en su Capítulo IX, (Del uso y aprovechamiento de la Zona Federal Marítimo Terrestre), menciona en la Regla 72 que "Dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre no se permite el tránsito de vehículos motorizados, excepto en caso de emergencia y/o contingencia ambiental".

4.4. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.4.1. Medio abiótico

a) Clima

De acuerdo con los datos climatológicos de las estaciones cercanas al sitio del proyecto: Isla Mujeres y Puerto Morelos (García, 1988), se determina que el tipo de clima en la zona es Aw0(x') (cálido subhúmedo, con régimen de lluvias intermedio entre verano e invierno, isotermal y con presencia de canícula).

La temperatura media anual es superior a los 29.3 °C, julio y agosto son los meses más calurosos y enero es el más frío. La humedad relativa se mantiene alta durante todo el año con promedios de 70 a 90%. Los principales factores que determinan el clima en la región son su latitud intertropical, la altitud máxima de 15 msnm aproximadamente, la influencia de aire marítimo cálido y húmedo del Mar Caribe.

b) Precipitación media anual

La precipitación total anual alcanza un promedio de 1,337.7 mm, el mes más lluvioso es septiembre y el más seco es abril (SMN., 2014). De acuerdo con la carta de precipitación media anual del INEGI (escala 1:250000) el sitio del proyecto se encuentra ubicado en una zona bien definida en donde la precipitación promedio a lo largo del año fluctúa entre los 1,100 mm.

c) Vientos

Los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. Durante la mayor parte del año predominan los vientos del sureste con velocidad promedio de 12 km/h (Pérez V., 1990); durante el verano y otoño se presentan ondas y ciclones tropicales. En el otoño, invierno y parte de la primavera llegan masas de aire polar o nortes con fuertes rachas de viento.

Los vientos constituyen esfuerzos relativamente menores pero algunas estructuras portuarias, sometidas a empujes de superestructuras flotantes o fijas, no pueden dejar de tenerlas en consideración; en las estructuras off-shore los esfuerzos del viento siempre son apreciables. Pero la importancia del viento se agiganta en las áreas, en que los ciclones son de reducida dimensión horizontal (huracanes, tifones), cuando generan velocidades muy altas y esfuerzos extraordinarios, aunque locales.

d) Intemperismos severos

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Finalmente, cabe mencionar que el sistema ambiental, por su ubicación geográfica se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad; ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogenéticas del Caribe, y sur de las islas Cabo Verde.

e) Intemperismos no severos

Los nortes son otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la zona, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos, y en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

f) Geología

El sitio del proyecto se ubica dentro de la unidad geológica denominada "Suelo Lacustre" Q(s). Se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, y está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas, y que por su relieve corresponden a planicies inundables. Cabe destacar que las superficies inundables a las que se hace referencia se ubican dentro del sistema lagunar Nichupté.

g) Edafología

De acuerdo con la cartografía de suelos publicada por el INEGI, el sitio del proyecto se ubica dentro de una zona que presenta un sólo tipo edáfico compuesto por:

I+Rc+E/2: presenta Litosol como suelo primario y Regosol calcárico como suelo secundario y Rendzina como suelo terciario, con clase textural media.

h) Hidrología superficial

El sistema ambiental presenta en su gran mayoría un cuerpo de agua perenne (parte del área marina), de acuerdo con la carta de hidrología superficial (escala 1:250000) del INEGI, y su zona litoral se ubica dentro de una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0% a 5%, lo que indica que se trata de una planicie sin relieves significativos.

i) Hidrología subterránea

El sistema ambiental presenta en su gran mayoría un cuerpo de agua perenne, de acuerdo con la carta de hidrología subterránea (escala 1:250000) del INEGI, y su zona litoral se ubica dentro de una zona que presenta material no consolidado con posibilidades bajas de

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

funcionar como acuífero, lo que indica que se trata de una zona poco importante para la recarga del acuífero subterráneo.

j) Fisiografía

El sitio del proyecto se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana.

En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado. Dentro de sus características, podemos mencionar que dicha subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste.

4.4.2. Medio biótico

a. Vegetación terrestre

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250000, serie VII), el sitio del proyecto se ubica dentro del uso de suelo "asentamientos humanos".

A una escala local, se determina que el sitio del proyecto carece en su totalidad de cobertura vegetal, a excepción de la existencia de 4 palmas de coco (*Cocos nucifera*). Actualmente es utilizada como zona de esparcimiento y recreación por parte de los turistas que arriban al sitio, dado el libre acceso a la zona federal marítimo terrestre.

b. Fauna terrestre

Dado que el sitio del proyecto carece de cobertura vegetal y considerando la fuerte presión antropogénica de la zona por la afluencia turísticas con actividades de sol y playa, no fue posible registrar alguna especie de fauna en la zona de estudio, a excepción de algunas aves sobrevolando el sitio, particularmente aves marinas adaptadas a la perturbación del hábitat y a la presencia humana.

c. Flora marina

Para el estadio de este componente del medio marino, se seleccionó como método de muestreo los transectos de longitud variable.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

En cada zona seleccionada se trazó un transecto con una distancia de 10 metros entre un transecto y otro, es decir, de una zona a otra, ya que resulta importante dejar un espacio prudente entre los transectos tanto por sus extremos como por los costados.

c.1. Establecimiento de los transectos

- El sitio seleccionado para cada transecto se ubicó con GPS.
- Mediante buceo autónomo se seleccionaron los puntos de inicio de los transectos sobre sustrato firme, con el objeto de favorecer el agarre de las estacas y evitar que se desprendan con las corrientes u oleaje.
- Se posicionó una estaca en el punto inicial y se golpeó hasta perforar verticalmente el sustrato unos cuantos centímetros.
- Se verificó que la estaca quedará bien agarrada, jalándola con fuerza hacia arriba.
- Se desplegó una cuerda de 10 m marcada cada metro en línea recta a partir de la estaca (punto inicial) y se instaló una estaca final hasta alcanzar la longitud total del transecto.
- La cuerda fue utilizada como línea guía para establecer las estaciones de muestreo.
- Se establecieron los otros 4 transectos de la misma manera, procurando que estos queden separados cada 10 m.
- En una tabla acrílica para buceo, se dibujó un mapa esquemático con la ubicación de cada transecto con respecto a: norte geográfico, línea de costa más cercana, los demás transectos, boyas de media agua, isobata o alguna característica conspicua del fondo (por ejemplo, sustrato rocoso, etc.). También se anotó el número que identifica cada transecto y la dirección como serán registrados los datos (por ejemplo, de Este a Oeste indicado con una flecha), ya que así serán muestreados en caso de monitoreo.

En la **Tabla 3** se indican las coordenadas de los transectos de muestreo utilizados para el inventario, y en la página siguiente se presenta un plano georreferenciado mostrando la distribución de estos.

TABLA 3. COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS

TRANSECTO	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL		LONGITUD (m)
	X	Y	X	Y	
1	512163.8458	2304410.4692	512180.3110	2304399.1160	20
2	512186.5395	2304406.9395	512203.0047	2304395.5863	20
3	512189.4141	2304378.2946	512205.8794	2304366.9414	20
4	512213.3551	2304376.3314	512229.8204	2304364.9782	20

c.2. Parámetros específicos estimados durante el inventario

- Porcentaje de cobertura de algas.
- Porcentaje de cobertura de pastos marinos.
- Porcentaje de cobertura de esponjas.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Porcentaje de otros (sustrato inerte).

c.3. Procedimiento del muestreo por transectos

Para obtener el porcentaje de cobertura de cada categoría o grupo inventariado, se marcó la cuerda guía a cada metro de distancia (como se mencionó anteriormente) y con ayuda de un marco o "grid" de muestreo, se determinó la presencia/ausencia de organismos sésiles en el fondo marino (**Figura 1**).

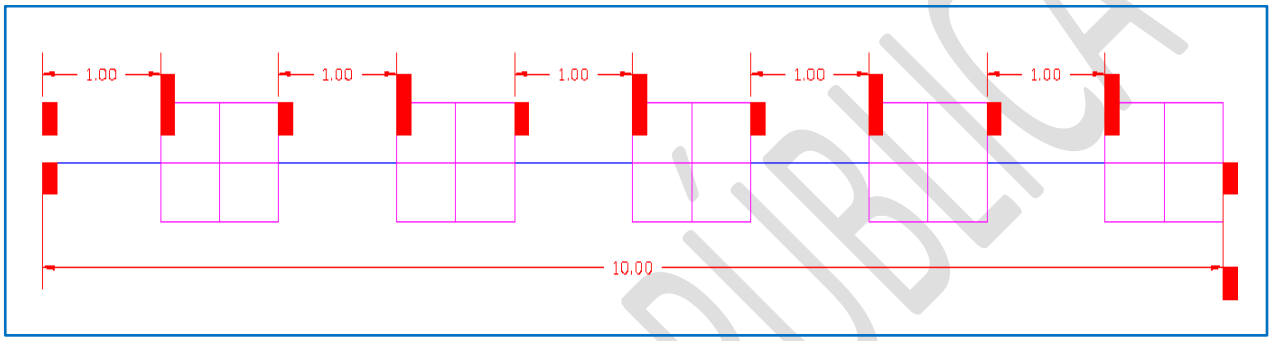


Figura 1. Distribución de las estaciones de muestreo a cada 1 m.

Los marcos de muestreo se diseñaron con dimensiones de 50 x 50 cm (0.25 m^2), seccionados mediante una cuerda visible en 121 cuadros equidistantes.

c.4. Determinación de la cobertura viva y el número de organismos

- Tomando como centro la estación 1, colocamos el marco de 50x50 cm en la parte superior izquierda.

- Antes de comenzar a recopilar la información se tomaron fotografías del marco teniendo cuidado en realizar una toma completa de la misma evitando que la sombra de la persona que tome la foto aparezca en ella

- Posteriormente se determinó la cobertura viva de los organismos sésiles coloniales y las macroalgas que se encontraron al interior del marco. Para el cálculo de la cobertura viva se utilizaron las 100 intersecciones del marco (donde se cruzan las líneas de los 121 cuadros). Se observó y contó el número de puntos que encuentran o tocan a los organismos sésiles (esponjas y otros), pastos marinos o macroalgas.

- Adicionalmente a la toma de datos de cobertura viva que se encuentran en los puntos de intersección, también se contó el número de organismos en nuestra área de muestreo.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- El área cubierta por estación de muestreo fue de 1 m^2 (1 x 1 m). Como el marco de muestreo sólo mide 50 x 50 cm, se realizaron 4 cuadratas distribuidas de la siguiente manera: Cuadrata 1 (C1) en la parte superior izquierda; Cuadrata 2 (C2) en la parte superior derecha; Cuadrata 3 (C3) en la parte inferior derecha; y Cuadrata 4 (C4 parte inferior izquierda) como se muestra en la **Figura 2.**

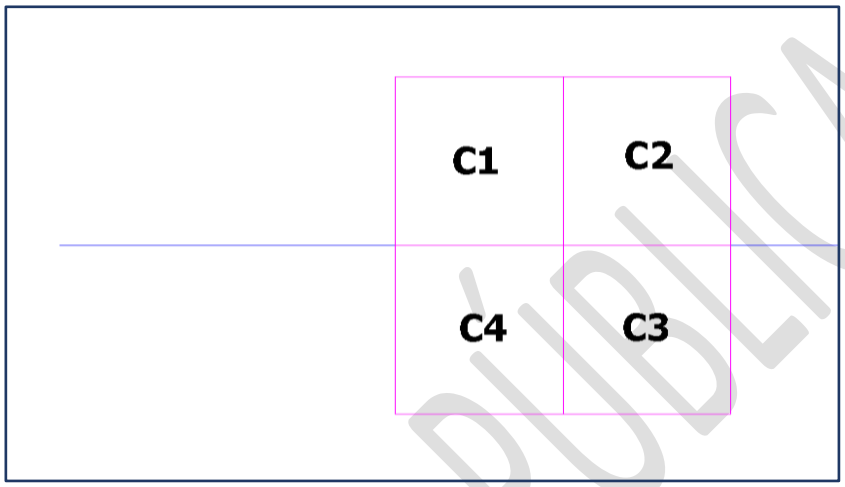


Figura 2. Distribución de las cuadratas en la estación de muestreo.

Para determinar el porcentaje de cobertura viva se sumaron todos los puntos pertenecientes a la misma especie de organismo que encontramos en cada estación.

Ejemplo: si tenemos que en la estación 1, las algas verdes tienen un total de 8 puntos en la cuadrata 1, 5 en la cuadrata 2, 0 en la cuadrata 3 y 10 en la cuadrata 4, el porcentaje de cobertura viva estaría representado por la suma de todos los puntos que en total para nuestro ejemplo es de un 5.75% de cobertura viva de alga verde.

$$\textbf{Porcentaje} = \frac{\textbf{\# de puntos de un mismo organismo} * 100}{\textbf{\# total de puntos por estación}}$$

Para calcular la densidad de los organismos encontrados en la estación correspondiente, se sumaron los organismos de cada cuadrata y se dividieron entre el área total muestreada que fue de 1 m^2; por ejemplo, si encontramos 3 erizos en la cuadrata 1, 1 en la cuadrata 2, 1 en la cuadrata 3 y ninguno en la cuadrata 4, el total de erizos en la estación 1 es de 5, por lo tanto, la densidad de este organismo en esta estación es de 5 erizos por 1 m^2.

Densidad= número total de organismos de un mismo grupo/área total

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

c.5. Porcentaje de cobertura

De acuerdo con la fórmula aplicada para el cálculo del porcentaje de cobertura de vegetación acuática sumergida, se obtuvieron los siguientes resultados, por grupo de organismos (**Tabla 4**).

TABLA 4. PORCENTAJE DE COBERTURA

GRUPO	PORCENTAJE (%)
Algas dispersas	25.00
Pastos marinos	2.00
Bancos de arena	45.33
Algas y esponjas abundantes	27.67
Total	**100.00**

c.6. Descripción fisonómica de la vegetación

Litoral rocoso. Esta zona comprende desde la pleamar máxima hasta 20 metros mar adentro. Se caracteriza por la fuerte presencia de algas verdes, rojas y pardas; sin embargo, actualmente se encuentra invadida por sargazo, por lo que se observa cubierta en su totalidad por el recale de esta alga a la costa.

Zona de algas dispersas. Esta superficie del área de estudio se encuentra ocupada por sustrato arenoso escasamente cubierto con algas, por lo que esta comunidad de organismos se observa dispersa. Comprende una franja irregular de aproximadamente 5 a 10 metros mar a dentro a partir de donde finaliza del litoral rocoso.

Zona de algas abundantes. Esta superficie del área de estudio se encuentra ocupada por zonas cubiertas con abundantes colonias de algas verdes principalmente, aunque también se observan algas rojas y pardas. Esta zona se entremezcla con las áreas que tienen escasa cobertura de algas. Comprende una franja irregular de aproximadamente 15 metros mar a dentro.

Pastos marinos. En esta comunidad vegetal acuática, predomina una asociación marcada de *Siringodium filiforme* (pasto de manatí) y *Thalassia testudinum* (pasto de tortuga), ambas especies catalogadas en la categoría de especies amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se pueden observar algas verdes, cafés y rojas, compartiendo el espacio con estos organismos. La altura promedio de los pastos es de 30 cm con una cobertura del 100% en su área de distribución. Su distribución en el área de estudio se observa a una distancia de 25 metros de la línea de costa distribuidos en franjas irregulares, pero con escasa distribución en comparación con las otras zonas descritas anteriormente.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Fondo arenoso. Esta zona predomina en el entorno, particularmente en la zona de desplante del muelle. Está ubicada de manera significativa en la zona más profunda del área de estudio. Se caracteriza por la escasa o nula presencia de organismos bentónicos, como se observa en las siguientes fotografías.

c.7. Resultados del inventario (composición de especies)

En la **Tabla 5** se indica el listado de especies registradas durante el inventario realizado de acuerdo con la metodología propuesta.

TABLA 5. COMPOSICIÓN DE ESPECIES

GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Algas	Caulerpaceae	*Caulerpa taxifolia*	Alga asesina
	Ceramiaceae	*Ceramium spp.*	---
	Dictyotaceae	*Dictyota divaricata*	Alga parda
	Gracilariaceae	*Gracilaria turgida*	---
	Halimedaceae	*Halimeda incrassata*	Alga verde calcárea
	Hapalidiaceae	*Clathromorphum compactum*	Alga costrosa
	Rhodomelaceae	*Laurencia papillosa*	Alga café
	Solieriaceae	*Eucheuma isiforme*	Alga roja
	Solieriaceae	*Solieria filiformis*	Alga roja
	Udoteaceae	*Penicillus capitatus*	---
	Udoteaceae	*Penicillus dumetosus*	Alga brocha
	Udoteaceae	*Rhipocephalus phoenix*	Olga piña
	Udoteaceae	*Udotea flabellum*	Alga verde abanico
Pastos	Cymodoceaceae	*Syringodium filiforme*	Pasto de manatí
	Hydrocharitaceae	*Thalassia testudinum*	Pasto tortuga

De acuerdo con el inventario realizado en el área de estudio, se identificó un total de 15 especies, pertenecientes a 2 grupos (algas y pastos marinos); así como 11 familias, de las cuales la más importante es la familia Udoteaceae con 4 especies, seguida de la familia Solieriaceae con 2 registros; el resto de las familias están representadas por 1 especie.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

d. Fauna marina

d.1. Metodología del inventario

Para el muestreo de fauna se aplicó el método de censo visual a través de transectos con ancho de banda fijo (ver **Figura 3**), lo cual permitió obtener estimaciones de la riqueza de especies.

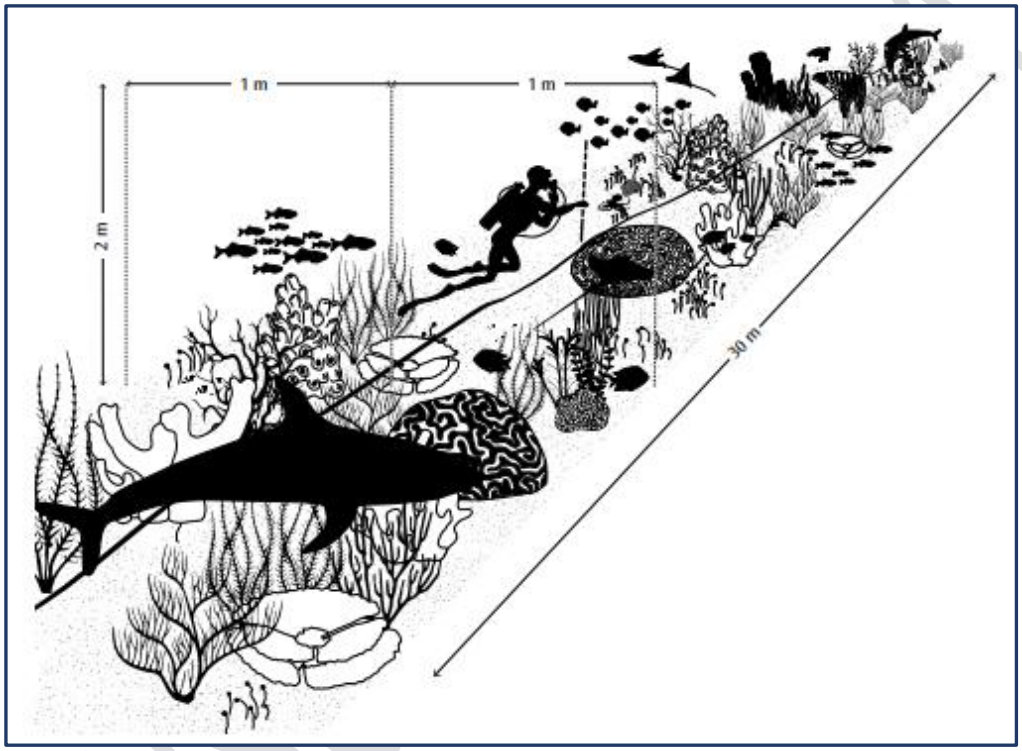


Figura 3. Ejemplificación del inventario de fauna marina por transecto de banda fija.

En total se trazaron 3 transectos de 30 metros de longitud x 6 metros de ancho (180 m^2 de superficie muestreada por transecto), separados cada 10 metros.

En la aplicación de este método se realizaron las siguientes actividades:

- Mediante la aplicación del método del **transecto de banda fijo (30 x 6 m)**, se llevaron a cabo buceos superficiales libres con esnórquel de 20 minutos de duración.
- Se realizaron al menos dos censos por transecto.
- Se anotó en la tabla acrílica el sentido del recorrido y el nivel de profundidad.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- A partir de este punto dos investigadores se desplazaron libremente en direcciones opuestas, empleando 15 minutos en una dirección y otros 15 minutos para retornar al punto de partida (dos censos).

- El primer desplazamiento se realizó nadando erráticamente por el límite inferior de profundidad que se evalúa y el retorno por el límite superior.

- Se registró en la tabla acrílica todas las especies de fauna observadas durante los desplazamientos. Para ello el investigador utilizó todo el conocimiento que posee acerca del hábitat; además de registrar las especies de hábitos supra bentónicos, examinando cuidadosamente grietas, esponjas, parches de arena o cualquier posible refugio para los peces.

d.2. Resultados del inventario (composición de especies)

En las **Tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11** se indica el listado de especies registradas durante el muestreo de fauna realizado de acuerdo con la metodología propuesta.

TABLA 6. BENTÓNICOS

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Spongiidae	*Spongia obscura*	Esponja negra
Thorectidae	*Ircinia felix*	Esponja olorosa
Thorectidae	*Smenospongia aurea*	Esponja dorada

TABLA 7. ICTIOFAUNA (PECES ÓSEOS)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Chaetodontidae	*Chaetodon capistratus*	Pez mariposa de cuatro ojos
Carangidae	*Caranx ruber*	Jurel juvenil
Gobiidae	*Gobiosoma prochilos*	Pez limpiador
Haemulidae	*Haemulon flavolineatum*	Tambor manchado juvenil
Haemulidae	*Haemulon plumieri*	Chak chi
Haemulidae	*Haemulon parra*	Ronco
Labridae	*Lachnolaimus maximus*	Boquinete
Lutjanidae	*Lutjanus griseus*	Pargo mulato
Lutjanidae	*Ocyurus chrysurus*	Rubia
Pomacanthidae	*Pomacanthus paru*	Ángel Francés
Scaridae	*Sparisoma aurofrenatum*	Loro de banda roja
Syngnathidae	*Syngnathus abaster*	Pez aguja
Tetraodontidae	*Sphoeroides testudineus*	Botete sapo

COPIA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

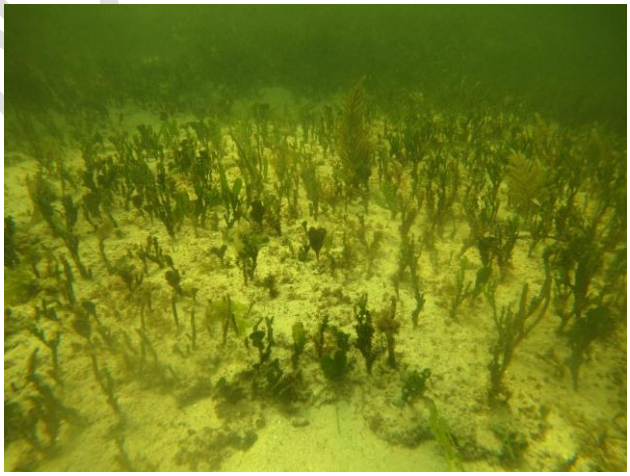
TABLA 8. ICTIOFAUNA (PECES CARTILAGINOSOS)		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Urolophidae	*Urobatis jamaicensis*	Raya redonda de estero

TABLA 9. MOLUSCOS		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Strombidae	*Lobatus gigas*	Caracol rosado

TABLA 10. CRUSTÁCEOS		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Portunidae	*Callinectes marginatus*	Jaiba talicuna

TABLA 11. EQUINODERMOS		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Diadematidae	*Diadema antillarum*	Erizo diadema

De acuerdo con el inventario realizado en el área de estudio, se identificó un total de 20 especies de organismos marinos, pertenecientes a 6 grupos taxonómicos. El grupo mejor representado corresponde a los peces óseos, con 13 especies distribuidas en 8 familias; seguido de los bentónicos, con 3 especies pertenecientes a 2 familias; mientras que los peces cartilaginosos, moluscos y equinodermos estuvieron representados por 1 especie y 1 familia cada uno. Finalmente, el grupo de los crustáceos registró 1 especie perteneciente a 1 familia.



Algas y esponjas costrosas registradas en el área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.5. ANÁLISIS MULTITEMPORAL Y PROYECCIÓN MORFODINÁMICA DEL LITORAL ENTRE 2017 Y 2026. CAMBIOS EN LA LÍNEA DE COSTA.

4.5.1. Identificación y análisis de las tasas de cambio de la línea costera

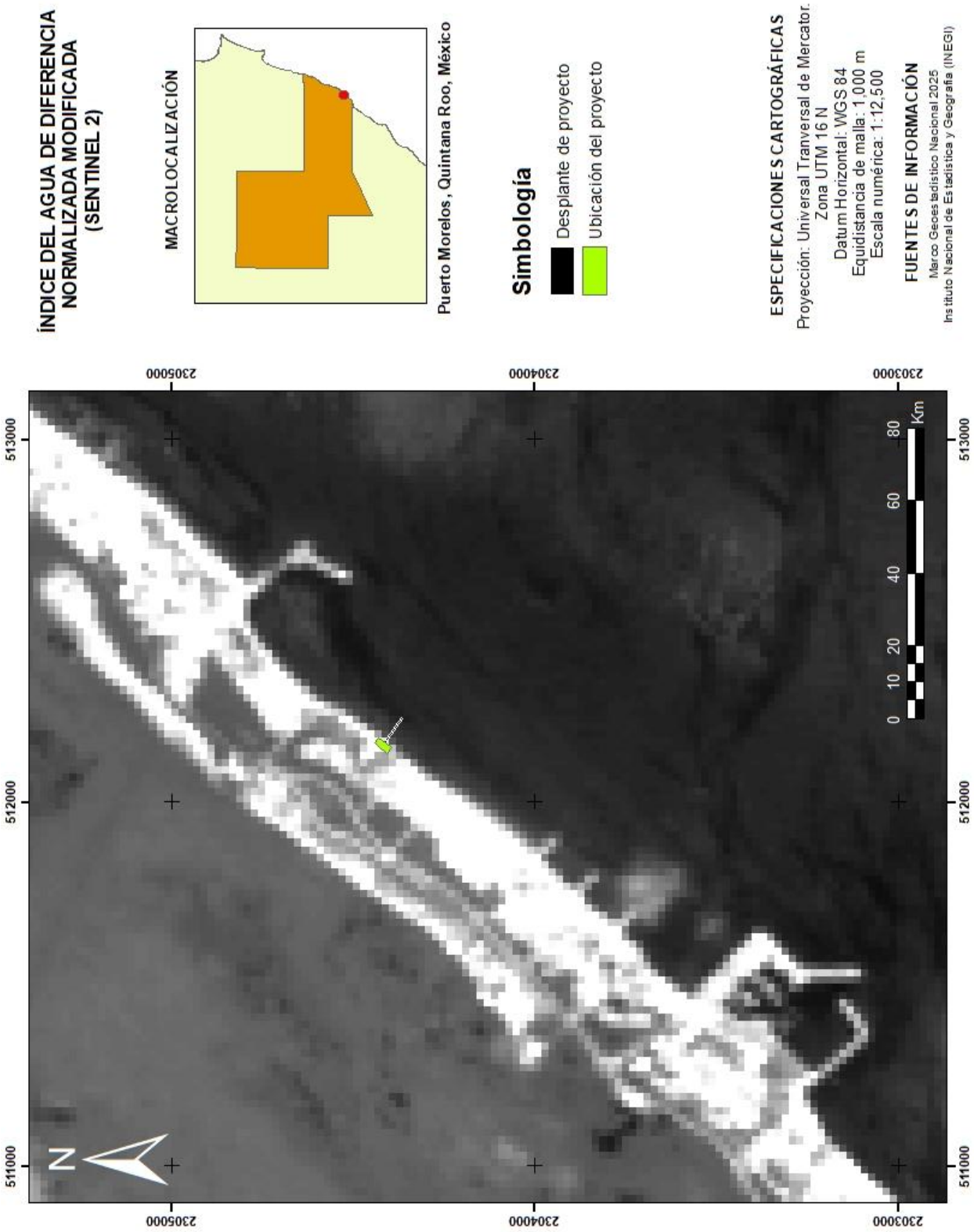
Las líneas costeras detectadas y extraídas de la zona costera de Puerto Morelos y su entorno inmediato en el Mar Caribe, fueron analizadas mediante la herramienta del USGS: Digital Shoreline Analysis System (DSAS). Una herramienta desarrollada para calcular tasas de cambio de la línea costera desde el análisis de datos en series de tiempo almacenados mediante sistemas de información geográfica (Thieler y Danforth, 1994; Brooks y Spencer, 2010; González-Villanueva et al., 2013).

El cambio de la costa es calculado mediante el establecimiento de transectos ortogonales a la línea costera, para este estudio se determinó una separación de 30 m entre transectos y ubicados a un ángulo aproximado de 90 grados, con el objetivo de evaluar los cambios y tendencias históricas de la misma, mismos que son obtenidos mediante una tabla de atributos.

Fue necesario la generación de un Geodatabase para la unificación de líneas costeras digitalizadas, que, para fines de confiabilidad y reducción del sesgo, se alimentó con una línea de costa por año de 2017 a 2026, direccionadas hacia el mar (Thieler et al., 2009).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Para evaluar el cambio de las líneas costeras, se procesaron las estadísticas Net Shoreline Movement (NSM) y End Point Rate (EPR); que proporcionan información acerca de la magnitud y las tendencias de los cambios de la línea costera. Cabe resaltar que NSM proporciona información con respecto a la distancia entre la línea costera del análisis más antigua (2017) y la más reciente (2026), para cada transecto; por lo que se puede realizar un análisis comparativo del cambio total en la dinámica del litoral costero durante el periodo de tiempo que comprende el estudio. Mientas que EPR (siendo la herramienta mayormente empleada), brinda información sobre la tasa de cambio y se calcula mediante la división entre la distancia del movimiento de la línea costera y el tiempo transcurrido entre la línea costera más antigua y la más actual (Thieler et al., 2009), por lo tanto, es comprendida como la cantidad en metros del desplazamiento de la línea costera, en el periodo de análisis.

4.5.2. Modelo de predicción evolutiva de la línea costera-Beta Shoreline Forecasting

Se empleó la herramienta **Beta Shoreline Forecasting**, utilizada principalmente para calcular una posición costera pronosticada a 5,10, 15 y 20 años adelante, que se alimenta de los datos históricos de la posición de la costa. El cálculo del pronóstico de la costa, se realizó empleando el filtro de Kalman (Kalman, 1960), desarrollado por Long y Plant, 2012, para proporcionar posiciones costeras futuras combinando posiciones costeras observadas con posiciones derivadas de modelos. El funcionamiento del modelo consiste en realizar la tasa de regresión lineal calculada por DSAS y posteriormente estima la línea costera, posición y tasa de cambio cada cinco años, además proporciona una estimación de la incertidumbre posicional en cada paso de tiempo. Para el modelo realizado en el área de estudio fueron utilizadas las líneas de costa obtenidas mediante las imágenes de satélite Landsat 8 nivel 1 de 2017 a 2026, con el objetivo de tener una temporalidad mínima de 9 años y reducir el sesgo del modelo.

El modelo como primer paso realizó una corrección de la línea de costa de la primera línea de costa proporcionada, en este estudio fue la del 2017, posteriormente reconoció la posición de la línea de costa para cada línea proporcionada. Cabe resaltar que el modelo de Kalman siempre que observa una línea de costa nueva, realiza un análisis con la finalidad de minimizar el error entre posiciones de las costas modeladas y observadas con el objetivo de mejorar el pronóstico (incluyendo la actualización de las tasas de cambio y las incertidumbres) (Long & Plan, 2012). Posteriormente las tasas actualizadas son utilizadas para predecir la posición de la costa para cada paso de tiempo en lo sucesivo hasta alcanzar todas las fechas manifestadas. Cuando los datos de costa están bien

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

representados mediante un ajuste lineal, el pronóstico basado en el filtro de Kalman crea una línea de regresión lineal extrapolado al futuro.

4.5.3. Resultados

Determinación de cambios en la línea de costa de Puerto Morelos mediante el uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica

El análisis de la dinámica costera a lo largo de 1,800 m de litoral en el municipio de Puerto Morelos, comprendido entre el muelle fiscal y el complejo Cid Marinas & Sportfishing Riviera, para el periodo 2017–2026, permitió identificar un comportamiento predominantemente erosivo en el área de estudio. Del total de 513 transectos analizados mediante el método EPR (End Point Rate), el 61.79% (317 transectos) presentó valores negativos asociados a procesos de retroceso de la línea de costa, mientras que el 38.21% restante (196 transectos) registró valores positivos vinculados a procesos de acreción. La máxima tasa de erosión alcanzó valores de −9.68 m/año, en tanto que las máximas tasas de acreción registraron valores de hasta 5.67 m/año. En términos generales, la línea de costa presentó una tasa promedio de cambio de −0.29 m/año, lo que evidencia una tendencia netamente erosiva durante el periodo analizado. Los sectores con mayor afectación se localizaron principalmente en la porción suroeste del área de estudio, frente al Club Platinum, así como en el sector oriental del muelle fiscal, donde se registraron tasas con retroceso costero.

Con el propósito de identificar de manera más precisa los sectores con afectaciones críticas por erosión y acreción, se aplicaron los criterios de clasificación propuestos por Cifuentes-Ossa, Del Río y Natesan. A partir de esta categorización, se determinó que el 98% de los transectos (505 transectos) corresponde a condiciones estables de la línea de costa, mientras que el 0.97% (5 transectos) presentó procesos de erosión alta y el 0.39% (2 transectos) registró erosión moderada. Por otra parte, únicamente el 0.19% de los transectos (1 transecto) evidenció condiciones de acreción alta. Basados en la clasificación de Cifuentes y colaboradores, el sector analizado muestra una dinámica litoral relativamente equilibrada, caracterizada por un predominio de condiciones estables (plano de la **página siguiente**); sin embargo, la presencia localizada de sectores con erosión moderada y alta sugiere zonas de vulnerabilidad costera que podrían intensificarse bajo escenarios de incremento del nivel medio del mar y eventos hidrometeorológicos extremos (**Figura 4**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

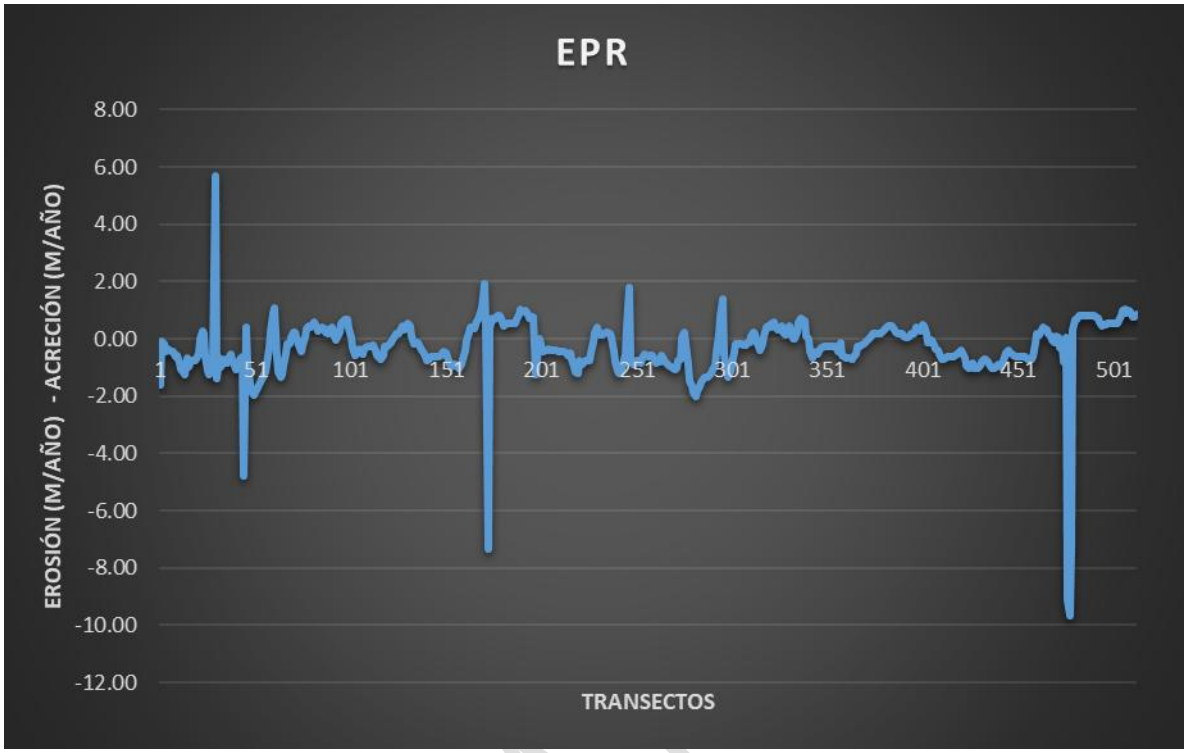
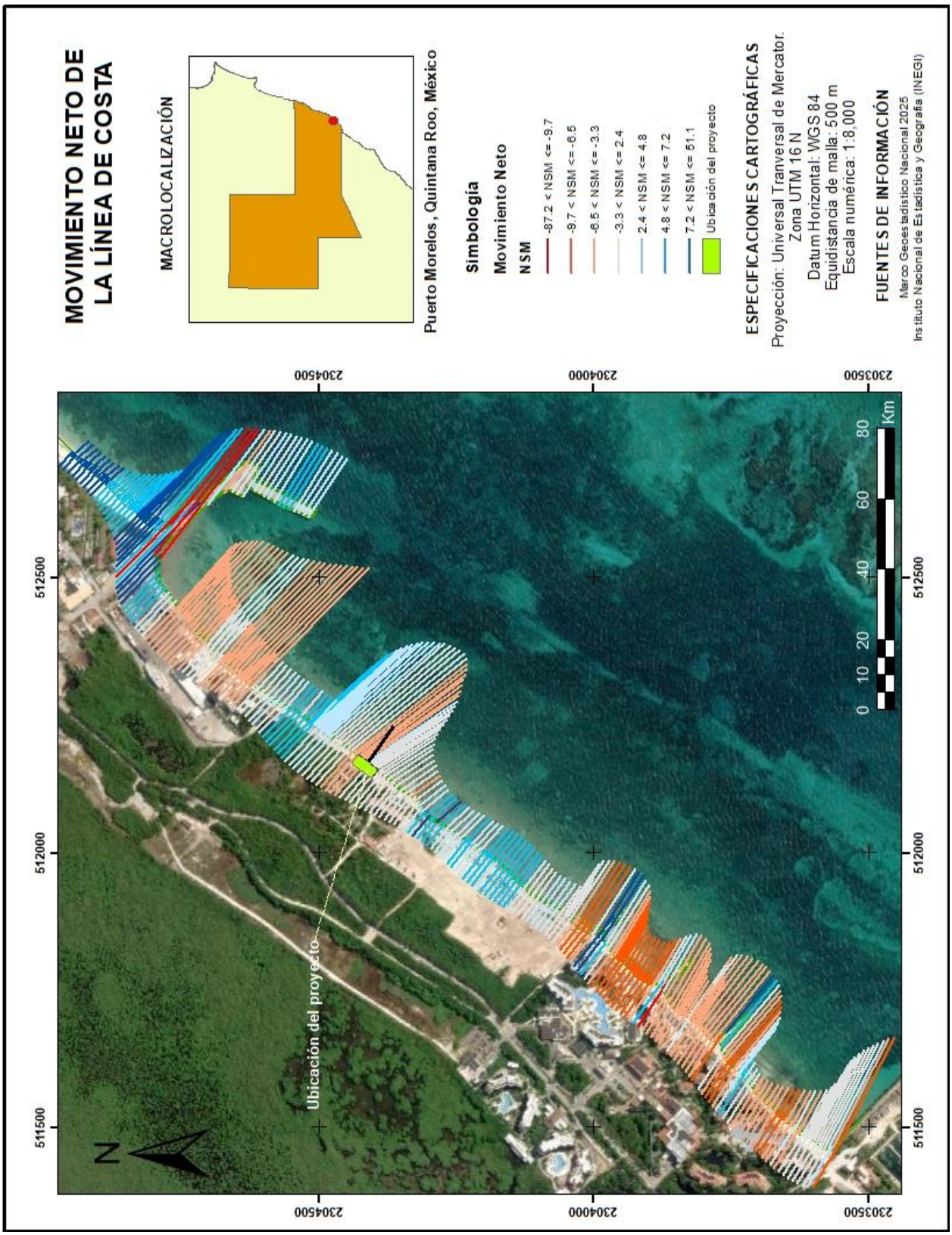


Figura 4. Tasas EPR de cambio costero (2017–2026) entre Playa Xcalacoco y Mayakoba, Puerto Morelos. Predominó la erosión (61.79%), con máximos de −9.68 m/año.

Los resultados obtenidos mediante el análisis NSM (Net Shoreline Movement) evidencian una dinámica litoral espacialmente heterogénea a lo largo del sector costero comprendido entre el muelle fiscal de Puerto Morelos y el complejo Cid Marinas & Sportfishing Riviera durante el periodo 2017–2026. La máxima distancia negativa registrada fue de −87.11 m, localizada al oriente del muelle fiscal, indicando uno de los sectores con mayor retroceso de la línea de costa dentro del área de estudio. En contraste, la máxima distancia positiva alcanzó valores de hasta 51.04 m, identificada hacia el oeste del Club Platinum, reflejando procesos localizados de acreción y acumulación sedimentaria. Estas variaciones espaciales en el movimiento neto de la línea costera responden a la interacción de múltiples factores hidrodinámicos y antrópicos característicos del litoral de Puerto Morelos, entre los que destacan la influencia de eventos hidrometeorológicos extremos, el impacto recurrente del oleaje asociado a tormentas tropicales y huracanes en el Caribe mexicano, así como las modificaciones en la dinámica del transporte litoral derivadas de infraestructura costera y actividades turísticas.

CONSULTA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Los procesos acrecionales identificados en algunos sectores pueden asociarse a la distribución de sedimentos posterior a eventos de tormenta, así como a la acumulación temporal de sedimentos favorecida por variaciones en las corrientes litorales y la presencia de estructuras artificiales en Puerto Morelos, cabe resaltar que los arrecifes presentes en la zona actúan como una barrera natural que modifica significativamente la disipación del oleaje incidente. Por otra parte, los sectores con mayores tasas de erosión, particularmente al oriente del muelle fiscal, evidencian una elevada susceptibilidad a la pérdida de sedimentos y al retroceso costero, posiblemente intensificados por la reducción del aporte sedimentario, la alteración de la dinámica natural de playa a consecuencia del posicionamiento de estructuras artificiales y el impacto acumulativo de eventos meteorológicos extremos ocurridos durante el periodo de análisis. La comparación multitemporal mediante imágenes satelitales Landsat y ortomosaicos disponibles en Google Earth permitió corroborar la expansión y retracción de la línea de costa en distintos sectores, confirmando la elevada variabilidad morfodinámica que caracteriza este tramo litoral de Puerto Morelos (**Figura 5**).

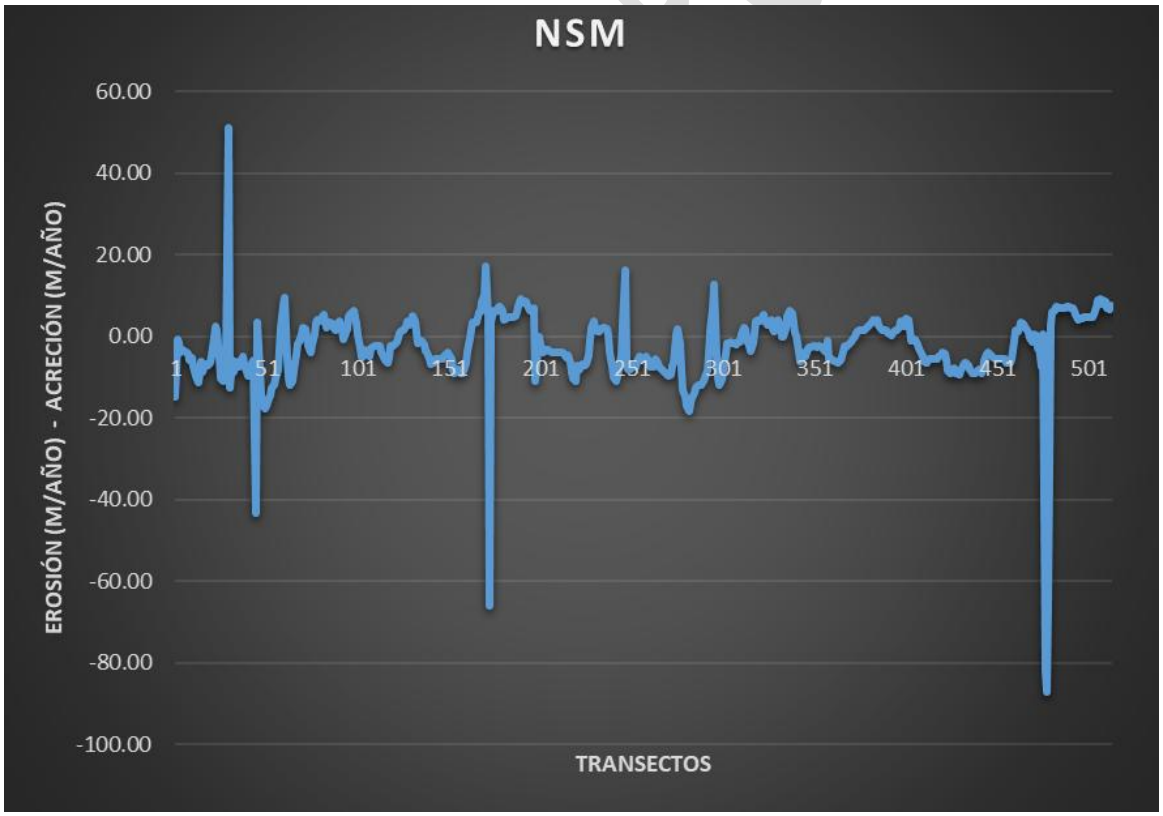
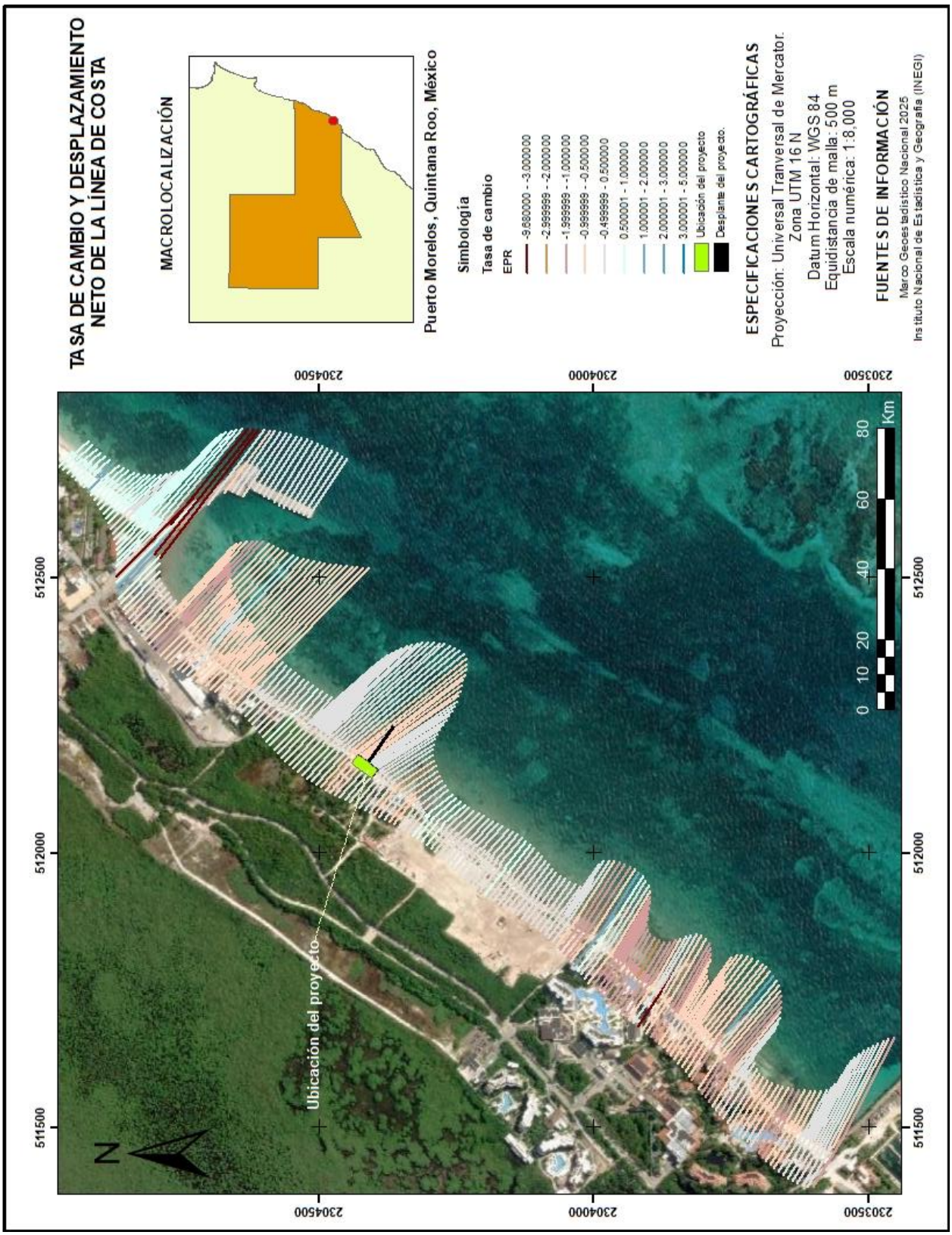


Figura 5. Movimiento neto de la línea de costa (NSM) durante el periodo 2017–2026 entre el muelle fiscal y Cid Marinas & Sportfishing Riviera, Puerto Morelos. Se registró una máxima erosión de −87.11 m al oriente del muelle fiscal y una acreción máxima de 51.04 m hacia el oeste del Club Platinum.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.5.4. Resultados de la aplicación del Filtro de Kalman

Con el propósito de evaluar la evolución potencial de la línea de costa en el litoral de Puerto Morelos, se aplicó el modelo predictivo Kalman Forecast, generando escenarios prospectivos a 5, 10, 15 y 20 años a partir de la tendencia histórica registrada entre 2017 y 2026. Las proyecciones permitieron identificar una respuesta morfodinámica espacialmente heterogénea a lo largo de los 526 transectos analizados, evidenciando sectores con acumulación sedimentaria asociados a la influencia de infraestructura costera y zonas con persistencia de procesos erosivos vinculados al déficit sedimentario y a la exposición hidrodinámica. En términos generales, los escenarios proyectados reflejan una evolución progresiva hacia una configuración litoral segmentada, donde la interacción entre procesos naturales y factores antrópicos continuará condicionando la estabilidad y dinámica de la línea de costa en Puerto Morelos durante las próximas décadas.

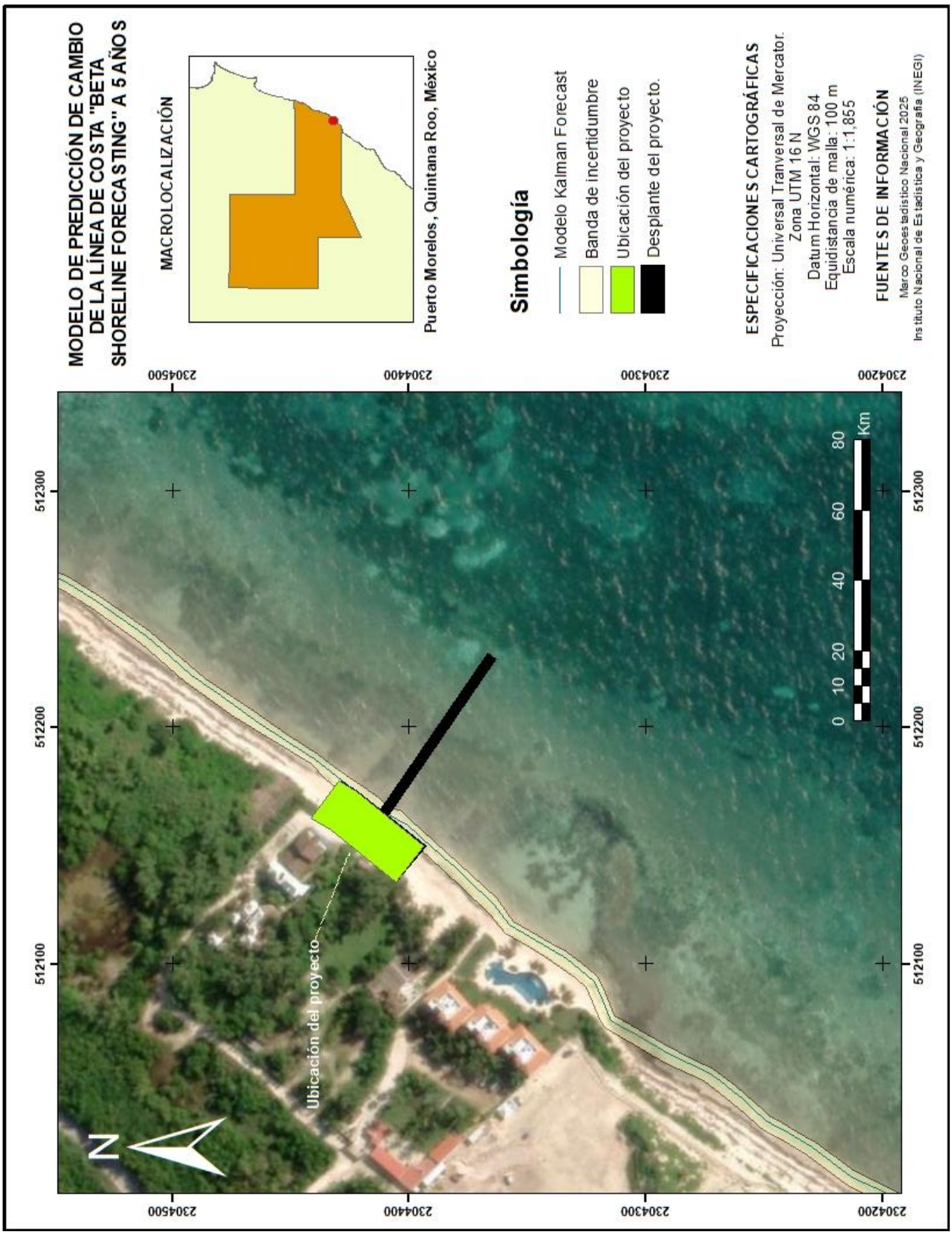
4.5.5. Modelo de predicción de cambio de la línea de costa "Beta Shoreline Forecasting" a 5 años

El sector costero de Puerto Morelos podría registrar una ganancia promedio de 2.40 m en los próximos 5 años con respecto a la línea de costa actual, lo que representa una ganancia poco significativa en metros ganados por año. Sin embargo, es fundamental destacar que este modelado absorbe una variabilidad ambiental e hidrodinámica que puede acelerar o desacelerar el transporte de sedimentos, sugiriendo que bajo escenarios de acreción la ganancia real en los sectores de acumulación protegidos podría alcanzar máximos acumulados de hasta 5 m en la berma, mientras que ante eventos severos de oleaje la playa podría experimentar retrocesos puntuales estacionales.

El modelo predictivo a lo largo del litoral de Puerto Morelos evidencia una heterogeneidad entre ganancias y pérdidas de terreno. Para fines prácticos y de zonificación, tomando como referencia el área de mayor influencia de la infraestructura portuaria y comenzando hacia el sector noroeste, se consolidan procesos de erosión en la región oriental del muelle fiscal, esto principalmente por la interrupción de las corrientes litorales y la disipación del oleaje. El suroeste de la zona de estudio registra la presencia de estructuras artificiales utilizadas para retener los sedimentos que conforman el litoral costero y, además, evitan el aceleramiento de procesos erosivos. Sin embargo, a consecuencia de la variación de las variables ambientales y antrópicas que influyen en la dinámica del litoral de puerto se ha registrado en el área antes mencionada un retroceso neto acumulados de -3.95 m, comprometiendo de manera progresiva la integridad del litoral (**plano siguiente**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

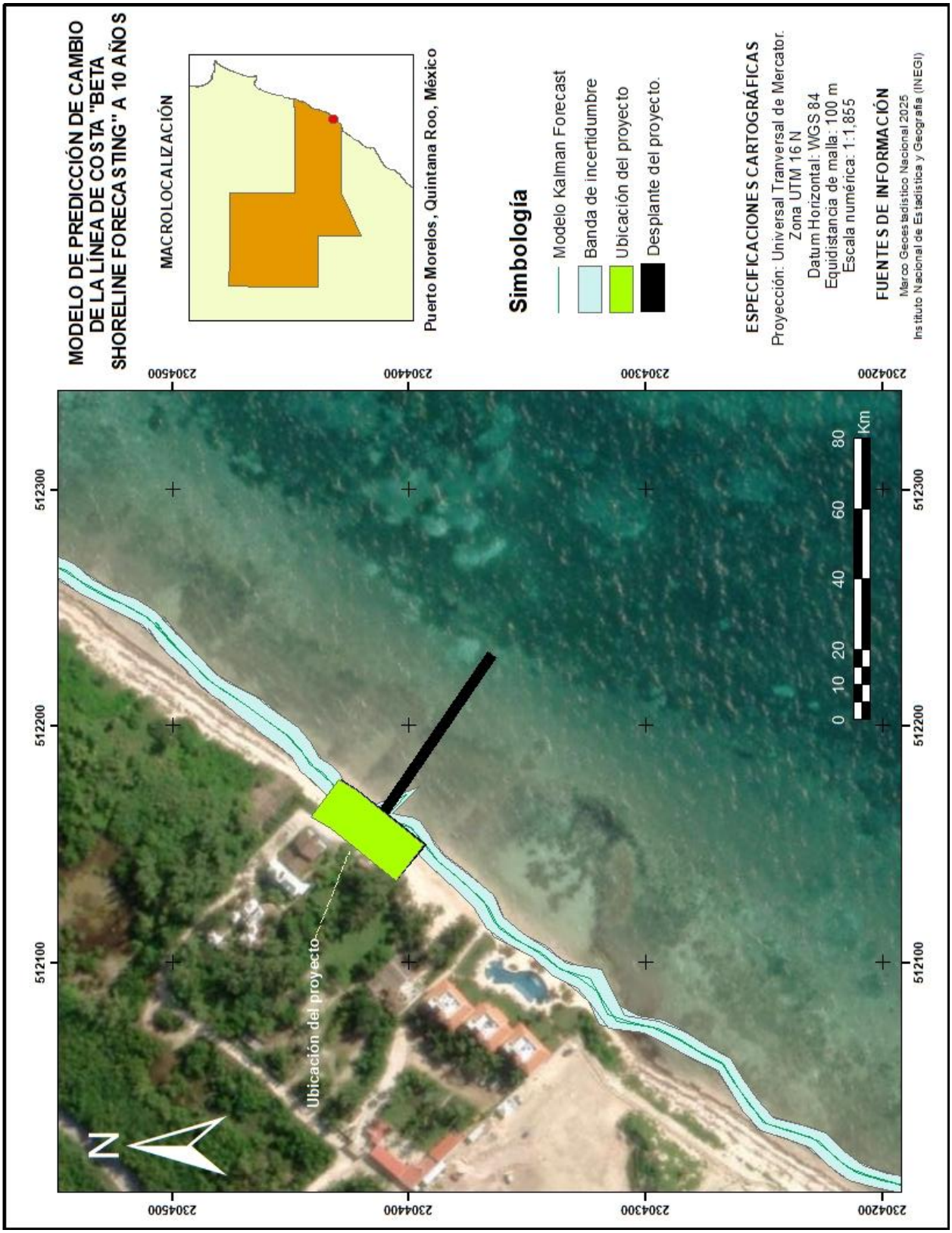
4.5.6. Modelo de predicción de cambio de la línea de costa "Beta Shoreline Forecasting" a 10 años

El análisis predictivo de la línea de costa mediante el modelo Kalman Forecast a un horizonte temporal de 10 años evidencia una marcada diferenciación morfodinámica a lo largo de los 526 transectos evaluados en el litoral de Puerto Morelos. En el sector inicial del área de estudio (aproximadamente frente Club Platinum), se proyectan tendencias acrecionales significativas, con avances costeros entre 31 y 74 m y niveles de incertidumbre máximos de hasta (70.34 m), lo que sugiere una alta variación en el modelo. Desde una perspectiva geomorfológica, este comportamiento podría estar asociado a la influencia de infraestructura portuaria y estructuras costeras adyacentes que modifican la hidrodinámica local, favoreciendo la disipación parcial del oleaje y la retención de sedimentos biogénicos transportados por la deriva litoral.

En contraste, hacia el noreste del área de estudio (cercano al muelle fiscal), el modelo proyecta tendencias erosivas caracterizadas por retrocesos netos de entre −27.18 y −34.90 m. Aunque estos valores reflejan un comportamiento erosivo desde el punto de vista numérico, gran parte de este sector continúa clasificándose dentro de condiciones relativamente estables de acuerdo con los criterios de Cifuentes-Ossa. No obstante, la persistencia de procesos erosivos localizados podría estar relacionada con alteraciones en el transporte litoral, déficit sedimentario y la influencia acumulativa de eventos hidrometeorológicos extremos característicos del Caribe mexicano.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

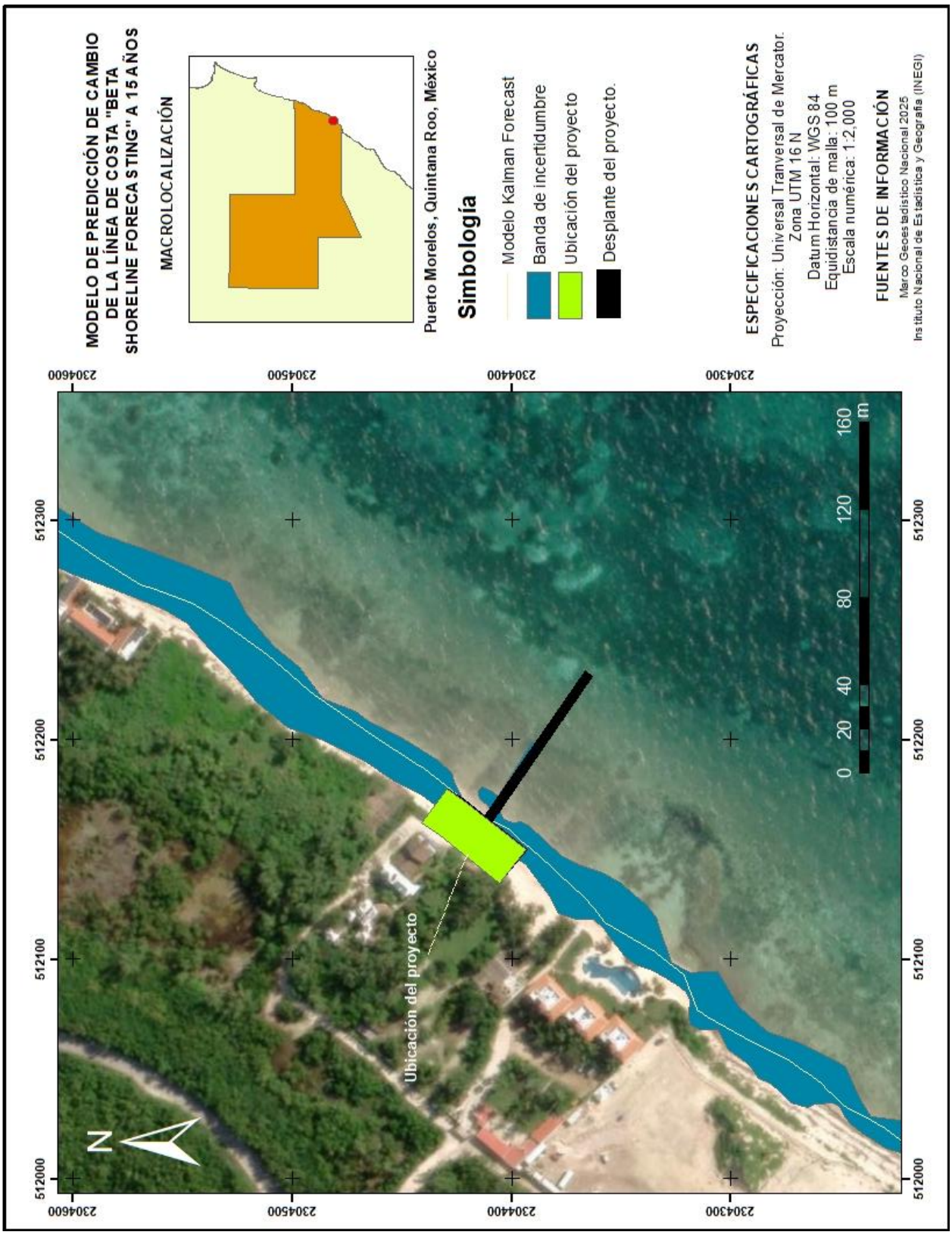
4.5.7. Modelo de predicción de cambio de la línea de costa "Beta Shoreline Forecasting" a 15 años

El análisis predictivo de la línea de costa mediante el modelo Kalman Forecast para un horizonte temporal de 15 años (año proyectado 2041) evidencia una consolidación progresiva de las tendencias morfodinámicas observadas en el litoral de Puerto Morelos. Bajo este escenario, las zonas influenciadas por infraestructura portuaria y estructuras de retención sedimentaria continúan registrando procesos acrecionales persistentes, alcanzando avances promedio cercanos a 7.21 m respecto a la línea base de 2026. En sectores con mayor confinamiento hidrodinámico, las proyecciones indican acumulaciones sedimentarias localizadas que podrían superar los 20 m de avance neto de la línea de costa.

Desde el punto de vista geomorfológico, este comportamiento refleja una modificación progresiva del equilibrio sedimentario natural, asociada a cambios en la dinámica de la deriva litoral y a la distribución espacial de sedimentos inducida por infraestructura rígida presente en el sistema costero. En contraste, hacia el noreste del área de estudio, el modelo proyecta una persistencia de procesos erosivos relacionados con déficit sedimentario y elevada exposición hidrodinámica, estimándose retrocesos netos acumulados cercanos a −11.85 m en sectores críticos localizados al noreste del muelle fiscal. En términos integrales, el escenario proyectado a 15 años sugiere una evolución progresiva hacia una configuración costera más segmentada, caracterizada por sectores con acumulación sedimentaria localizada y zonas con retroceso persistente de la línea de costa (ver plano de la **página siguiente**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

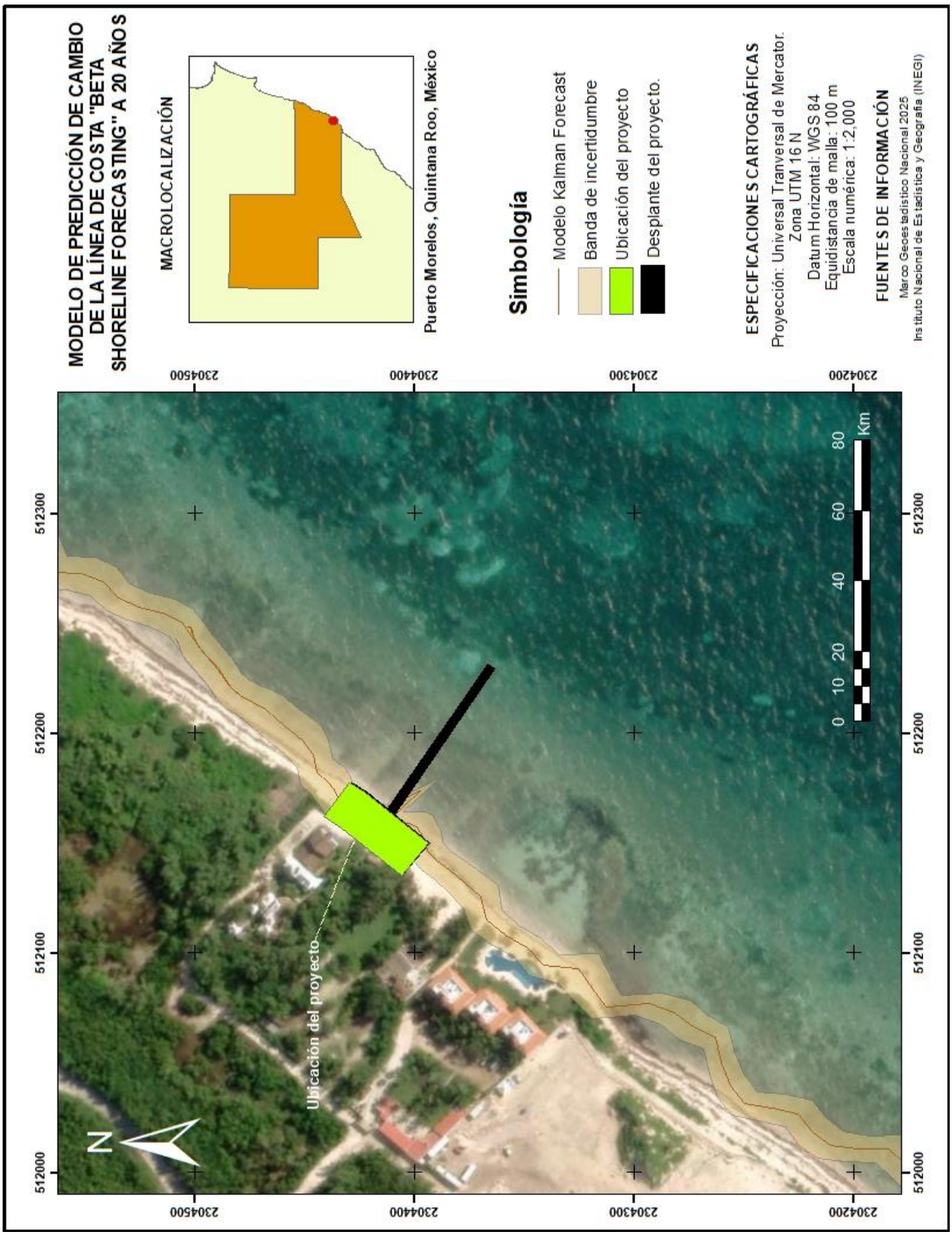
4.5.8. Modelo de predicción de cambio de la línea de costa "Beta Shoreline Forecasting" a 20 años

El análisis predictivo de la línea de costa mediante el modelo Kalman Forecast a 20 años, evidencia una heterogeneidad morfodinámica bien definida a lo largo de los 526 transectos analizados en Puerto Morelos. Desde el comienzo del sector inicial del área de estudio (Frente Club Platinum), el modelo proyecta procesos acrecionales con avances costeros de aproximadamente 73 m, sin embargo, es importante resaltar que la incertidumbre varia en promedio 14 m. Desde el punto de vista geomorfológico, estas tendencias podrían estar asociadas a la influencia de infraestructura establecida en la región marina, mismas que modifican la dinámica hidrodinámica local y favorecen la acumulación de sedimentos en sectores parcialmente protegidos del oleaje incidente.

Por el contrario, conforme el sistema costero se aleja de la influencia directa de dichas estructuras, particularmente hacia el noreste del área de estudio (en dirección al muelle fiscal), se proyecta una transición hacia condiciones de déficit sedimentario y mayor inestabilidad costera, registrándose retrocesos netos de la línea de costa entre −17.95 y −20.94 m. Aunque estas proyecciones reflejan tendencias erosivas desde el punto de vista estadístico, gran parte del sector continúa clasificándose dentro de condiciones de estabilidad relativa de acuerdo con la clasificación de Cifuentes y colaboradores. Bajo escenarios de incremento en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos y presión antrópica asociada al desarrollo turístico de Puerto Morelos, algunos sectores del litoral podrían experimentar una reducción progresiva de su capacidad natural de recuperación sedimentaria durante las próximas décadas (ver plano de la **página siguiente**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.5.9. Conclusión

El análisis multitemporal y geoespacial realizado a lo largo de los 1,800 metros de litoral en Puerto Morelos permitió determinar que el sistema costero se encuentra regido por un comportamiento predominantemente erosivo, ya que durante el periodo 2017–2026 el método estadístico EPR demostró que el 61.79% de los transectos analizados experimentó un retroceso de la línea de costa, con una tasa promedio general de cambio de -0.29 m/año y picos erosivos críticos de hasta -9.68 m/año concentrados al oriente del muelle fiscal y frente al Club Platinum, lo cual fue respaldado por el análisis NSM al registrar un retroceso neto máximo de -87.11 metros en las inmediaciones de dicho muelle. No obstante, al contrastar los datos con los umbrales de la clasificación de Cifuentes y colaboradores, se determinó que el 98% del área de estudio califica actualmente bajo condiciones de estabilidad, lo que demuestra que, si bien existe un déficit en el transporte litoral, la zona costera posee un podría alcanzar un equilibrio dinámico.

Por otra parte, la aplicación del modelo de pronóstico Kalman Forecast evidenció un marcado y progresivo contraste morfodinámico a mediano y largo plazo, proyectando una costa altamente segmentada para las próximas décadas, donde en el corto plazo a 5 años se estima un avance promedio inicial de +2.40 metros en zonas protegidas y un retroceso de -3.95 metros en sectores vulnerables, mientras que a mediano plazo entre los 10 y 15 años las tendencias se consolidan drásticamente alcanzando avances promedio de +7.21 metros en zonas bajo la influencia de estructuras de abrigo y retrocesos de -11.85 metros al noreste del muelle fiscal, culminando en un escenario a 20 años que acentúa la modificaciones espaciales al proyectar avances costeros de hasta +73 metros frente al Club Platinum frente a retrocesos de entre -17.95 y -20.94 metros en los sectores desprovistos de infraestructura rígida, lo que bajo escenarios de cambio climático, presión antrópica turística e incremento en la frecuencia de huracanes y nortes comprometerá la integridad de la berma actual.

Ante este panorama, los métodos aplicados en esta investigación mediante la extensión DSAS, el Filtro de Kalman y el procesamiento de imágenes satelitales y ortomosaicos demostraron ser altamente confiables, precisos y eficientes en cuestión de tiempo al permitir reconstruir una década de evolución morfológica y proyectar dos décadas de escenarios futuros de forma automatizada, reduciendo significativamente los costos y tiempos operativos en comparación con levantamientos topográficos tradicionales en el terreno, lo que valida formalmente esta metodología como una herramienta científica robusta para la modelación de costas tropicales complejas. Finalmente, con base en los resultados y la vulnerabilidad identificada, se establece como una prioridad la implementación de un monitoreo constante y sistemático de la línea de costa mediante tecnologías de sistemas de información geográfica y drones.

CONSULTA PÚBLICA

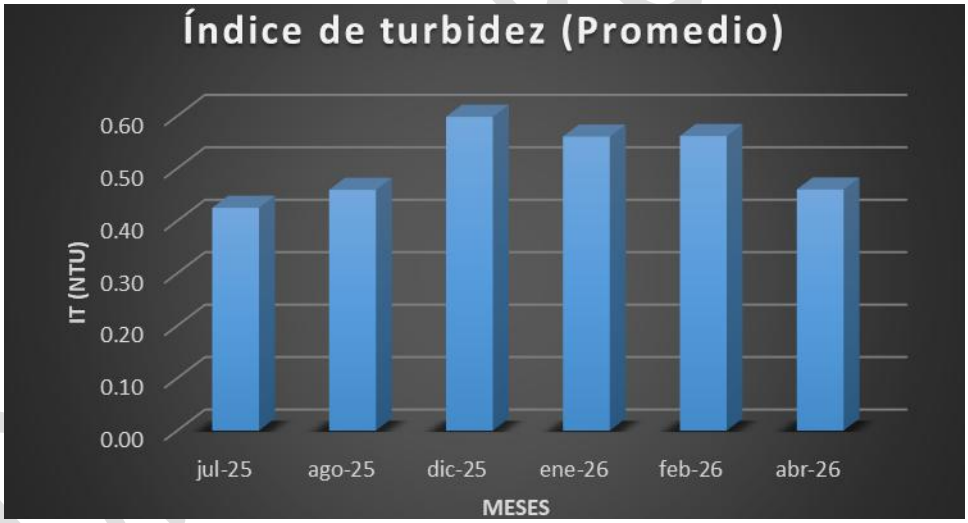
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.6. ÍNDICE DE TURBIDEZ Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

4.6.1. Resultados

Determinación del índice de turbidez mediante imágenes de satélite LandSat 8 nivel 1

Los resultados obtenidos a partir de los promedios del índice de turbidez no evidenciaron diferencias significativas entre temporadas. Sin embargo, los valores más altos se registraron durante la temporada de secas, con un promedio de 0.53 NTU, mientras que los valores más bajos correspondieron a la temporada de lluvias, con un promedio de 0.49 NTU. Asimismo, el valor máximo de turbidez se presentó en diciembre del 2025, con 0.60 NTU, mientras que el valor mínimo se registró en julio del 2025, con 0.42 NTU. Cabe señalar que ambos meses corresponden a la temporada de lluvias. Estos resultados pueden apreciarse de manera gráfica en la siguiente figura.



La caracterización espacial del índice de turbidez (IT) para el periodo de julio de 2025 evidencia una configuración hidrodinámica regida por el forzamiento eólico y la energía del oleaje incidental propio de la temporada. En el área de influencia directa del proyecto, el IT manifiesta una estabilidad diagnóstica con valores que fluctúan entre 0.46 y 0.51 NTU, lo que denota una columna de agua con baja carga de detritos y material organico en suspención. Sin embargo, hacia la región suroeste se localiza un núcleo de altos valores turbidez, registrando hasta 0.59 NTU; este incremento se vincula con la resuspensión de sedimentos de naturaleza carbonatada, inducida por la fricción del flujo sobre el litoral de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

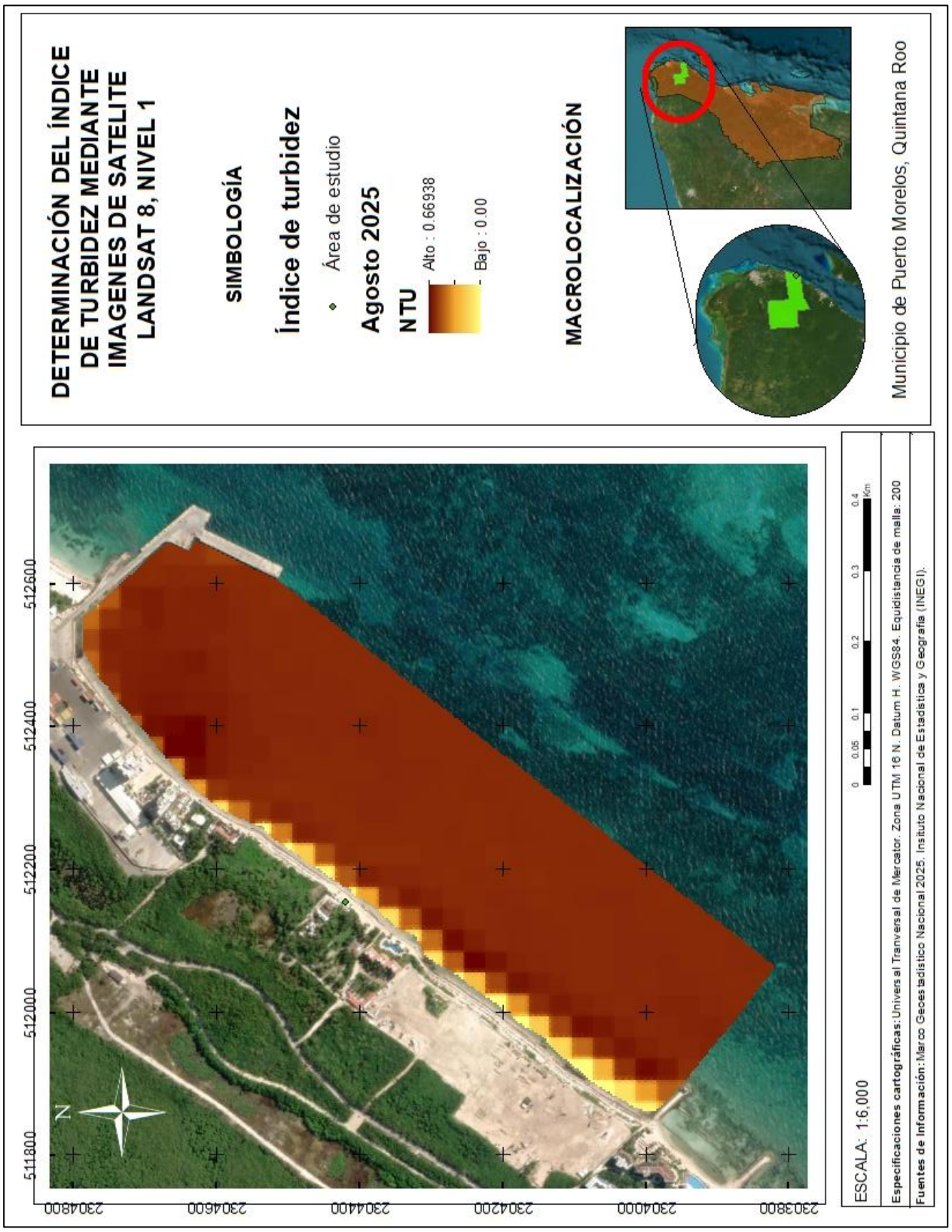
Puerto Morelos y el transporte advectivo de partículas a través de la deriva litoral predominante.

En el gradiente transversal hacia la zona oceánica y la región noroeste, se observa una atenuación óptica significativa, con registros que convergen en el espectro de 0.29 a 0.43 NTU a medida que se supera el límite de la zona de rompiente. Esta transición hacia la zona fótica externa indica una mayor eficiencia en los procesos de mezcla y dispersión, en contraste con la franja costera donde la infraestructura portuaria genera una distorsión en los vectores de circulación. En la proximidad de estos muelles, la turbidez presenta oscilaciones de 0.37 a 0.53 NTU, producto de la formación de regímenes de flujo turbulento y zonas de acumulación que favorecen la retención de material en suspensión, sin rebasar los umbrales de resiliencia del ecosistema arrecifal.

Para el mes de agosto de 2025, la dinámica del índice de turbidez (IT) alcanza uno de sus puntos de mayor contraste, la configuración espacial del área de estudio revela una intensificación en la carga de material particulado, con valores que alcanzan un máximo de 0.669 NTU. En el sector adyacente al área de desplante del proyecto, se observa una variabilidad focalizada con registros que oscilan entre 0.48 y 0.50 NTU, manteniendo una relativa estabilidad frente a la perturbación observada en los extremos del polígono. Este incremento generalizado respecto a meses previos se atribuye a la sinergia entre el forzamiento causado por el viento y la resuspensión de sedimentos del fondo, proceso que moviliza sedimentos finos carbonatados hacia la columna de agua (ver plano de la **página siguiente**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

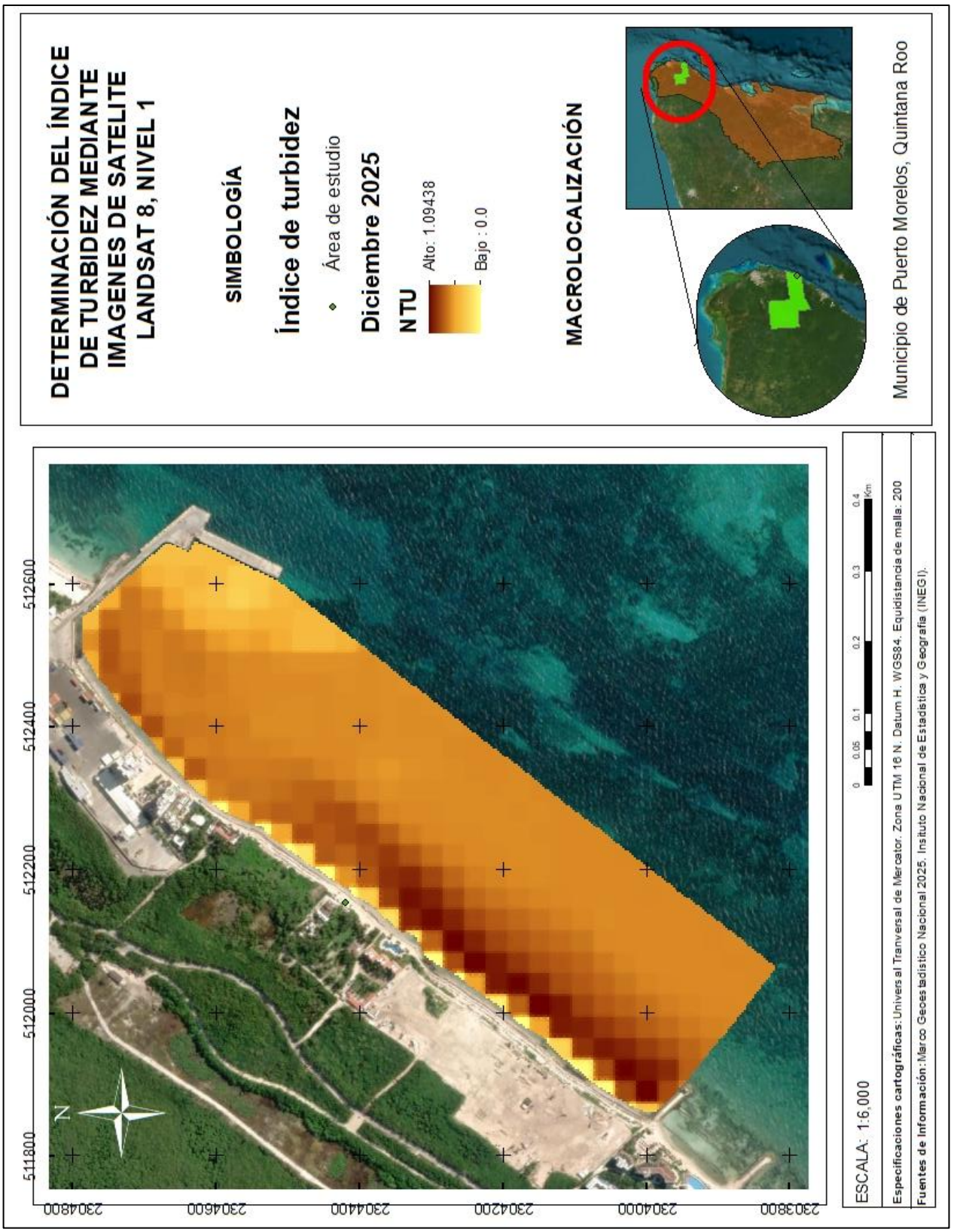
Hacia la region noreeste y muy cercano a la linea de costa, se genera una interacción con la infraestructura portuaria, identificando los gradientes de turbidez más elevados (0.53 a 0.66 NTU), lo que sugiere que el muelle actúa como un promotor de regímenes de flujo turbulento y áreas de estancamiento de partículas. Por el contrario, en el gradiente transversal hacia la zona oceánica, manifiesta una reducción en los valores de turbidez de 0.31 a 0.45 NTU. Esta zonificación indica que la dispersión advectiva es más eficiente mar adentro, donde la profundidad limita la resuspensión de sedimentos a comsecuencia del impacto causado por el oleaje, mientras que la retención de sólidos suspendidos permanece confinada a la zona lagunar-arrecifal bajo la influencia directa de las estructuras artificiales y la deriva litoral.

La caracterización espacial del índice de turbidez (IT) para diciembre de 2025, periodo que integra la fase final de la temporada de lluvias y la transición hacia frentes fríos, revela un gradiente de turbidez más heterogéneo, registrando los valores mas elevados del ciclo analizado, alcanzando un máximo de 1.094 NTU. Frente al área de desplante del proyecto, el IT manifiesta registros que oscilan entre 0.66 y 0.77 NTU, lo que denota un incremento en la densidad de material suspendido respecto al verano. Este comportamiento se asocia a la sinergia entre las escorrentías pluviales remanentes y la intensificación del oleaje, factores que promueven una resuspensión de sedimentos carbonatados en la franja inmediata al sitio de estudio (ver plano de la **página siguiente**).

Hacia el sector norte y en la proximidad de la infraestructura portuaria, se observa una fluctuación del índice entre 0.60 y 0.80 NTU, donde la presencia de los muelles actúa como una barrera física que altera los vectores de flujo, favoreciendo la remoción de partículas en suspensión. No obstante, el gradiente transversal hacia la zona oceánica y la región noroeste muestra una atenuación óptica marcada, con valores que convergen de 0.17 a 0.39 NTU. Esta zonificación confirma que, mientras la dinámica de la línea de costa presenta una acumulación significativa de material debido a la configuración del litoral y las estructuras artificiales, la zona marina externa mantiene una mayor capacidad de dispersión, permitiendo la recuperación de la transparencia de la columna de agua.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

De manera espacial y de acuerdo con el mapa correspondiente al mes de enero de 2026, se observa que frente al área de desplante del proyecto predominan los valores más bajos del índice de turbidez (IT), registrándose valores que oscilan entre 0.00 y 0.23 NTU, lo que indica condiciones de baja turbidez en el sector inmediato al sitio de estudio. Asimismo, en la región norte de la zona de estudio y próximos a la línea de costa, el índice de turbidez presenta un incremento gradual, alcanzando valores que varían entre 0.71 y 0.75 NTU, formando una franja con mayor presencia de material suspendido en comparación con el resto del polígono analizado.

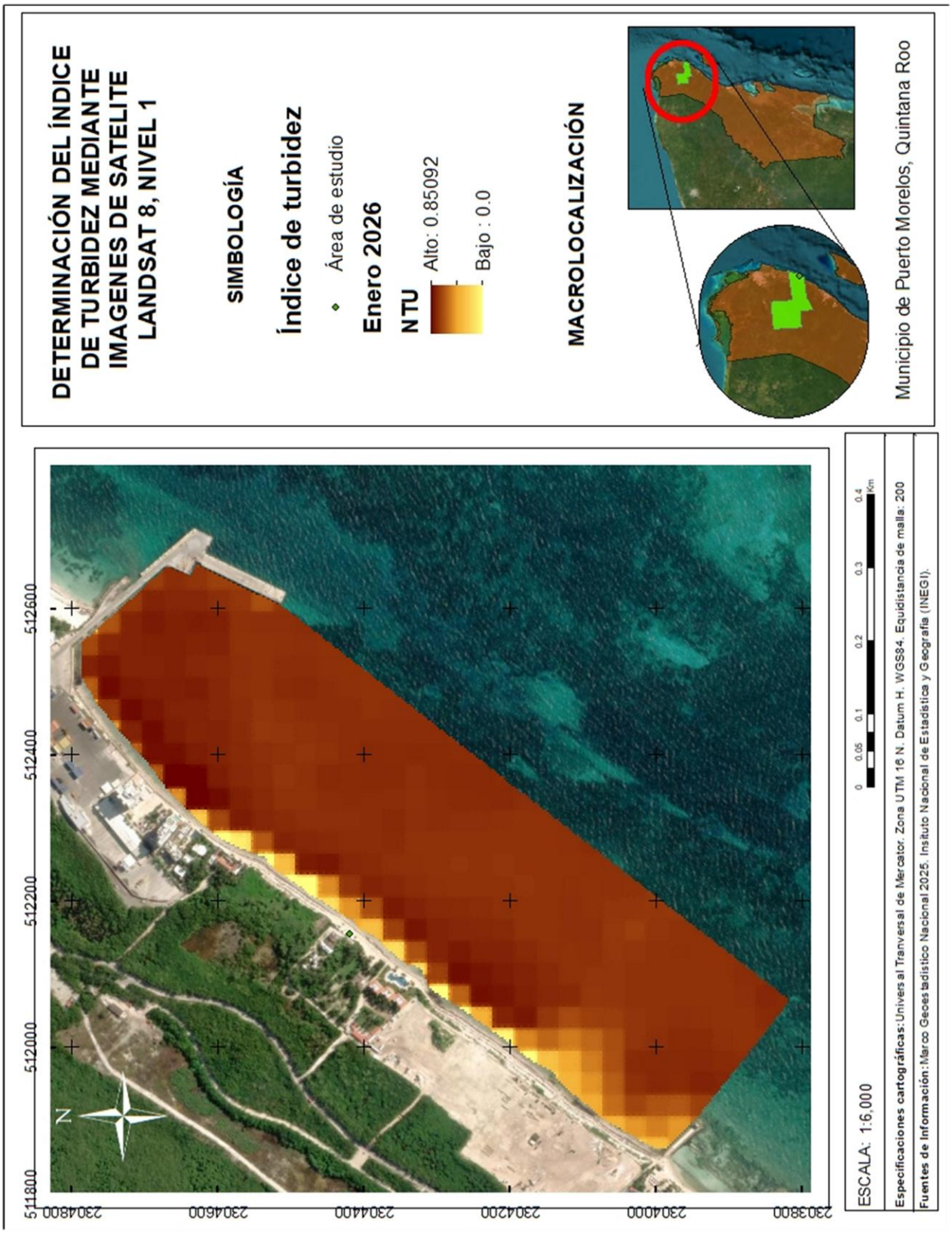
Por otro lado, conforme aumenta la distancia respecto a la línea de costa en la región noroeste, los valores del índice de turbidez disminuyen gradualmente, registrando intervalos que varían entre 0.21 y 0.37 NTU. Sin embargo, a aproximadamente 68 m posteriores a la línea de costa, se aprecia un comportamiento más homogéneo del índice de turbidez, con valores intermedios entre 0.56 y 0.61 NTU. Este patrón espacial posiblemente se encuentra relacionado con procesos locales de acumulación y resuspensión de sedimentos, influenciados por la dinámica litoral y por la presencia de la estructura artificial del muelle, la cual modifica localmente la circulación y dispersión de partículas suspendidas en la zona marina (ver plano de la **página siguiente**).

De manera espacial y de acuerdo con el mapa correspondiente al mes de febrero de 2026, el índice de turbidez (IT) presenta una distribución heterogénea, aunque con predominio de valores intermedios en gran parte de la zona de estudio. Frente al área del proyecto y próximos a la línea de costa, los valores del IT oscilan entre 0.14 y 0.77 NTU, registrándose los índices más elevados en sectores puntuales cercanos al litoral. En contraste, hacia la región oceánica adyacente al sitio de estudio, los valores muestran un comportamiento más homogéneo, variando entre 0.50 y 0.52 NTU, lo que indica condiciones relativamente estables de turbidez en aguas más alejadas de la costa.

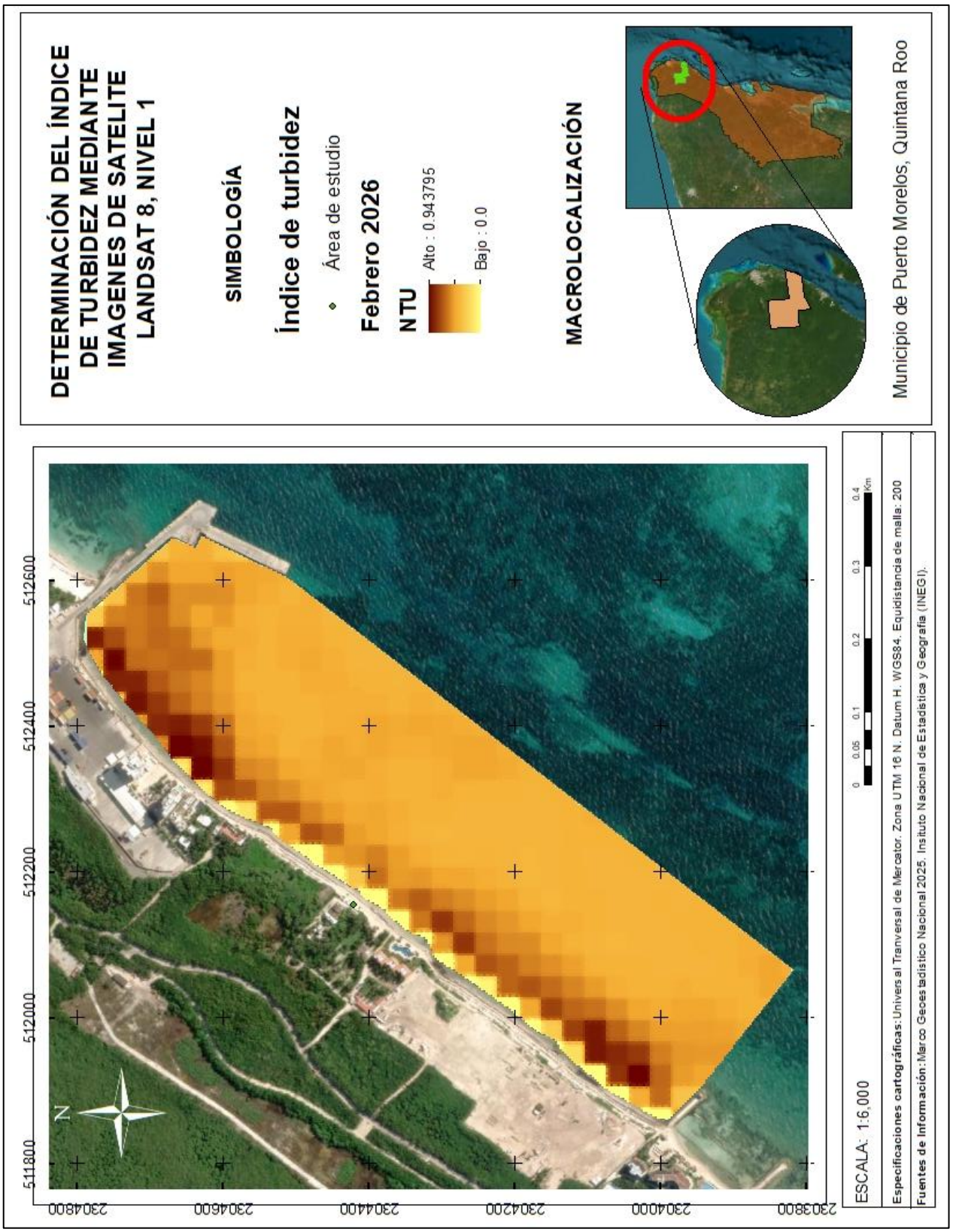
Por otro lado, en la región noroeste de la zona de estudio se identifican los valores más altos del índice de turbidez, particularmente cercanos a la línea de costa, donde el IT alcanza valores entre 0.80 y 0.94 NTU. En este sector se localiza un muelle artificial, cuya presencia posiblemente favorece la retención y acumulación de sedimentos, modificando localmente la dinámica hidrodinámica y propiciando mayores valores de turbidez. Conforme aumenta la distancia hacia la zona oceánica, los valores disminuyen gradualmente, registrando índices entre 0.63 y 0.69 NTU. De manera similar, en la región suroeste también se observan valores elevados próximos al litoral, con índices entre 0.74 y 0.88 NTU, aunque con menor extensión espacial respecto al sector noroeste. Cabe destacar que este periodo corresponde a la temporada de secas, por lo que la distribución observada del índice de turbidez podría estar principalmente asociada a procesos locales de resuspensión y acumulación de sedimentos inducidos por la dinámica litoral y la influencia de las estructuras costeras presentes en el área (ver plano de la **página 202**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



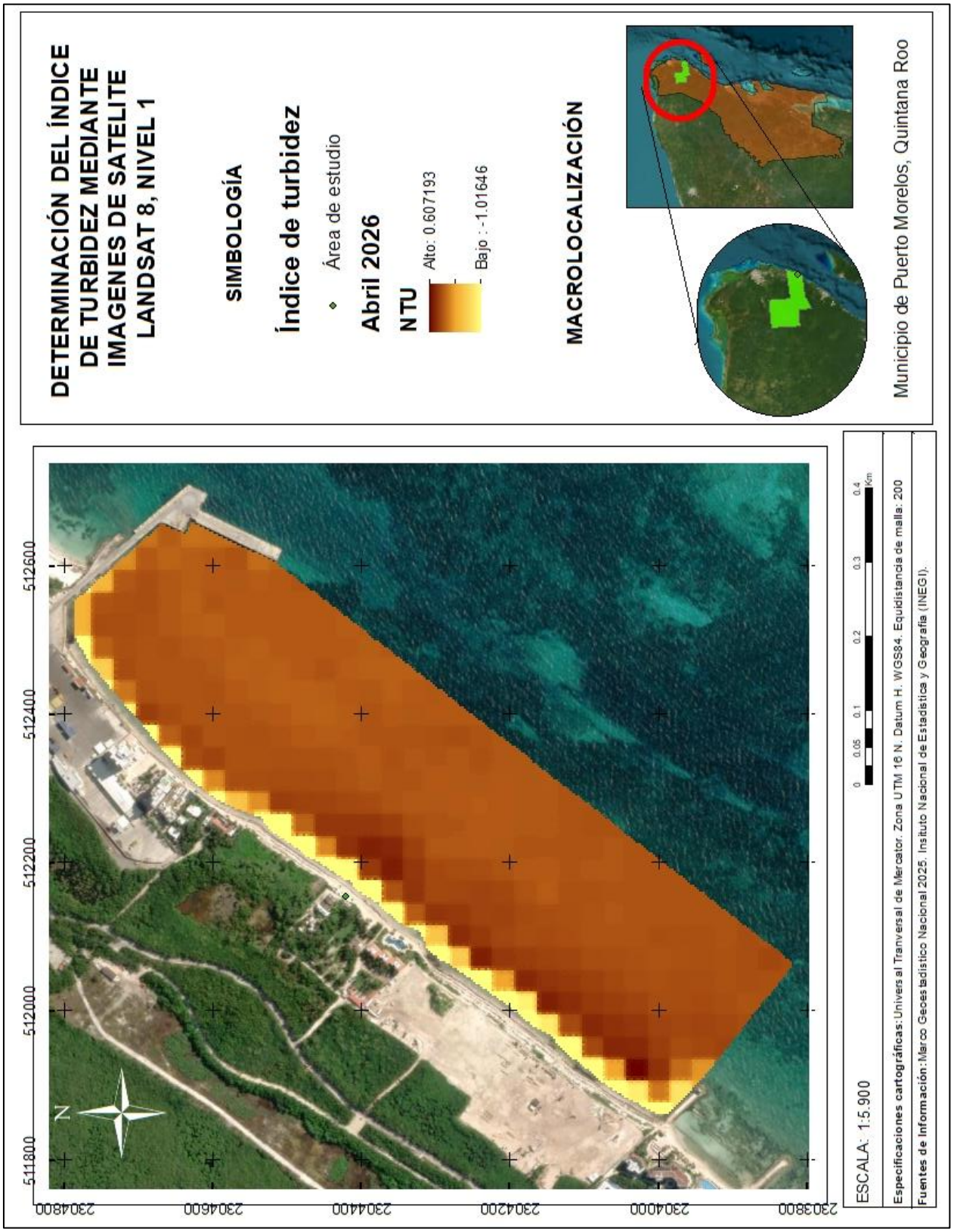
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

De acuerdo con el análisis geoespacial del índice de turbidez (IT) correspondiente al mes de abril de 2026, la distribución espacial en la zona de estudio de Puerto Morelos exhibe un gradiente dinámico influenciado por el forzamiento hidrodinámico local y la configuración del litoral. Frente al área de desplante del proyecto, se registran condiciones de alta transparencia con valores del IT que oscilan entre 0.41 y 0.48 NTU, lo que define una línea base de baja carga sedimentaria. No obstante, se identifican mayores mas altos de turbidez hacia el sector sur del polígono, donde se registran valores máximos de 0.60 NTU; este comportamiento sugiere un transporte de material particulado y una resuspensión de sedimentos finos impulsada por las corrientes litorales predominantes de la temporada.

En la región norte, la interacción entre la dinámica de flujo y la infraestructura portuaria genera una fluctuación del índice entre 0.25 y 0.49 NTU, evidenciando una zona de transición sedimentaria. Hacia el límite noreste del polígono analizado, se observa una atenuación gradual de la turbidez, alcanzando valores de 0.32 a 0.34 NTU, mientras que mar adentro, a una distancia aproximada de 68 m de la costa, la señal óptica converge hacia una mayor homogeneidad con valores entre 0.56 y 0.61 NTU. Estos resultados confirman que, a pesar de la variabilidad espacial detectada en abril, el índice de turbidez se mantiene significativamente por debajo de los umbrales críticos para los ecosistemas arrecifales, preservando las características oligotróficas y la claridad de la columna de agua necesarias para la estabilidad biológica del área de estudio (ver plano de la **página siguiente**).

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

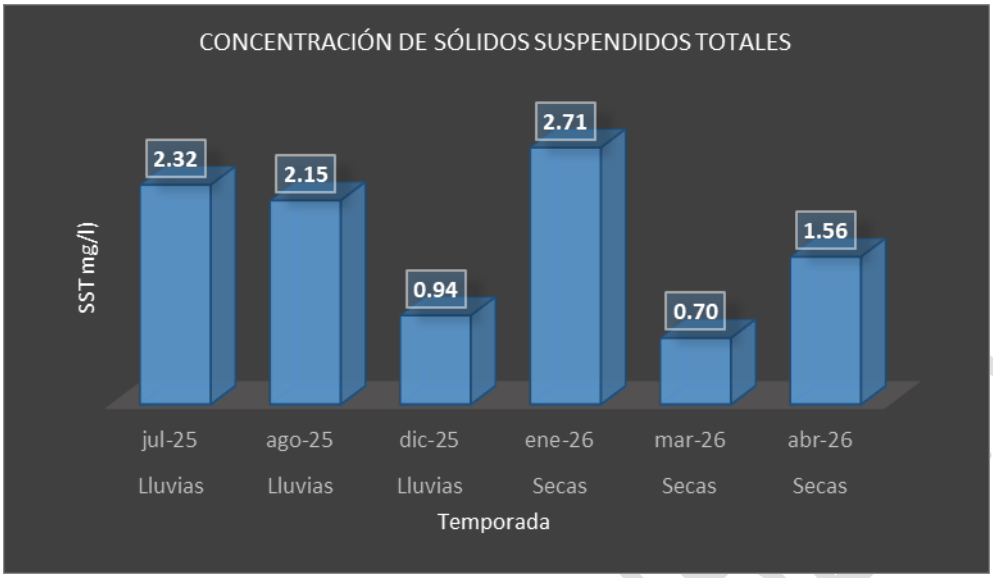
4.6.2. Determinación de sólidos suspendidos totales mediante el uso de imágenes de satélite Sentinel 2

Los sólidos suspendidos totales (SST), contrario a lo observado para el índice de turbidez, mostraron diferencias significativas entre ambas temporadas de análisis, registrándose las mayores concentraciones durante la temporada de lluvias, con un valor promedio de 1.80 mg/L, mientras que en la temporada de secas se obtuvo un promedio inferior de 1.66 mg/L. Este comportamiento evidencia una respuesta directa de la dinámica sedimentaria superficial a las variaciones estacionales en precipitación, escorrentía y energía hidrodinámica costera, factores que favorecen el incremento en la incorporación y permanencia de material particulado en la columna de agua durante los meses lluviosos. Asimismo, los resultados obtenidos indican que enero de 2026, julio y agosto de 2025 fueron los meses que registraron las mayores concentraciones de SST, con valores de 2.71, 2.32 y 1.51 mg/L, respectivamente, mientras que marzo presentó la menor concentración de sedimentos suspendidos durante todo el periodo de estudio (0.70 mg/l). La elevada concentración observada en julio y agosto coincide con el periodo de máxima precipitación regional en la costa de Puerto Morelos, donde el incremento de escorrentías superficiales favorece el transporte de sedimentos terrígenos, materia orgánica y partículas finas hacia la zona costera. Adicionalmente, durante esta temporada, la intensificación del oleaje y de las corrientes litorales contribuye a la resuspensión del sedimento acumulado en ambientes someros, incrementando temporalmente la carga de SST en la columna de agua.

En contraste, las menores concentraciones registradas durante marzo reflejan condiciones hidrometeorológicas más estables características de la temporada de secas, donde la disminución de las precipitaciones reduce significativamente el aporte continental de partículas suspendidas. Bajo estas condiciones, predominan procesos de sedimentación y decantación del material particulado, favoreciendo una mayor transparencia del agua y menores concentraciones de SST en la plataforma costera. La diferencia estacional observada sugiere que la variabilidad temporal de los SST en la región está controlada principalmente por procesos climáticos y oceanográficos de escala regional, particularmente por la interacción entre precipitación, escorrentía continental, resuspensión sedimentaria y transporte litoral.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



Concentración de sólidos suspendidos totales (SST) registrada en la zona costera de Puerto Morelos, frente al Rancho Sak-Ol, durante julio y agosto de 2025 (temporada de lluvias), diciembre de 2025 y enero de 2026 (temporada de nortes), así como marzo y abril de 2026 (temporada de secas).

Durante julio, las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) en la zona costera de Puerto Morelos presentaron una distribución espacial heterogénea, caracterizada por valores elevados en sectores adyacentes a la línea de costa y una disminución progresiva hacia la región oceánica. Este comportamiento responde a la interacción entre los aportes continentales asociados a la temporada de lluvias, los procesos de resuspensión sedimentaria y la hidrodinámica costera predominante en la región durante el verano.

Las mayores concentraciones se localizaron en la región suroeste del área de estudio, donde los SST variaron entre 5.23 y 6.41 mg/L. La acumulación de material suspendido en este sector sugiere una importante influencia de escorrentías superficiales derivadas de los eventos de precipitación característicos del mes de julio, así como del transporte de partículas finas a lo largo de la franja litoral mediante corrientes paralelas a la costa. Durante esta temporada, el incremento en el aporte de agua continental favorece la incorporación de sedimentos terrígenos, materia orgánica y partículas finas hacia el sistema arrecifal-costero, incrementando temporalmente la turbidez del agua en las zonas someras.

Frente a la zona central del área de estudio, las concentraciones cercanas a la línea de costa oscilaron entre 5.97 y 6.00 mg/L; sin embargo, dichos valores disminuyeron notablemente a una distancia aproximada de 5 m mar adentro. Este patrón evidencia que la mayor carga suspendida se concentra en la franja litoral inmediata, donde el efecto combinado del oleaje, la turbulencia superficial y la interacción agua-sedimento favorecen la permanencia temporal de partículas en suspensión. La rápida disminución horizontal de

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

las concentraciones indica una dispersión relativamente eficiente del material particulado conforme aumenta la distancia respecto a la costa, probablemente favorecida por procesos de mezcla y circulación costera superficial.

En contraste, la región norte, correspondiente al límite del área de estudio, presentó concentraciones relativamente menores, con variaciones entre 3.23 y 3.61 mg/L. En este sector destaca la presencia de infraestructura costera asociada al Muelle de Puerto Morelos, cuya influencia podría modificar localmente la circulación hidrodinámica y los patrones de transporte sedimentario. La estructura del muelle puede actuar como un elemento de alteración parcial del flujo litoral, reduciendo la energía del oleaje en determinadas zonas y favoreciendo procesos locales de sedimentación de partículas más densas, lo cual contribuiría a explicar las menores concentraciones observadas en comparación con la región suroeste. Asimismo, la modificación de las corrientes superficiales puede generar zonas de recirculación y dispersión diferencial del material suspendido.

Hacia la región oceánica se observó un gradiente espacial bien definido, donde las concentraciones disminuyeron progresivamente desde valores cercanos a 3 mg/L en estaciones intermedias hasta concentraciones menores a 2 mg/L en estaciones alejadas de la costa. Este comportamiento refleja la transición entre un ambiente costero influenciado por aportes continentales y un ambiente oceánico con menor disponibilidad de partículas suspendidas. La disminución gradual de SST mar adentro está asociada a procesos de dilución, sedimentación gravitacional y al intercambio con masas de agua oligotróficas características del Caribe mexicano.

4.6.3. Conclusión

El análisis espacial y temporal del índice de turbidez (IT) y de los sólidos suspendidos totales (SST) en la zona costera de Puerto Morelos, frente al Rancho Sak-Ol, permitió identificar que la dinámica sedimentaria y óptica de la columna de agua se encuentra estrechamente controlada por la interacción entre los procesos meteorológicos regionales, la hidrodinámica costera y las modificaciones antropogénicas presentes en el litoral. Aunque el índice de turbidez no mostró diferencias significativas entre temporadas, sí evidenció una marcada variabilidad espacial relacionada principalmente con la circulación litoral, la energía del oleaje y la influencia de estructuras costeras, particularmente en sectores cercanos al muelle localizado en la región norte del área de estudio.

Los valores registrados de turbidez se mantuvieron relativamente bajos durante todo el periodo analizado, indicando que la zona costera conserva condiciones oligotróficas características del Caribe mexicano y una adecuada transparencia de la columna de agua para el mantenimiento de ecosistemas arrecifales y praderas de pastos marinos. Del mismo modo, las concentraciones de SST, aunque presentaron incrementos temporales asociados

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

a la temporada de lluvias y nortes, permanecieron considerablemente por debajo de los límites reportados para cuerpos de agua con deterioro ambiental significativo. De acuerdo con Ramírez y Viña (1998), concentraciones superiores a 150 mg/L de SST pueden representar condiciones de contaminación; sin embargo, las concentraciones máximas registradas en la presente investigación fueron sustancialmente menores, lo que indica que, bajo las condiciones evaluadas, la zona de estudio no presenta niveles críticos de alteración por carga sedimentaria suspendida.

A nivel espacial, las mayores concentraciones de SST y los valores más altos del índice de turbidez se localizaron recurrentemente en la franja litoral inmediata y en zonas influenciadas por aportes continentales, principalmente durante julio, agosto y diciembre. Este comportamiento se relaciona directamente con el incremento de la escorrentía superficial, la resuspensión de sedimentos carbonatados y el transporte litoral inducido por lluvias intensas, eventos de norte y aumento de la energía del oleaje. Particularmente en diciembre y enero, la influencia de frentes fríos favoreció procesos de mezcla y redistribución horizontal de sedimentos, extendiendo los aportes de material suspendido hacia sectores oceánicos de la plataforma arrecifal.

Asimismo, los resultados evidencian que la infraestructura costera presente en la región modifica localmente la circulación hidrodinámica, favoreciendo zonas de acumulación temporal y recirculación de partículas suspendidas. La presencia del muelle fiscal en la región norte genera alteraciones en los patrones naturales de transporte litoral, promoviendo variaciones espaciales tanto en el índice de turbidez como en la concentración de SST. Estas modificaciones, aunque actualmente no representan un impacto crítico, pueden incrementar la vulnerabilidad ambiental del sistema arrecifal ante futuros procesos de urbanización y expansión turística.

Es importante destacar que la zona costera de Puerto Morelos se localiza dentro de una región altamente sensible a eventos meteorológicos extremos, tales como tormentas tropicales, huracanes y frentes fríos, fenómenos que controlan gran parte de la dinámica sedimentaria regional. Estos eventos favorecen procesos erosivos, escurrimientos superficiales y movilización de sedimentos terrígenos hacia la plataforma arrecifal, incrementando temporalmente la concentración de partículas suspendidas y alterando la transparencia del agua. Bajo este contexto, la variabilidad observada en los SST y en el índice de turbidez refleja una respuesta natural del sistema costero frente a las condiciones hidrometeorológicas predominantes en el Caribe mexicano.

Finalmente, considerando la importancia ecológica y turística de la zona costera de Puerto Morelos, se considera fundamental mantener programas permanentes de monitoreo de calidad del agua que permitan evaluar la evolución temporal de los procesos sedimentarios y ópticos en la región. El seguimiento continuo de parámetros como SST e índice de turbidez representa una herramienta indispensable para la toma de decisiones en materia

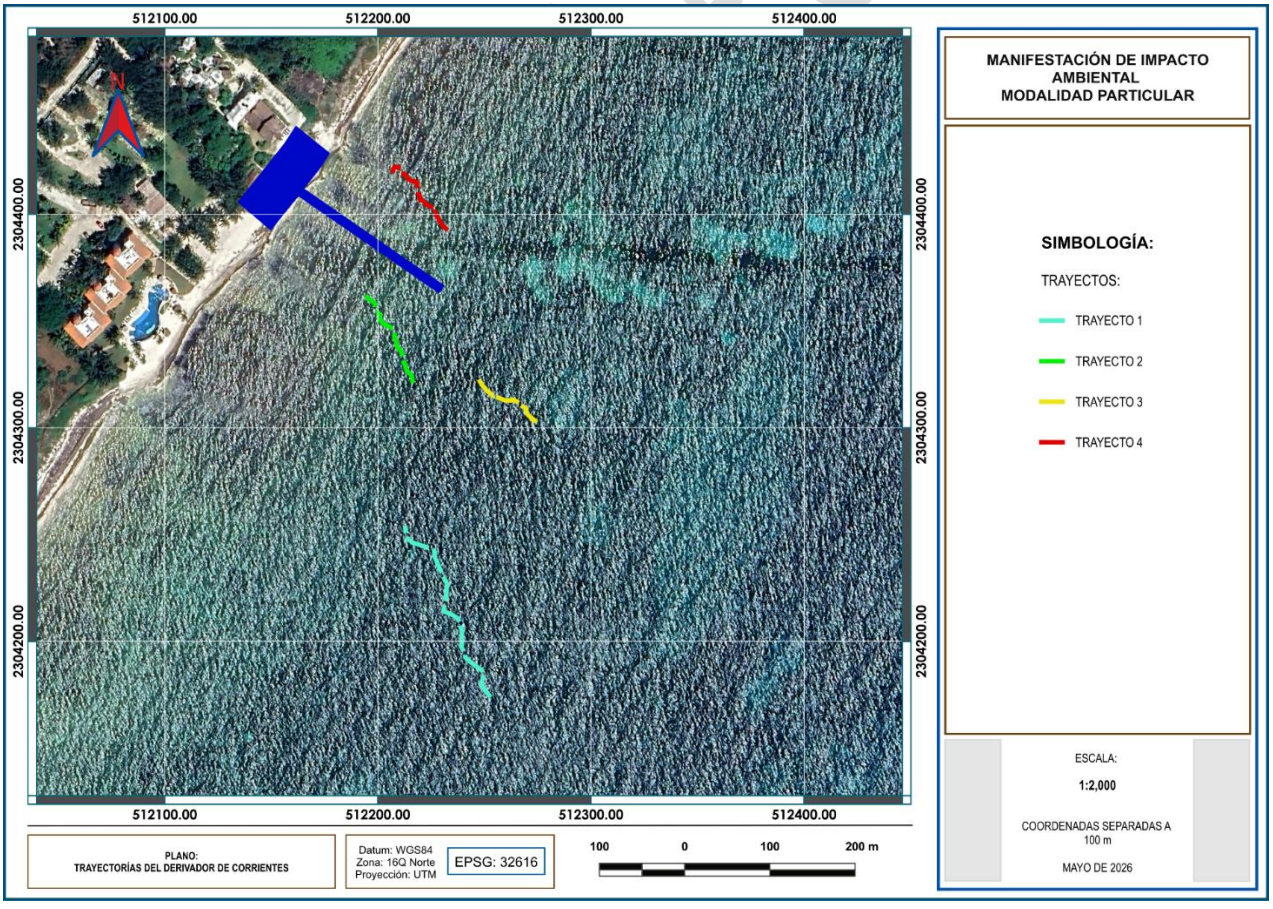
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

de manejo costero, conservación arrecifal y evaluación ambiental, particularmente en zonas sujetas a presión antropogénica y desarrollo turístico. Asimismo, estos monitoreos permitirán identificar oportunamente posibles alteraciones en la calidad ambiental del sistema marino-costero y establecer estrategias de mitigación y manejo sustentable orientadas a preservar la estabilidad ecológica de la plataforma arrecifal de Puerto Morelos.

4.7. CORRIENTES MARINAS

Se concluye que la velocidad promedio de las corrientes en sicigia lunar es de 0.11 m/seg en pleamar máxima; sin embargo, se nota una tendencia en la dirección de las corrientes de Sur a Noroeste del área de estudio, con un decremento en la velocidad de la corriente conforme aumenta la profundidad del punto de lanzamiento, es decir, a mayor profundidad del agua, menor velocidad de las corrientes lagrangianas.

En el siguiente plano se muestra la trayectoria de los recorridos realizados por el derivador en los 4 lanzamientos.

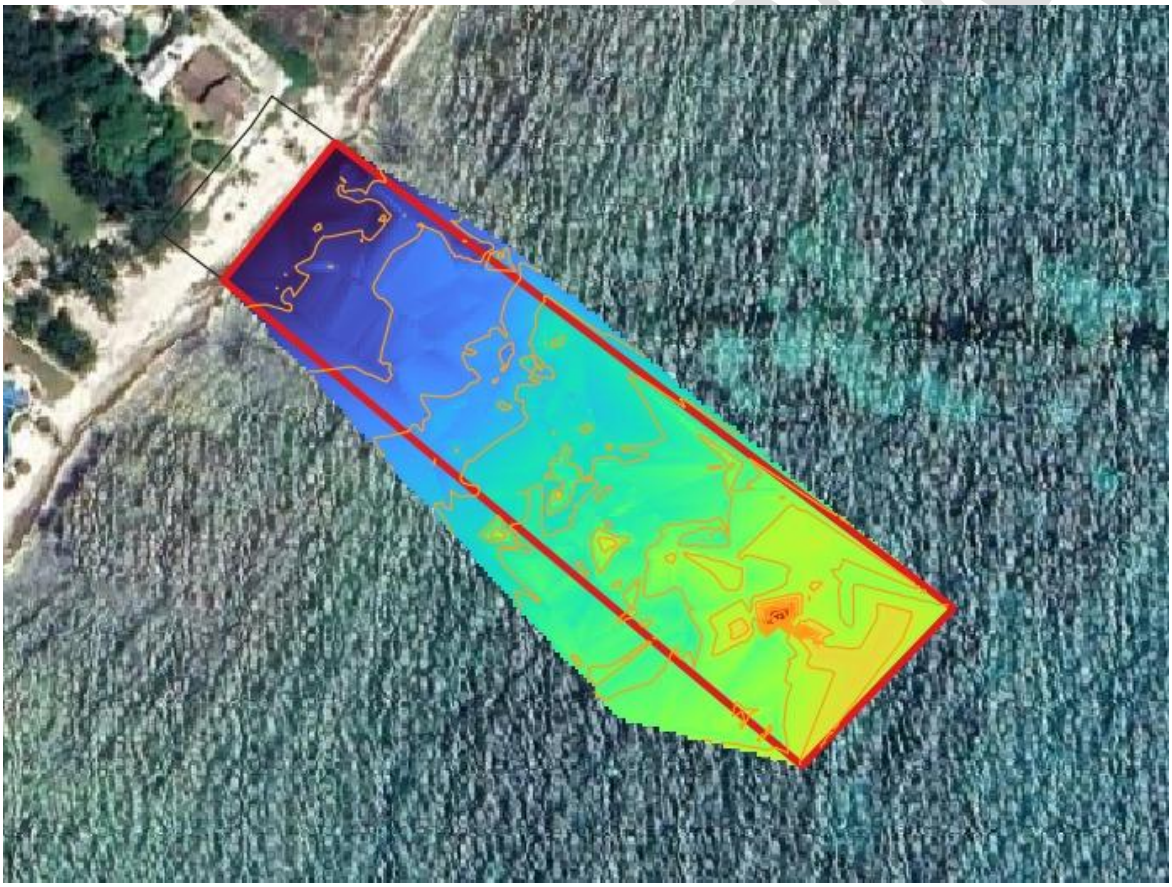


ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4.8. BATIMETRÍA

De acuerdo con los resultados obtenidos con la batimetría realizada, la profundidad promedio registrada en el área de estudio es de 3.50 metros, con una profundidad mínima registrada en la zona de estudio con la isobata de - 0.50 metros próxima a la línea de costa; en tanto que la profundidad máxima registrada se dio en la isobata de -6.50 metros.

Con base en las curvas de nivel y el modelo digital del terreno (fondo marino) obtenidos con la batimetría, se pudo identificar una plataforma que presenta profundidades de 0.50 a 6.5 metros conforme se aleja de la línea de costa.

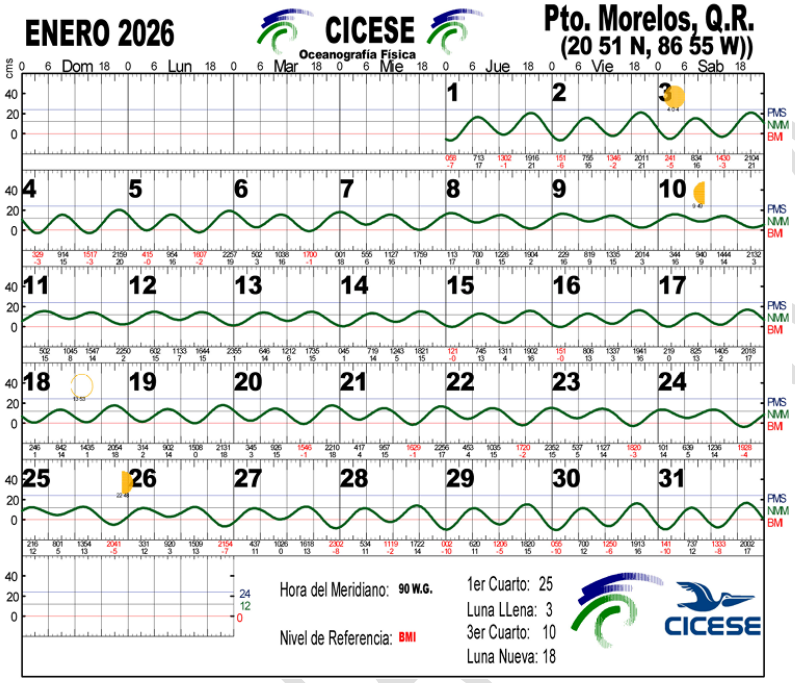


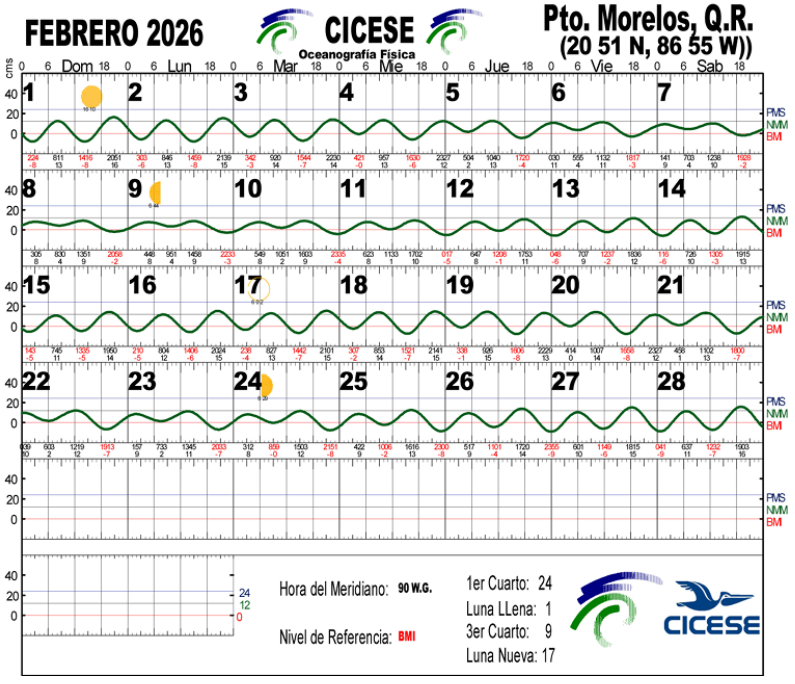
4.9. MAREAS

Para la obtención de los datos mareográficos, se utilizó el software **MAR V1.0**. Se trata de una aplicación para los sistemas operativos Windows, cuyo objetivo es hacer pronósticos de mareas confiables en 40 localidades de la República Mexicana (incluyendo

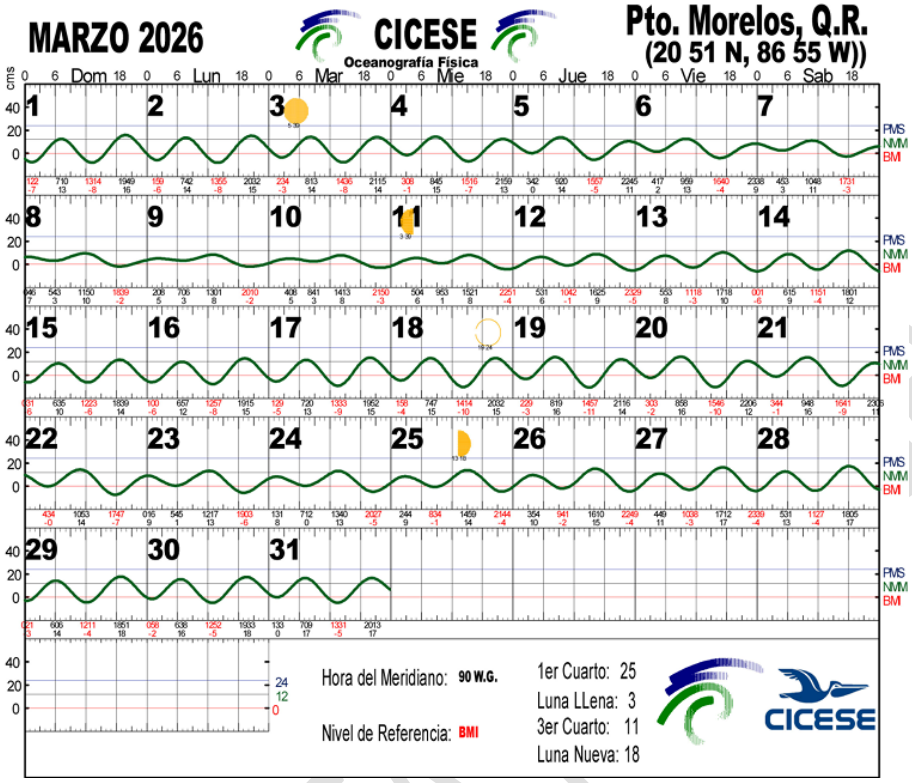
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

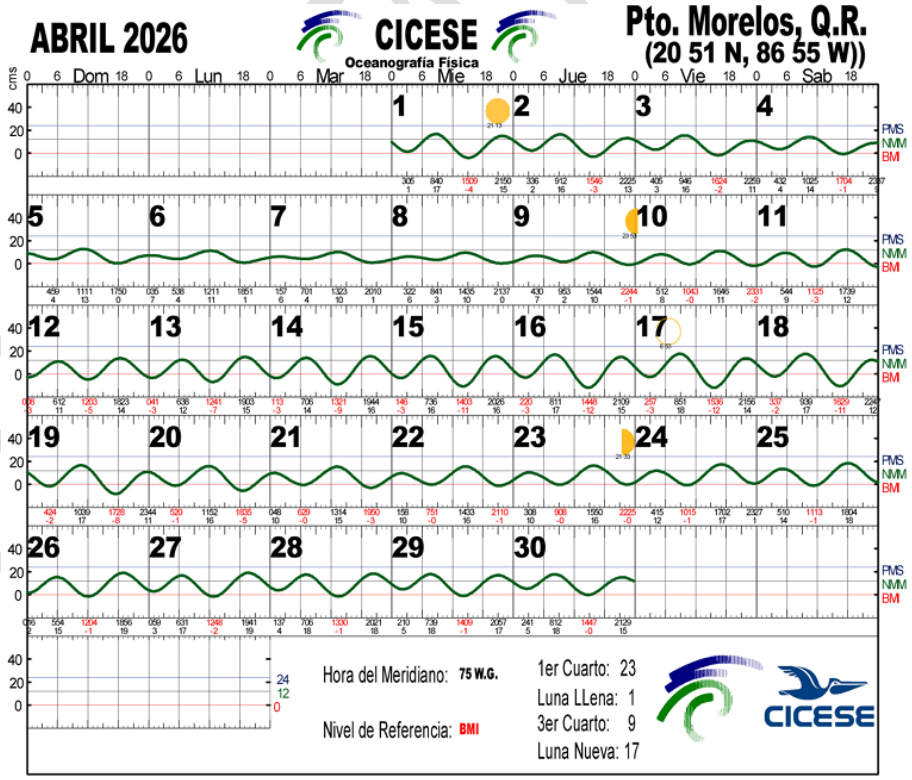
Puerto Morelos). Los cálculos son basados en registros históricos de estaciones mareográficas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Secretaría de Marina y CICESE.



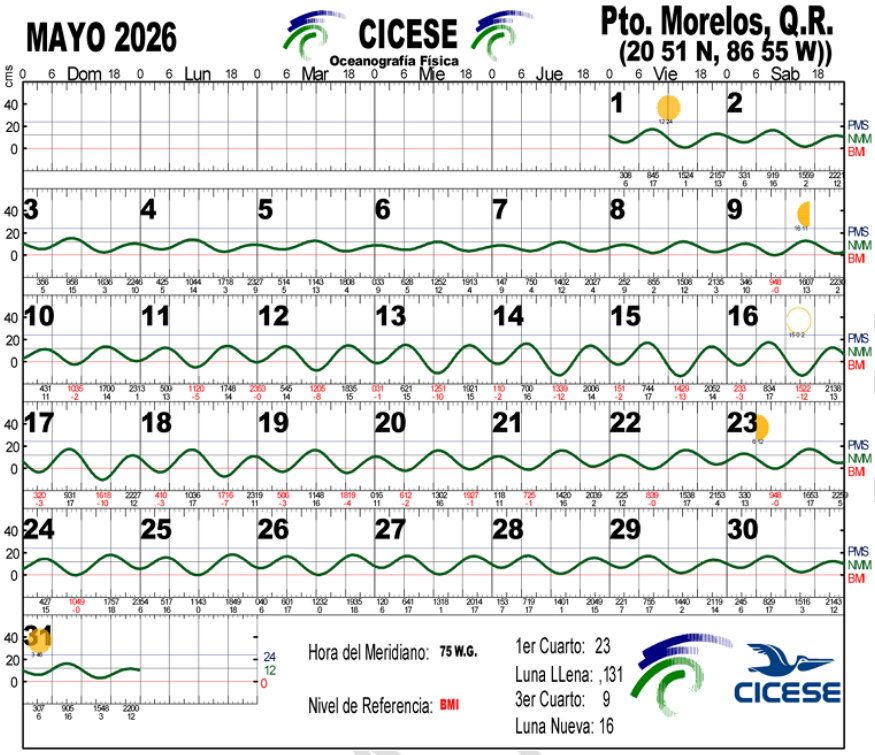


ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.





ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



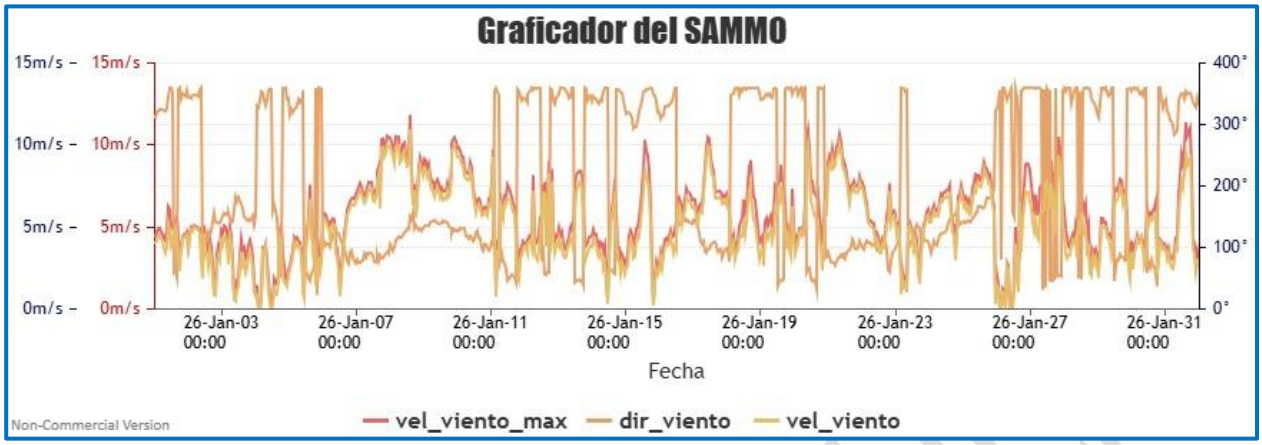
4.10. VIENTOS

Los datos de los vientos en la zona de estudio fueron tomados de la Estación Meteorológica Automática (EMA) "Puerto Morelos", así como de la "Boya Oceano-Meteorológica, Puerto Morelos", del Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico (SAMMO).

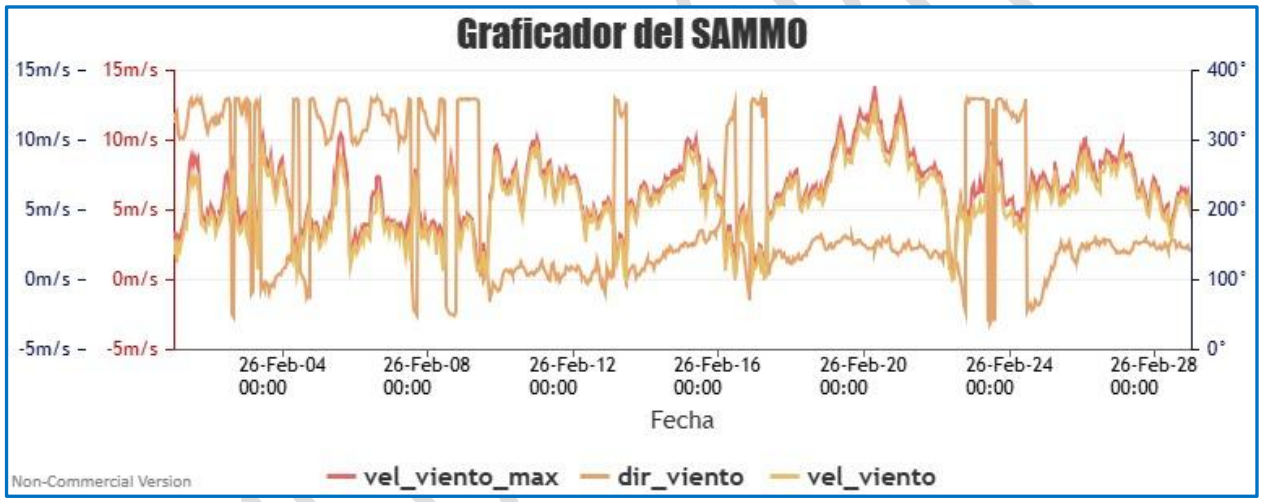
En las siguientes figuras se muestran los datos de viento obtenidos a la estación y de la boya antes referidas (SAMMO, 2026), graficando el periodo de 2026-01-01 al 2026-01-31 (Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico, Puerto Morelos Q. Roo México. Extraído de www.sammo.icmyl.unam.mx)

CONSULTA PÚBLICA

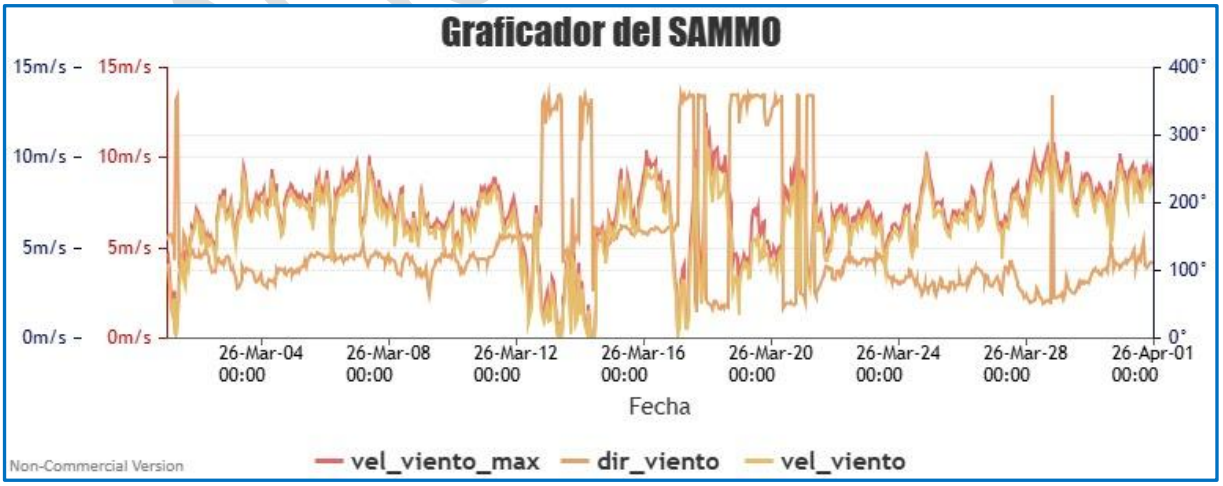
ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



ENERO

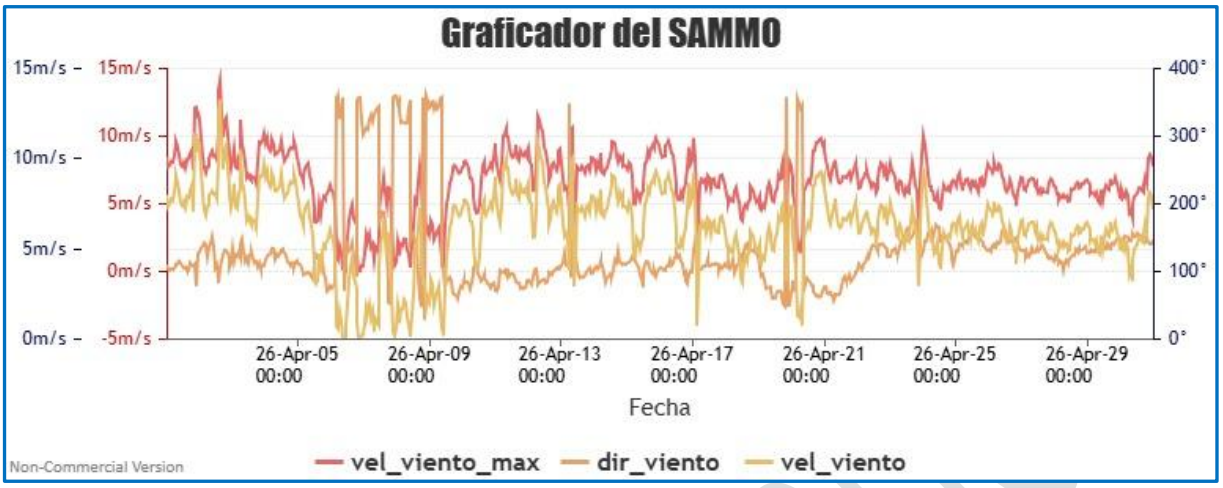


FEBRERO

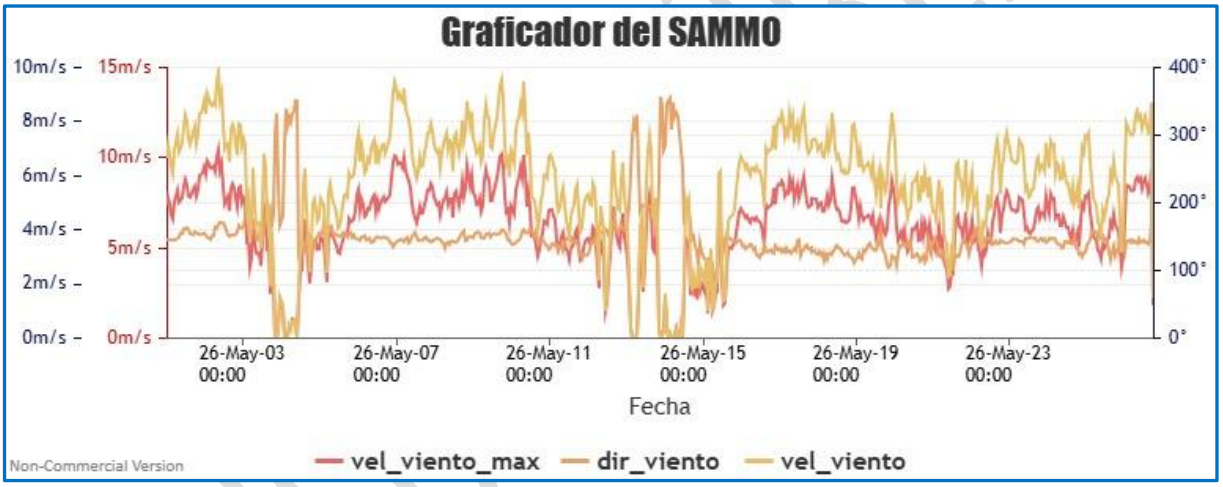


MARZO

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.



MARZO



MAYO

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO 5

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

FRACCIÓN V DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

5.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para fines metodológicos de este estudio, la evaluación de los impactos ambientales se ha divido en tres etapas: etapa de identificación de los impactos (evaluación cualitativa); 2) etapa de valorización de los impactos (evaluación cuantitativa); y 3) etapa de jerarquización de los impactos (asignación de niveles de significancia).

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del medio natural, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

5.1.1. Evaluación cualitativa de los impactos ambientales (Etapa 1)

Para esta etapa de la evaluación, se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

En dicha matriz se establecieron las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones (obras y actividades) se incluyeron en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosaron por filas (elementos del medio); en ese sentido, cuando se determinó que una acción afectaría uno o varios factores ambientales, se procedió a marcar la celda común a ambas. Cabe mencionar que, en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de estos es de tipo cualitativa.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

MATRIZ DE CAUSA-EFECTO

ELEMENTOS DEL SA	ELEMENTO DEL MEDIO		PS							CO							OP		
			Contratación de personal	Compra de materiales y equipo	Trazo del área de aprovechamiento (topografía)	Rescate y reubicación de fauna marina	Instalación de malla geotextil	Excavaciones	Pilotaje estructural (cimentación)	Limpieza del sitio	Contratación de personal	Compra de materiales y equipo para construcción	Construcción de piso o duela	Construcción de la estructura del muelle	Instalación de paneles solares	Acabados finales	Limpieza del sitio	Operación de la marina	Actividades de atraque, embarque y desembarque	Limpieza y mantenimiento
	Abiótico	Fisiografía																		
		Hidrología							■				■	■	■					
		Geología																		
		Edafología						■	■											
		Paisaje					■		■				■	■	■					
	Biótico	Flora marina											■	■	■			■	■	
		Fauna marina o terrestre			■	■												■	■	
	Soc-Eco	Social	■				■			■	■						■	■	■	■
		Económico		■								■						■		

Con base en esta matriz se puede determinar 20 posibles interacciones entre los trabajos y actividades del proyecto con los componentes y elementos del medio, de los cuales el paisaje y el medio social serán los que tendrán mayor interacción, por lo que se prevé que recibirán el mayor número de impactos ambientales.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

5.1.2. Evaluación cuantitativa de los impactos ambientales (Etapa 2)

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a evaluarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración, como una segunda etapa de la metodología.

A cada criterio seleccionado para este análisis, se le asignó un valor numérico y consecuentemente se realizó la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto
(+/-) = positivo o negativo
In = Intensidad
Ex = Extensión
Ce = Causa-efecto
Mo = Momento
Pe = Persistencia
Pr = Periodicidad
Rv = Reversibilidad
Rc = Recuperabilidad

En la **Tabla 12** se indican y describen los criterios utilizados en el algoritmo.

TABLA 12. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

NO.	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
4	Causa-efecto	Directo/Indirecto
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto se utilizaron 9 criterios y 25 atributos.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Visto lo anterior y de manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al proyecto (**Tabla 13**).

TABLA 13. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	Irrecuperable	2

Una vez definidos los criterios de evaluación, así como sus rangos y valores, a continuación, se describen los impactos ambientales identificados que se espera generar durante el desarrollo del proyecto; asignándole los criterios, rangos y valores, según corresponda de acuerdo con el algoritmo modificado de Gómez Orea.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

1. Impacto identificado: Contaminación del medio terrestre/marino

Descripción del impacto: Uno de los principales problemas durante cualquier proceso constructivo u obra, por más pequeña o por más grande que sea, es que siempre existirán sobrantes de material, también llamados "mermas", los cuales generan desperdicios, basura y residuos de todo tipo, que a su vez se traduce en contaminación.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - 3(3) + 2(2) + 2 + 1 + 3 + 3 + 1 + 1
VIM = - 24

2. Impacto identificado: Pérdida del hábitat

Descripción del impacto: una vez iniciados los trabajos proyectados, con la presencia de trabajadores en la zona, así como la delimitación del sitio de aprovechamiento y el hincado de los pilotes, se generarán factores que modificarán el hábitat de la fauna marina presente en el sitio.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 3 + 2 + 2
VIM = - 17

3. Impacto identificado: Modificación de la calidad visual del paisaje

Descripción del impacto: el impacto será producido con la presencia de elementos o acciones antrópicas (personal de obra, material de construcción, estructuras, etc.); lo que implica la modificación de los elementos naturales que predominan en el entorno, modificando con ello la calidad visual del paisaje.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - 3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 3 + 2 + 2
VIM = - 19

4. Impacto identificado: Compactación del suelo en la playa

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Descripción del impacto: el impacto será producido con la presencia de elementos o acciones antrópicas, así como por el proceso de construcción a través de pilotes estructurales del arranque del muelle (escalinata); aunado a las actividades esporádicas de sol y playa con la presencia de los usuarios de la marina.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1
VIM = - 14

5. Impacto producido: Contaminación por ruido

Descripción del impacto: la ejecución del proyecto requiere el empleo de equipo específico y herramientas que pueden ocasionar ruido en el medio, que derivará en la perturbación del hábitat de la fauna marina en las zonas de aprovechamiento, e incluso puede ser catalogado como un factor de estrés para los trabajadores de la obra y turistas de la zona, otorgándole un carácter negativo al impacto. La principal causa de ruido se puede agrupar en tres categorías:

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 2)
VIM= -17

6. Impacto producido: Construcción - Salud

Descripción del impacto: este impacto plantea que la relación entre calidad de vida y salud es muy obvia, y entre salud y construcción es muy directa en diferentes aspectos. Casos claros los constituyen las infraestructuras correspondientes a abastecimiento y depuración del agua de consumo, así como la recogida y tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos o las instalaciones sanitarias. Un efecto inmediato de las mismas es dificultar la diseminación de enfermedades, toxinas o sustancias peligrosas.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - (3(2) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)
VIM= -16

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

7. Impacto producido: Construcción - Seguridad

Descripción del impacto: el medio ambiente está en continuo cambio y es, con frecuencia, agresivo con las especies vivas. Al respecto se pueden citar como ejemplos representativos, los casos de inundaciones en zonas continentales o costeras, huracanes, corrimientos de tierras, terremotos, erupciones volcánicas, olas de frío o calor, al igual que incendios de origen natural, de cuyos efectos se tiene periódicamente noticia.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - (3(2) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)
VIM= -16

8. Impacto producido: Contaminación atmosférica por la emisión de gases

Descripción del impacto: además de los efectos sobre la salud de las personas, la contaminación atmosférica también afecta a los bosques y ecosistemas acuáticos, debido a la presencia de contaminantes como los óxidos de nitrógeno y de azufre, los cuales se producen por la quema de combustibles fósiles y que, al combinarse con el agua presente en la atmósfera, provocan el fenómeno conocido como lluvia o deposición ácida. La emisión de gases se define como la transformación de diferentes cuerpos en fluidos en suspensión, ya sean elementos sólidos, líquidos o gaseosos, sobre el ambiente, que dependiendo de su naturaleza pueden contribuir de manera positiva o negativa al ambiente.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)
VIM = - 3(1) + 2(2) + 1 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2
VIM = - 19

9. Impacto producido: Perturbación del hábitat

Descripción del impacto: derivado de las actividades propias de un proyecto náutico, se producirá ruido y se tendrá presencia de embarcaciones y personas en el sitio, lo que generará perturbación en el hábitat, pero de manera específica en el medio marino, ya que forma parte de las áreas de aprovechamiento.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

VIM = - 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 1

VIM = - 19

10. Impacto producido: Obstaculización de la anidación o pérdida de crías de tortugas marinas

Descripción del impacto: la zona de playa donde se ubicará el arranque del muelle tiene potencial se ser utilizado para arribo o anidación de tortugas marinas; así como la consecuente eclosión de crías y su llegada al mar. Actualmente la franja de playa seca se ve afectada con la afluencia de turistas en la zona, lo que es independiente de la operación del proyecto.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = - 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 3 + 2 + 2

VIM = - 19

11. Impacto identificado: Suspensión de sedimentos

Descripción del impacto: el origen de este impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el hincado de los pilotes que sostendrán la estructura del muelle; lo que traerá como consecuencia que el sedimento del fondo marino se levante y pueda quedar suspendido en la columna de agua.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2

VIM = - 15

12. Impacto identificado: Remoción de algas y esponjas

Descripción del impacto: el origen de este impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el hincado de los pilotes que sostendrán la plataforma del muelle; lo que traerá como consecuencia la remoción de algas y esponjas.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 1 + 2

VIM = - 17

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

5.1.3. Jerarquización de los impactos ambientales (Etapa 3)

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambiéntales por cada etapa del proyecto, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambiéntales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental fue jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) **significativo o relevante**, 2) **moderado** y 3) **bajo o nulo.**

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 30 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 19 a +/- 29 para los impactos moderados; y un valor de +/- 11 a +/- 18 para los impactos bajos o nulos. En la **Tabla 14** se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA 14. JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

CATEGORÍA	VALOR
Bajo o nulo	**11 - 18**
Moderado	**19 - 29**
Significativo o relevante	**30**

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en la **Tabla 15** se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías y por componente ambiental.

TABLA 15. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VIM	CATEGORÍA
1	Contaminación del medio	Edafología e hidrología	-24	Moderado
2	Pérdida del hábitat	Fauna	-18	Bajo
3	Modificación de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-19	Bajo
4	Compactación del suelo	Suelo	-14	Bajo
5	Contaminación por ruido	Fauna y sociedad	-17	Bajo
6	Construcción - Salud	Sociedad	-16	Bajo
7	Construcción - Seguridad	Sociedad	-16	Bajo
8	Contaminación atmosférica por la emisión de gases	Aire	-19	Bajo
9	Perturbación del hábitat	Flora y fauna marina	-19	Bajo

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

TABLA 15. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES				
No.	**IMPACTO AMBIENTAL**	**ELEMENTO DEL MEDIO**	**VIM**	**CATEGORÍA**
10	Obstaculización de la anidación o pérdida de crías de tortugas marinas	Fauna marina	-19	Bajo
11	Impacto identificado: Suspensión de sedimentos		-15	Bajo
12	Remoción de algas y esponjas		-17	Bajo

5.2. CONCLUSIONES

5.2.1. A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio, se concluye que en total se generarán 12 impactos ambientales negativos (11 de categoría baja o nula y 1 moderado). Es de señalarse que, de la evaluación realizada, no se anticipa la generación de algún impacto considerado como significativo o relevante.

5.2.2. De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

5.2.3. A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir que el proyecto no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca la destrucción de los ecosistemas y sus recursos naturales o la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del ser humano y los demás seres vivos, ni interferirá con la continuidad de los procesos naturales.

5.2.4. No se afectarán los procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir, aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción, pues estas actualmente son inexistentes en el sitio del proyecto.

5.2.5. Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecte negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

5.2.6. Actualmente el proyecto carece de elementos naturales importantes pues la fauna es escasa y adaptada a ambientes perturbados, mientras que la vegetación es inexistente, por lo tanto, los impactos derivados sobre estos recursos carecen de significancia.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO 6

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALE

FRACCIÓN VI DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

6.1. MEDIDAS PROPUESTA:

6.1.1. Rescate, reubicación y liberación de fauna marina

Objetivo de la medida: evitar la pérdida de las micropoblaciones de los diferentes grupos faunísticos asociados a la superficie de aprovechamiento en el medio acuático. Con esta acción se suprimen los impactos ambientales por pérdida del hábitat, pues lo ejemplares rescatados serán reubicados en las áreas de conservación del proyecto.

6.2. MEDIDA PROPUESTA:

6.2.1. Instalación de letreros

Objetivo de la medida: Esta medida de carácter preventivo, consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección del medio y de la fauna dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del proyecto y los usuarios de la marina, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

6.3. MEDIDA PROPUESTA:

6.3.1. Instalación de malla geotextil

Objetivo de la medida: consiste en la instalación temporal de una malla geotextil de alta resistencia, descrita en el capítulo 2 de este estudio.

6.4. MEDIDA PROPUESTA:

6.4.1. Instalación de contenedores

Objetivo de la medida: Se instalarán 6 contenedores (**medible**) debidamente rotulados para el acopio de basura para cada tipo de residuo que se genere (residuos orgánicos, inorgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente dentro del área de aprovechamiento, dentro del muelle y en su perímetro (**ubicable**), con la finalidad de que los trabajadores puedan usarlos, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables.

6.5. MEDIDA PROPUESTA:

6.5.1. Plan de manejo de residuos

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Objetivo de la medida: medida preventiva que consiste en la aplicación de un Plan de manejo de residuos, el cual se anexa al final del capítulo 2. Evitar la contaminación del medio durante el desarrollo de las obras y su operación, con un manejo adecuado de residuos.

6.6. MEDIDA PROPUESTA:

6.6.1. Equipo de atención a derrames

Objetivo de la medida: para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible durante todas etapas del proyecto.

6.7. MEDIDA PROPUESTA:

6.7.1. Pláticas ambientales

Objetivo de la medida: medida preventiva que consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal involucrado en el proyecto, los términos y condiciones bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las pláticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos.

La ejecución de las pláticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una plática ambiental dirigida al personal involucrado en el proyecto; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan.

El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las pláticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos y programas diversos.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

6.8. MEDIDA PROPUESTA:

6.8.1. Supervisión ambiental de la obra

Objetivo de la medida: Evitará que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo los recursos naturales del sito. Se contratarán los servicios de un especialista en la materia, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos naturales del sitio y, en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta Secretaría, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto. Se anexa un programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

6.9. MEDIDA PROPUESTA:

6.9.1. Labores de vigilancia de la playa

Acción de la medida: la finalidad de esta acción es promover la adecuada administración de los bienes nacionales; playas y zona federal marítimo terrestre, además de crear una mayor consciencia de las leyes aplicables, evitando con ello conductas irregulares por parte de los usuarios de la marina.

6.10. MEDIDA PROPUESTA:

6.10.1. Instalación de sanitarios móviles con lavamanos

Acción de la medida: previo a cualquier actividad relacionada al proyecto, se instalarán sanitarios portátiles (tipo Sanirent) a razón de 1 por cada 15 trabajadores por lo que es **medible**.

6.11. MEDIDA PROPUESTA:

6.11.1. Instalación de botiquines de primeros auxilios

Acción de la medida: previo a cualquier actividad relacionada al proyecto, se instalarán botiquines de primeros auxilios a razón de 1 por cada 20 trabajadores por lo que es **medible**.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

6.12. MEDIDA PROPUESTA:

6.12.1. Suministro de agua potable

Acción de la medida: con la finalidad de prevenir enfermedades gastrointestinales por consumo de agua, se suministrará agua purificada a los trabajadores de la obra, ya sea en garrafones de 20 litros.

6.13. MEDIDA PROPUESTA:

6.13.1. Trabajos en horarios de menor actividad

Acción de la medida: la contaminación acústica o sonora es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o perdura en el tiempo como los otros tipos de contaminación, también puede causar grandes daños en la calidad de vida.

6.14. MEDIDA PROPUESTA:

6.14.1. Reglamento de uso del muelle

Descripción de la medida: esta medida consiste en la aplicación de un reglamento enfocado al uso adecuado del muelle, con el objetivo de proteger los recursos naturales presentes en el medio marino. El referido reglamento se encuentra anexo a este capítulo.

6.15. MEDIDA PROPUESTA:

6.15.1. Buenas prácticas de uso para las embarcaciones

Descripción de la medida: con la finalidad de reducir o mitigar los impactos ocasionados por la emisión de gases contaminantes; se propone la implementación de las siguientes prácticas:

1. Cuando las embarcaciones se encuentren en desuso, el motor permanecerá en estado de apagado.
2. Se prohibirán las actividades relacionadas con arranques de prueba.
3. Todas las embarcaciones contarán con un servicio de mantenimiento periódico, a fin de detectar anomalías y mantener en perfecto funcionamiento el motor, con el fin de evitar la emisión excesiva de gases por el uso de motores desgastados o defectuosos.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

4. Todos los vehículos acuáticos utilizados contarán con catalizador, una pieza ubicada entre el colector de escape y el colín de escape, que tiene como misión reducir las emisiones de gases tóxicos.
5. Posterior al atraque de las embarcaciones en el muelle, el motor deberá permanecer en estado de apagado.
6. Enfriamiento del aire de admisión en embarcaciones. El aire que pasa por el turbo es aconsejable enfriarlo antes de entrar al motor. Con esta medida se reducen notablemente las emisiones de óxidos de nitrógeno puesto que éstos se originan cuanto más elevadas sean las temperaturas de combustión.
7. Inyección de agua. En los casos que sea posible, se promoverá en las embarcaciones esta medida útil para reducir los óxidos de nitrógeno. Inyectando una pequeña cantidad de agua con el combustible, o bien en forma de humedad en el aire de barrido, lo que se consigue es reducir las temperaturas de combustión y con ello las emisiones de óxidos de nitrógeno.
8. Finalmente se promoverá la recirculación de gases de escape. Otra medida para reducir los óxidos de nitrógeno. Recirculando una pequeña parte de los gases de escape y mezclándolos con el aire de barrido también permiten una reducción de las temperaturas de combustión y con ello los óxidos de nitrógeno.

Las prácticas ambientales descritas en los numerales permiten reducir la emisión de gases a la atmósfera en las embarcaciones.

6.16. PROGRAMAS ANEXOS

6.16.1. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental
6.16.2. Manual de procedimientos para el rescate, reubicación y liberación de especies hidrobiológicas.
6.16.3. Manual de atención a contingencias derivadas de derrames
6.16.4. Reglamento de uso del muelle.

PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

- **OBJETIVO**

El PVSA (Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental) tiene como finalidad principal llevar a buen término las medidas preventivas y de mitigación propuestas, destinadas a la minimización o desaparición de los impactos ambientales identificados. Además, permitirá el seguimiento de ciertos impactos de difícil predicción, así como la posible ejecución de medidas correctoras *in situ*, en caso de que las planificadas se muestren insuficientes; o

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

en su caso, la detección de posibles impactos no previstos, y la estimación de la incidencia real de aquellos impactos que se evaluaron.

- **METAS PARTICULARES**

Para lograr los objetivos antes señalados el promovente del proyecto contratará para la obra los servicios de un Supervisor Ambiental (SA) que posea los conocimientos adecuados para llevar a buen término el presente programa.

Las metas particulares del programa consistirán en:

- Vigilar y concretar el desarrollo del proyecto, acorde a la Manifestación de Impacto Ambiental y el resto de las condiciones ambientales señaladas en la autorización y permisos diversos.
- Realizar de manera periódica reuniones de replanteo y ejecución de visitas semanales a la obra, para detectar posibles incumplimientos ambientales que deriven en impactos no previstos.
- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales relacionadas con el proyecto, por impactos no contemplados o que no hayan sido lo suficientemente estudiados.
- Supervisar que el proyecto se desarrolle dentro de la superficie de aprovechamiento autorizada.
- Coordinar la aplicación de las medidas preventivas o de mitigación propuestas en este estudio.
- Vigilar que el proyecto se acote correctamente al desplante propuesto, fuera del cual no deberán ejecutarse actuaciones de ningún tipo.
- Realizar informes técnicos que den a conocer los sucesos acaecidos durante el desarrollo de las obras, los problemas planteados y las correspondientes soluciones aplicadas, así como el control de la aplicación de las medidas preventivas o de mitigación propuestas en este estudio.

MANUAL DE ATENCIÓN A CONTINGENCIAS DERIVADAS DE DERRAMES

I. OBJETIVO GENERAL

Organización, clasificar, instruir, ordenar e informar adecuadamente, para propiciar una respuesta oportuna y eficiente (rápida, coordinada y técnicamente adecuada) ante los diversos tipos de derrames que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

II. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Establecer los procedimientos tendientes a prevenir contingencias por derrames o vertimientos accidentales de sustancias contaminantes o hidrocarburos.

- Establecer los procedimientos a seguir en caso de que ocurra una contingencia por derrames o vertimientos accidentales al medio acuático de sustancias contaminantes o hidrocarburos.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL RESCATE, REUBICACIÓN Y LIBERACIÓN DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y PECES

1. OBJETIVO GENERAL

Proporcionar información adecuada y procedimientos apropiados para las distintas clases de organismos acuáticos que pudieran verse afectados con el desarrollo del proyecto o que peligre su integridad o supervivencia por la construcción de infraestructura que altere su hábitat de origen, como es el caso del proyecto en cuestión; a través de procedimientos para el rescate, reubicación y liberación de especies acuáticas.

REGLAMENTO DE USO DEL MUELLE

El presente Reglamento tiene por objeto proteger el hábitat de las especies asociadas a los ecosistemas presentes dentro del sitio del proyecto, a través de estrategias de protección y conservación *in situ*, con la finalidad de establecer condiciones ambientales idóneas para la subsistencia de la flora y fauna acuática.

El presente Reglamento tiene por objetivos específicos, los siguientes:

1. Conservar libre de ocupación por obras e instalaciones las zonas no sujetas a su aprovechamiento, por medio de estrategias específicas de conservación.

2. Mantener en condiciones adecuadas de higiene y limpieza la Zona Federal y las áreas no sujetas a su aprovechamiento de manera general, a través de campañas de limpieza.

3. Controlar y vigilar el acceso al sitio del proyecto.

4. Establecer medidas para evitar la perturbación del hábitat de la flora y fauna acuática, ocasionadas por ruido, contaminación y deterioro de los recursos naturales.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO 7

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

FRACCIÓN VI DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONTAMINACIÓN DEL MEDIO**
Sin proyecto	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, dado que la zona es utilizada para actividades de turismo de sol y playa, snorkel y natación, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de estos. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, dado que la zona es utilizada para actividades de sol y playa, snorkel y natación, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de estos. El volumen de residuos sin manejo incrementa con el desarrollo del proyecto, ocasionando un problema de contaminación fuera de lo habitual.
Con proyecto y con medidas	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos principalmente, dado que la zona es utilizada para actividades de turismo náutico, así como de sol y playa, snorkel y natación, lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio por no llevarse a cabo un manejo adecuado de estos. El volumen de residuos se incrementa con el desarrollo del proyecto, sin embargo, el proyecto lleva a cabo un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los mismos, por lo que no contribuye a la problemática actual detectada en el área de influencia, ni incrementa el nivel del impacto por efectos acumulativos.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**PÉRDIDA DEL HÁBITAT**
Sin proyecto	Actualmente el hábitat se encuentra perturbado debido a la fuerte presencia de sargazo y la afluencia turistas y bañistas que día a día acuden a la zona para actividades de turismo de sol y playa y natación; sin embargo, se mantiene en buen estado de conservación, sin evidencias de contaminación, de tal modo que el hábitat disponible se hace extensivo.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente el hábitat se encuentra perturbado debido a la fuerte presencia de sargazo y la afluencia turistas y bañistas que día a día acuden a la zona para actividades de turismo de sol y playa y natación; sin embargo, con la implementación del proyecto puede ocurrir contaminación del medio, afectando el hábitat disponible; así mismo, se pueden perder nichos ecológicos debido a una falta de control de la zona de desplante, es decir, se pueden afectar áreas adicionales a las autorizadas.

CONFIDENCIAL

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**PÉRDIDA DEL HÁBITAT**
Con proyecto y con medidas	Actualmente el hábitat se encuentra perturbado debido a la fuerte presencia de sargazo y la afluencia turistas y bañistas que día a día acuden a la zona para actividades de turismo de sol y playa y natación; sin embargo, con la implementación del proyecto puede ocurrir contaminación del medio, que, en su caso, afectaría el grado de conservación del hábitat disponible; así mismo, se pueden perder nichos ecológicos debido a una falta de control de la zona de desplante, es decir, se pueden afectar áreas adicionales a las autorizadas. Ante tal panorama, se ha optado por ejecutar un plan de manejo de residuos para evitar la contaminación del hábitat disponible; así como la instalación de una malla delimitadora o tapiales para evitar la dispersión de sedimentos y confinar el área de trabajo. También se contempla la ejecución de un manual para atención de contingencias por derrames; así como la instalación de letreros para advertir sobre el compromiso que se ha adquirido para conservar el medio ambiente y sus recursos presentes.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**MODIFICACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE**
Sin proyecto	En las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona terminará siendo netamente turístico y antrópico, es decir, los elementos naturales en el medio pierden su importancia como parte de la calidad visual del paisaje, dada la extensión de la zona turística.
Con proyecto y sin medidas	En las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona termina siendo netamente turístico y antrópico, sin embargo, el proyecto agrega un elemento adicional de perturbación pero que se integra a la calidad visual del paisaje dentro del medio, que termina por ser absorbido, dado que actualmente existe infraestructura costera en el sistema ambiental y asentamientos humanos, que previamente han afectado la calidad visual del paisaje.
Con proyecto y con medidas	En las cercanías del sitio del proyecto existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona termina siendo netamente turístico y antrópico, sin embargo, el proyecto agrega un elemento adicional de perturbación pero que se integra a la calidad visual del paisaje dentro del medio, que termina por ser absorbido, dado que actualmente existe infraestructura costera en el sistema ambiental y asentamientos humanos, que previamente han afectado la calidad visual del paisaje.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**COMPACTACIÓN DEL SUELO**
Sin proyecto	Actualmente la compactación del suelo ocurre por el constante tránsito de turistas en la zona de playa, por el uso y disfrute de esta zona turística. Esto ocurre aún sin la construcción del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente la compactación del suelo ocurre por el constante tránsito de turistas en la zona de playa, por el uso y disfrute de esta zona turística. Con el constante tránsito de trabajadores y usuarios de la marina la compactación del suelo se incrementa debido al tiempo de permanencia de estos. No se lleva a cabo la supervisión ambiental del proyecto y la compactación ocurre fuera de los límites del área de aprovechamiento, alcanzando una mayor superficie de afectación.
Con proyecto y con medidas	Actualmente la compactación del suelo ocurre por el constante tránsito de turistas en la zona de playa, por el uso y disfrute de esta zona turística. Con el constante tránsito de trabajadores y usuarios de la marina la compactación del suelo se incrementa debido al tiempo de permanencia de estos, pero se lleva a cabo la supervisión ambiental del proyecto y la compactación ocurre dentro de los límites del área de aprovechamiento, reduciendo el efecto del impacto, de manera puntual.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONTAMINACIÓN POR RUIDO**
Sin proyecto	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la intensa actividad turística de la zona y dado que colinda con otros desarrollos turísticos en operación. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la intensa actividad turística de la zona y dado que colinda con otros desarrollos turísticos en operación. Con el desarrollo del proyecto el nivel de ruido se incrementa, dado que no se respetan los decibeles permitidos, ni el horario diurno propuesto para el desarrollo de los trabajos proyectados.
Con proyecto y con medidas	Actualmente ocurre la generación de ruido, dado que la zona es transitada constantemente por la intensa actividad turística de la zona y dado que colinda con otros desarrollos turísticos en operación. El proyecto genera ruido, pero en menor proporción, dentro de un horario permitido y dentro de los decibeles establecidos por la norma, de tal modo que el nivel del impacto no se incrementa con el desarrollo del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONSTRUCCIÓN - SALUD**
Sin proyecto	Actualmente no existe personal laborando al interior del sitio del proyecto, ni se generan elementos de riesgos a la salud.
Con proyecto y sin medidas	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo a la salud por la generación de residuos y materiales. Estos riesgos tienen incidencia en el personal de obra, al carecer de medidas de seguridad e higiene durante el desarrollo del proyecto.
Con proyecto y con medidas	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo a la salud por la generación de residuos y materiales; sin embargo, se implementa un protocolo de seguridad e higiene que reduce esos riesgos y evita que incidan en el personal durante el desarrollo del proyecto.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONSTRUCCIÓN - SEGURIDAD**
Sin proyecto	Actualmente no existe personal laborando al interior del sitio del proyecto, ni se generan elementos de riesgo que pongan en peligro la seguridad de alguna persona.
Con proyecto y sin medidas	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo que pueden afectar la seguridad del personal en la obra. Estos riesgos tienen incidencia en el personal de obra, al carecer de medidas de seguridad e higiene durante el desarrollo del proyecto.
Con proyecto y con medidas	Con la construcción del proyecto, se presentan elementos de riesgo que pueden afectar la seguridad del personal en la obra; sin embargo, se implementa un protocolo de seguridad e higiene que reduce esos riesgos y evita que incidan en el personal durante el desarrollo del proyecto.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR LA EMISIÓN DE GASES**
Sin proyecto	Actualmente en las inmediaciones del sitio del proyecto se generan emisiones a la atmósfera debido al tránsito vehicular que acontece a través de las diferentes arterias viales de la zona, dado que se trata de una zona con actividad de turística y por la fuerte presencia de asentamientos humanos. Esto ocurre sin la existencia del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR LA EMISIÓN DE GASES**
Con proyecto y sin medidas	Actualmente en las inmediaciones del sitio del proyecto se generan emisiones a la atmósfera debido al tránsito vehicular que acontece a través de las diferentes arterias viales de la zona, dado que se trata de una zona con actividad de turística y por la fuerte presencia de asentamientos humanos; sin embargo, durante la operación del proyecto se realizan maniobras y acciones durante el uso de equipo, camiones de materiales y gas LP, que incrementan el nivel de emisiones.
Con proyecto y con medidas	Actualmente en las inmediaciones del sitio del proyecto se generan emisiones a la atmósfera debido al tránsito vehicular que acontece a través de las diferentes arterias viales de la zona, dado que se trata de una zona con actividad de turística y por la fuerte presencia de asentamientos humanos. Con la operación del proyecto, las emisiones aumentan con el uso de equipo, camiones de materiales y gas LP; sin embargo, durante la operación del proyecto ejecutará un programa de vigilancia y seguimiento ambiental para verificar que los camiones y equipo cuente con los mantenimientos preventivos adecuados que ayuden a minimizar la emisión de gases.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONTAMINACIÓN DE LA PLAYA Y ÁREA MARINA POR RESIDUOS**
Sin proyecto	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la zona de playa es transitada constantemente lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio y dispersados hacia la playa por no llevarse a cabo un manejo adecuado. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la zona de playa es transitada constantemente lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio y dispersados hacia la playa por no llevarse a cabo un manejo adecuado. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto. Durante la operación de la marina el volumen de residuos sin manejo incrementa con el desarrollo del proyecto, ocasionando un problema de contaminación más elevado que el actual.
Con proyecto y con medidas	Actualmente ocurre la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la zona de playa es transitada constantemente lo que origina elementos contaminantes que en ocasiones son arrojados al medio y dispersados hacia la playa por no llevarse a cabo un manejo adecuado. Esto acontece aun sin la existencia del proyecto. Durante la operación de la marina el volumen de

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**CONTAMINACIÓN DE LA PLAYA Y ÁREA MARINA POR RESIDUOS**
	residuos se incrementa con el desarrollo del proyecto, sin embargo, el proyecto implementa un correcto manejo, almacenamiento y disposición final de los mismos, por lo que no contribuye a la problemática actual detectada en el área de influencia, ni incrementa el nivel del impacto por efectos acumulativos.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**OBSTACULIZACIÓN DE LA ANIDACIÓN O PÉRDIDA DE CRÍAS DE TORTUGAS MARINAS**
Sin proyecto	En la zona de playa se observa el constante tránsito de personas, así como el arribo masivo de sargazo, lo que representa serios obstáculos para el arribo de tortugas marinas o, en su caso, para la eclosión de las crías, aún sin la existencia del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	En la zona de playa se observa el constante tránsito de personas, así como el arribo masivo de sargazo, lo que representa serios obstáculos para el arribo de tortugas marinas o, en su caso, para la eclosión de las crías; sin embargo, el proyecto contribuye con la problemática al promover el uso de la playa, sin campañas de limpieza de playa para el retiro de residuos sólidos (plástico principalmente) y su uso en la temporada de anidación; por lo que existe pérdida de nidos por apisonamiento, de crías por basura dispersa y sargazo, y de adultos por obstáculos en la playa.
Con proyecto y con medidas	Se llevan acciones controladas de limpieza del sargazo y basura que recala en la playa, manteniéndola limpia; así como el retiro de los obstáculos desde el ocaso hasta al amanecer en la temporada de anidación, por lo que se eliminan los factores que impiden el arribo de tortugas marinas o la eclosión de crías. Se vigilan las actividades de esparcimiento y recreación en la zona de playa por parte de los usuarios de la marina; y se llevan a cabo campañas de vigilancia durante la temporada de anidación de tortugas marinas.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT**
Sin proyecto	El desplazamiento de fauna ocurre cuando la zona es ocupada por los usuarios de la marina y bañistas, debido a la perturbación del hábitat que se genera. Esto ocurre sin la implementación del proyecto.
Con proyecto y sin medidas	El desplazamiento de fauna ocurre cuando la zona es ocupada por los usuarios de la marina y bañistas, debido a la perturbación del hábitat que se genera. Con la ejecución del proyecto el impacto se incrementa en la zona, dado que no existe un control ni supervisión de los trabajos que se realizan; incluso puede haber mortandad de organismos durante la operación de la marina.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

PRONÓSTICO AMBIENTAL	
ESCENARIOS	**PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT**
Con proyecto y con medidas	El desplazamiento de fauna ocurre cuando la zona es ocupada por los usuarios de la marina y bañistas, debido a la perturbación del hábitat que se genera. Con la ejecución del proyecto el impacto se reduce, dado que existe un control y supervisión de las actividades de esparcimiento y recreación; se instalan letreros preventivos y se llevan a cabo labores de vigilancia. No obstante, los usuarios de la marina generarán perturbación en el medio marino, lo que sigue dando pie a que el impacto se manifieste; sin embargo, la magnitud del impacto se minimiza con la instalación de letreros y supervisión del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO 8

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

FRACCIÓN VIII DEL ARTÍCULO 12 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (DOF 30-05-2000)

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en la Manifestación de Impacto Ambiental se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

8. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se enuncian a continuación:

8.1. Planos georreferenciados

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este estudio, se utilizaron los programas QGIS (3.28.2) y AutoCAD LT 2025; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

8.2. Planos arquitectónicos

Los planos arquitectónicos que ilustran las áreas de aprovechamiento del proyecto, así como el desplante de las obras, fueron realizados con base en el programa AutoCAD LT 2025.

8.3. Imágenes aéreas

Las imágenes satelitales que integran este estudio fueron obtenidas de imágenes Landsat, Ortofotos y del programa Google Earth, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

8.4. Fotografías

Las fotos que ilustran los textos descritos en el documento fueron tomadas a través de las siguientes cámaras digitales:

- Canon PowerShot SX70 HS
- GoPro Hero 12 Black

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

8.5. Imágenes gráficas

Las imágenes que se presentan en algunos de los capítulos de este estudio (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

8.6. Coordenadas

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin, modelo 64s map. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q Norte, que corresponde a la República Mexicana.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 1988. DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región denominada Arrecife de Puerto Morelos, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Diario Oficial de la Federación. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012.
- Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la 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.

CONSULTA PÚBLICA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

- Diario Oficial de la Federación. 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.

- Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.

- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.

- **PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS**

- http://www.conabio.gob.mx
- http://www.conanp.gob.mx
- http://www.cronchoil.com
- http://www.inegi.gob.mx
- http://www.semarnat.gob.mx
- https://www.qroo.gob.mx/sema

CONSULTA PÚBLICA