2026

# MARINA YUCALPETEN

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

**RE**

2026

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

## 1.1. Nombre del proyecto

La presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde al proyecto denominado "MARINA YUCALPETEN"

## 1.1. Datos generales del promovente.

El proyecto lo promueve la Ciudadana: Elsa Leticia López Simón

[redacted]

[redacted]

[redacted]

## 1.2. Datos del responsable o técnico de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

Nombre o razón social: Cristopher de Jesús Albor Pinto.

La persona responsable del estudio es Cristopher de Jesús Albor Pinto.

[redacted]

## 1.3. Ubicación del proyecto

Entidad federativa: Yucatán

Municipio: Progreso.

- Calle 18 no. 748 Puerto de Abrigo Yucalpeten,
- Calle 18 no. 749 Puerto de Abrigo Yucalpeten,

- Y un predio de superficie de tierra concesionado.

Imagen de ubicación del Proyecto, incluir todos los polígonos de los componentes que lo conforman

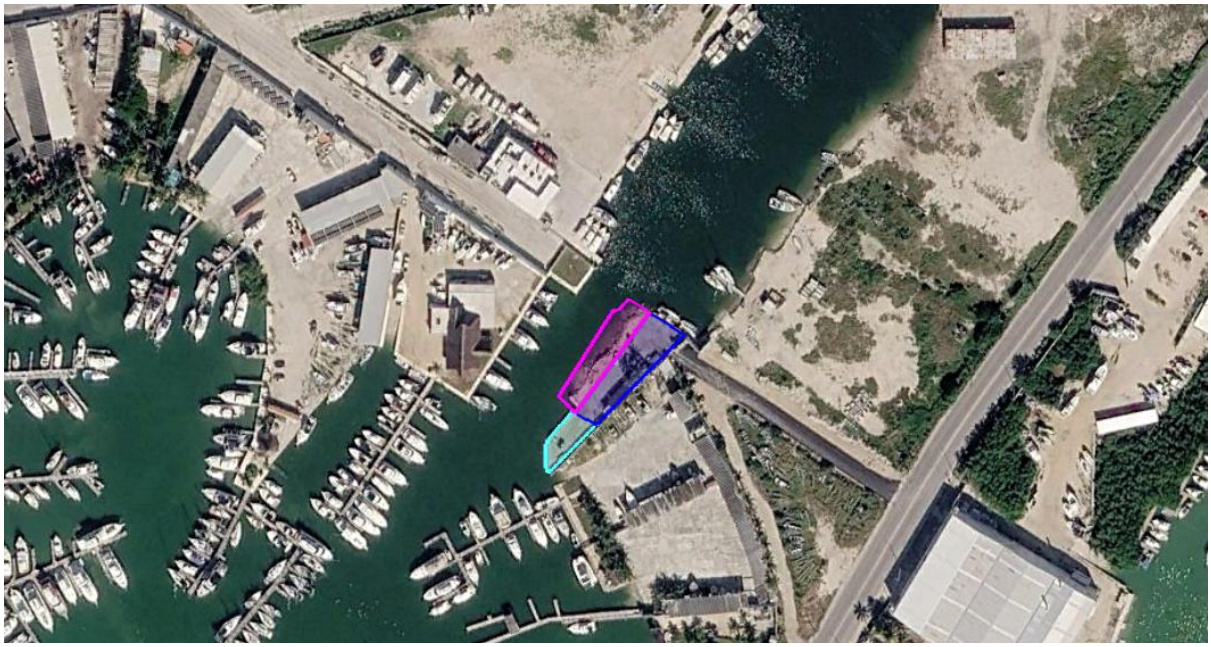
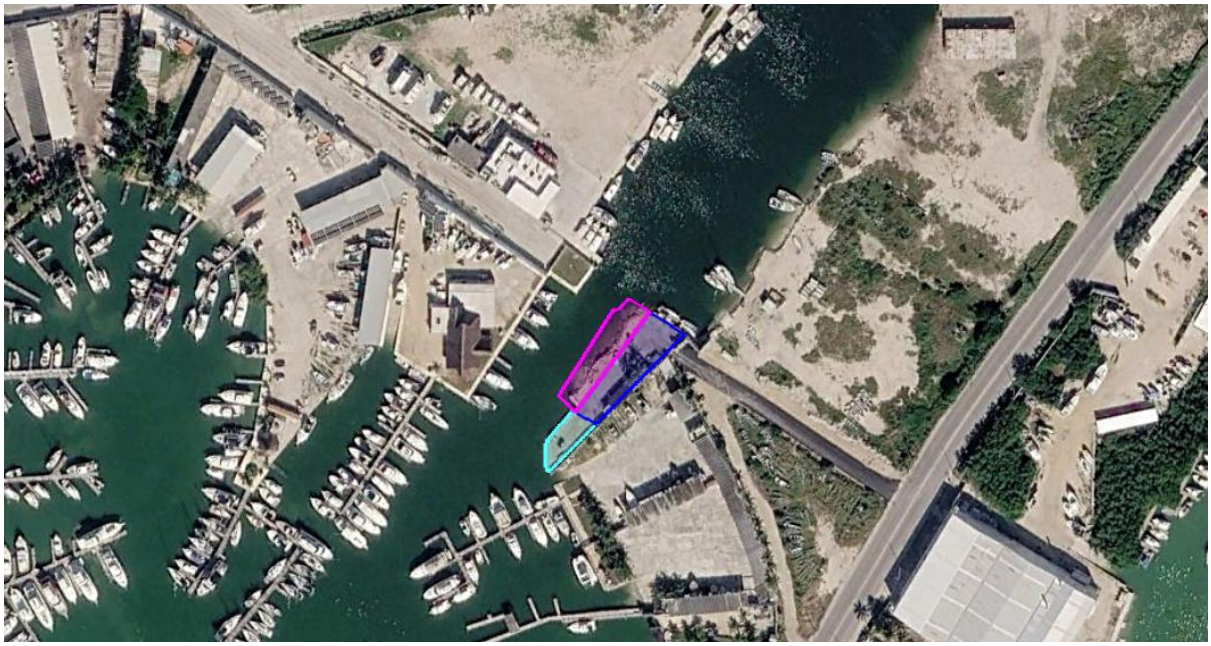


Imagen satelital del polígono

## 1.4. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

El proyecto denominado **“MARINA YUCALPETÉN”** consiste en la construcción de obras complementarias para la implementación de la marina, incluyendo la construcción de un muro perimetral y la conformación de taludes asociados a las actividades de dragado. El proyecto se ubica en los predios localizados en la calle 18, números 748 y 749, así como en una pequeña zona denominada **“superficie de tierra”**, para la cual se cuenta con la concesión correspondiente. Todos los predios se encuentran en la localidad y municipio de Progreso, Yucatán, y en conjunto abarcan una superficie total de **1,536.93 m$^2$**. El entorno inmediato del proyecto se caracteriza por encontrarse dentro de una franja costera con presencia de infraestructura y actividades portuarias preexistentes.



El proyecto denominado “MARINA YUCALPETEN” consiste en un desarrollo y operación de una marina. Las obras se desarrollarán en la calle 18 no. 748 y 749 y aunado a eso a una superficie de tierra que se encuentra bajo concesión de dicho proyecto este se encuentra en el Puerto de Abrigo Yucalpeten, todos de la población y municipio de Progreso, Yucatán, sobre una superficie total de 1,536.93 $m^2$. Coordenadas del polígono del proyecto:

## SUPERFICIE TIERRA

| CUADRO DE CONSTRUCCION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VERTICE | LADO | DIST. | ANGULO | ESTE | NORTE |
| P13 | P13 - P6 | 1.37 | 131°39'57" | 220309.258 | 2354616.957 |
| P6 | P6 - P15 | 10.00 | 194°58'46" | 220310.217 | 2354615.974 |
| P15 | P15 - P16 | 28.43 | 75°8'27" | 220318.816 | 2354610.865 |
| P16 | P16 - P17 | 2.02 | 70°55'54" | 220298.513 | 2354590.966 |
| P17 | P17 - P18 | 9.43 | 155°9'50" | 220297.647 | 2354592.794 |
| P18 | P18 - P19 | 2.55 | 167°29'24" | 220297.561 | 2354602.219 |
| P19 | P19 - P20 | 16.57 | 149°37'37" | 220298.091 | 2354604.711 |
| P20 | P20 - P13 | 0.00 | 135°0'5" | 220309.258 | 2354616.957 |
| SUPERFICIE = 242.67 m² | | | | | |

# SUPERFICIE DE TABLAJE 749

| CUADRO DE CONSTRUCCION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VERTICE | LADO | DIST. | ANGULO | ESTE | NORTE |
| P8 | P8 - P9 | 17.38 | 142°6'11" | 220342.216 | 2354657.620 |
| P9 | P9 - P10 | 52.99 | 78°12'32" | 220356.661 | 2354647.956 |
| P10 | P10 - P6 | 10.00 | 104°51'34" | 220318.816 | 2354610.865 |
| P6 | P6 - P5 | 52.52 | 83°10'49" | 220310.217 | 2354615.974 |
| P5 | P5 - P8 | 0.00 | 131°38'49" | 220342.216 | 2354657.620 |
| SUPERFICIE = 711.57 m² | | | | | |

# SUPERFICIE DE TABLAJE 748

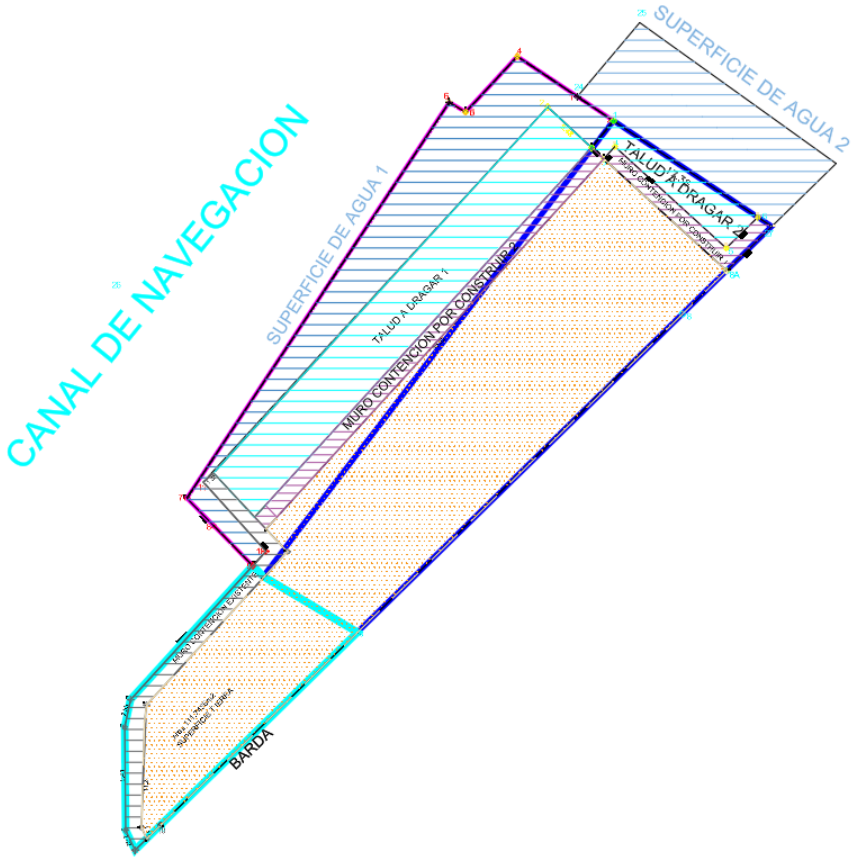
| CUADRO DE CONSTRUCCION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VERTICE | LADO | DIST. | ANGULO | ESTE | NORTE |
| P1 | P1 - P2 | 43.40 | 180°0'1" | 220303.233 | 2354623.130 |
| P2 | P2 - P3 | 1.75 | 92°42'47" | 220327.199 | 2354659.313 |
| P3 | P3 - P4 | 6.94 | 257°56'60" | 220328.702 | 2354658.416 |
| P4 | P4 - P5 | 10.58 | 99°4'19" | 220333.423 | 2354663.504 |
| P5 | P5 - P6 | 52.52 | 86°14'55" | 220342.216 | 2354657.620 |
| P6 | P6 - P7 | 10.00 | 81°50'26" | 220310.217 | 2354615.974 |
| P7 | P7 - P1 | 0.00 | 102°10'32" | 220303.233 | 2354623.130 |
| SUPERFICIE = 582.69 m² | | | | | |

**De las obras a ejecutar.**

Previo al desarrollo del proyecto “MARINA YUCALPETEN”, se realizó un análisis detallado del predio con la finalidad de definir con precisión las áreas a intervenir y aquellas que permanecerán sin alteración significativa. Derivado de dicho análisis, se presenta el cuadro de superficies del proyecto acompañado del plano arquitectónico correspondiente. En estos documentos se identifican claramente las zonas destinadas a construcción, circulación y servicios, así como las áreas verdes, ajardinadas y de conservación, las cuales mantendrán sus características naturales propias del entorno costero.

El desglose de áreas permite visualizar de manera objetiva la proporción entre la superficie construida y la superficie permeable, evidenciando que la intervención se concentra en un porcentaje limitado del terreno.

| TABLA DE SUPERFICIES | | |
|---|---|---|
| **Concepto** | **m2** | **%** |
| Muro contención por construir 1 | 29.00 | 1.89% |
| Muro contención por construir 2 | 68.65 | 4.47% |
| Muro contención existente | 59.90 | 3.90% |
| Superficie Tierra | 861.5 | 56.05% |
| Superficie de agua 1 | 222.38 | 14.47% |
| Talud a dragar 1 | 249.25 | 16.22% |
| Talud a dragar 2 | 46.25 | 3.01% |
| **Superficie total** | **1536.93** | **100.00%** |



A continuación, se describen de manera detallada las obras y actividades que se ejecutarán de forma secuencial por etapas para consolidar el proyecto:

**Etapa de Construcción**

El proyecto **"MARINA YUCALPETÉN"**, de acuerdo con lo establecido en el programa general de trabajo, contempla para su etapa de construcción las siguientes actividades:

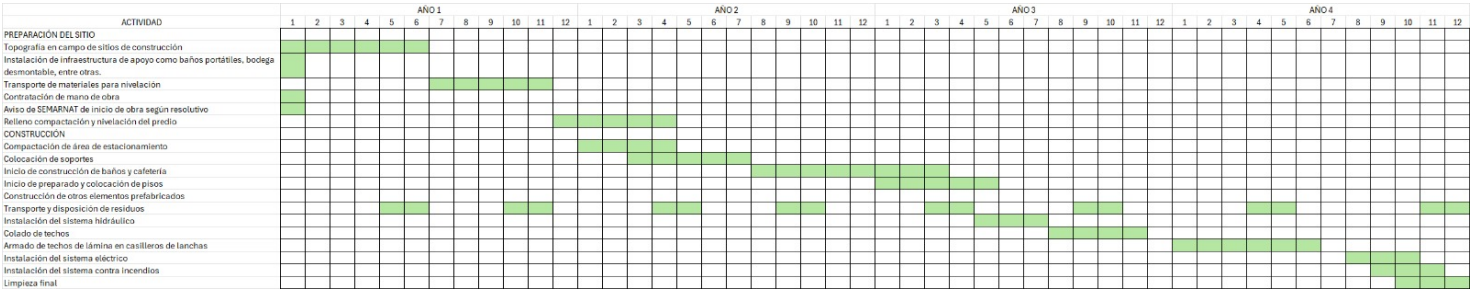
- **Construcción de muros de contención.** Se contempla la construcción de dos nuevos muros de contención, correspondientes a una superficie de **29.00 m²** y **68.65 m²**, respectivamente, así como la conservación del muro de contención existente, con una superficie de **59.90 m²**.
- **Obras de dragado y conformación de taludes.** Se realizarán actividades de dragado en las áreas destinadas para tal efecto, correspondientes al **talud a dragar 1**, con una superficie de **249.25 m²**, y al **talud a dragar 2**, con una superficie de **46.25 m²**, con la finalidad de generar las condiciones necesarias para la operación y funcionamiento de la marina.

### 1.5. Cronograma de actividades y obras

Una vez enumeradas y descritas las obras y actividades para el desarrollo de **"MARINA YUCALPETEN"**, a continuación se establece el programa calendarizado que determina el orden secuencial y los tiempos estimados para la conclusión de cada una de las etapas. Asimismo, con base en dichos plazos de ejecución, se desglosa el costo e inversión total estimada para el proyecto.

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se proyecta una jornada laboral base bajo las siguientes condiciones operativas:

- **Jornada diaria:** 8 horas.
- **Semana laboral:** 6 días (de lunes a sábado).
- **Flexibilidad operativa:** Los plazos señalados pueden presentar variaciones debido a factores climáticos, logísticos o de fuerza mayor que obliguen a la interrupción temporal de las obras en la zona costera.




Con el propósito de facilitar una visualización detallada, el cronograma de obra en extenso (Diagrama de Gantt), ordenado de acuerdo con la distribución de tiempo y obras a realizar, se anexa formalmente al presente Manifiesto en formato digital (dispositivo de almacenamiento magnético/USB).

La fase de implementación y construcción del proyecto se proyecta que tome alrededor de 48 meses para su completa realización. Una vez operativo, la duración del proyecto dependerá en gran medida del mantenimiento continúo proporcionado por el propietario, estimándose una vida útil aproximada de 99 años.

### 1.6. TABLA RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

| **Tabla resumen de características del proyecto** | | |
|---|---|---|
| **Concepto** | **Preparación del sitio y construcción** | **Operación** |
| Consumo de energía eléctrica | Durante las fases principales del proyecto no se tiene contemplado hacer uso de energía eléctrica de la red comercial, ya que la maquinaria y los equipos requeridos serán impulsados de forma autónoma mediante combustible. De igual manera, el personal técnico y operativo desarrollará sus actividades | Durante la etapa operativa, el servicio de energía eléctrica será proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), institución competente en la materia. |

| | | |
|---|---|---|
| | exclusivamente en horario diurno para aprovechar al máximo la luz solar natural, evitando así la necesidad de contratar acometidas provisionales o instalar sistemas de iluminación artificial temporal. Aunado a lo anterior, se menciona que no se almacenará ningún tipo de combustible dentro del predio; el suministro de los equipos se realizará directamente desde estaciones de servicio cercanas a la localidad y será transportado en vehículos aptos, tomando en todo momento las medidas de seguridad necesarias bajo la normatividad ambiental correspondiente para prevenir cualquier contingencia en el suelo arenoso. | |
| Consumo de agua | Respecto al suministro de agua para las etapas de preparación del sitio, construcción, limpieza y operación el recurso será abastecido externamente mediante la contratación de camiones cisterna (pipas) operados por empresas especializadas en la región. El agua recibida será almacenada temporalmente en contenedores herméticos (tambos o depósitos plásticos) distribuidos estratégicamente dentro del predio para su uso en dichas fases de obra. | |
| Emisiones de gases de efecto invernadero | Durante la etapa de construcción y en las labores posteriores de mantenimiento, se generarán de manera inevitable emisiones a la atmósfera derivadas de la operación de la maquinaria y equipos motorizados. No obstante, dichas emisiones tendrán un carácter estrictamente temporal y localizado, restringiéndose de forma | |

| | |
|---|---|
| | exclusiva a los periodos de operación de los citados equipos.<br><br>Los gases generados provendrán principalmente de los motores de combustión interna utilizados por la maquinaria y los vehículos de transporte, dispersándose directamente en la atmósfera. Con el fin de asegurar que estas emisiones se mantengan en niveles mínimos y no alteren la calidad del aire en la zona de influencia, el promovente implementará como medida de prevención que toda la maquinaria empleada se encuentre en óptimas condiciones operativas y mecánicas, vigilando el estricto cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-2017.<br><br>De igual manera, se supervisará que los vehículos automotores destinados al transporte de personal, suministro de materiales y acarreo de residuos relacionados con el proyecto cumplan con las disposiciones vigentes de la NOM-041-SEMARNAT-2015, la cual regula las emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación que utilizan gasolina. Estas acciones se integran formalmente como medidas de mitigación ambiental orientadas a reducir al mínimo los impactos potenciales sobre el componente aire en la región costera. |
| Generación de residuos - Peligrosos | Durante las fases de construcción no se prevé la generación de residuos peligrosos. En caso de generarse, se identificaran, clasificaran y dispondrán con estricto apego a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo Reglamento.<br>Los residuos peligrosos generados serán almacenados temporalmente en un almacén específico y debidamente señalizado, el cual estará equipado con piso impermeable, techado, ventilación natural y sistemas de contención secundaria para evitar filtraciones al suelo. Asimismo, se llevará un registro interno mediante bitácoras de generación, se contará con las hojas de datos de seguridad visibles y se contratará exclusivamente a una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT para las etapas de recolección, transporte, tratamiento |

| | |
|---|---|
| | y disposición final, asegurando en todo momento el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. |
| Generación de residuos - Manejo Especial | Durante la etapa de construcción y, en menor medida, durante la operación, se generarán residuos de manejo especial en cantidades reducidas, tales como remanentes de materiales de construcción (concreto, madera, acero, PVC y cartón industrializado), así como escombros de obra. Si bien estos residuos no presentan características de peligrosidad, requieren un manejo y gestión diferenciados debido a su volumen, peso y propiedades físicas.<br><br>El manejo de estos residuos se realizará conforme a los lineamientos establecidos por el Gobierno del Estado de Yucatán y en estricta coordinación con las autoridades municipales competentes. Los materiales serán acopiados temporalmente en zonas específicamente designadas dentro del predio, clasificándolos por tipo para promover su reutilización o reciclaje cuando sea técnicamente viable. Para su retiro definitivo del sitio, se contratará a proveedores debidamente registrados ante la autoridad estatal, garantizando su traslado hacia centros de acopio autorizados, sitios de reciclaje o, en su defecto, a rellenos sanitarios que cuenten con la infraestructura adecuada para su disposición final. |
| Generación de residuos - Sólidos Urbanos | Durante las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación), se generarán residuos sólidos urbanos consistentes principalmente en desechos orgánicos e inorgánicos no peligrosos, tales como restos de alimentos, envases, papel, cartón y plásticos derivados de las actividades del personal técnico, operativo y, posteriormente, de los usuarios. Para su adecuado manejo, se dispondrá de contenedores diferenciados y debidamente rotulados por tipo de residuo (orgánico e inorgánico), promoviendo de manera activa la separación desde la fuente de generación. Estos residuos serán recolectados con una periodicidad que evite su acumulación o la |

| | | |
|---|---|---|
| | atracción de fauna nociva, para posteriormente ser entregados al servicio de limpia municipal o a empresas particulares autorizadas para su traslado y disposición final en el sitio de confinamiento oficial. Asimismo, se implementarán pláticas de sensibilización ambiental para fomentar entre el personal y los ocupantes el uso responsable de materiales y la minimización en la generación de desechos, en estricta concordancia con el principio de reducción en la fuente y las buenas prácticas ambientales para el entorno costero. | |
| Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84 | Para el manejo de las aguas residuales durante las fases iniciales del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles de tipo químico, de acuerdo con las mejores prácticas en materia de salubridad e higiene industrial. Estas instalaciones serán contratadas con una empresa especializada que se encargará del suministro, mantenimiento periódico, limpieza y desmantelamiento al término de su vida útil en la obra, así como de la recolección y disposición final adecuada de los residuos sanitarios generados, garantizando el estricto cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable para evitar cualquier infiltración residual en el subsuelo costero. | Durante la etapa de operación del proyecto no se prevé la generación de aguas residuales asociadas a servicios sanitarios, debido a que el proyecto corresponde a una marina destinada principalmente al resguardo y manejo de embarcaciones. En este sentido, no se contempla la instalación de baños, sanitarios ni otras instalaciones que impliquen el consumo de agua para uso sanitario dentro de las áreas operativas del proyecto. Por lo anterior, no se considera la generación de descargas de aguas residuales sanitarias durante esta etapa. |
| Otros en su caso (ruido) | El ruido asociado a las actividades del proyecto provendrá principalmente | |

| | | |
|---|---|---|
| | de la operación de la maquinaria utilizada en las labores de desplante, del empleo de equipos mecánicos de elevación, así como del tránsito de vehículos y camiones encargados del transporte de insumos y materiales de construcción. Todas estas fuentes generadoras de presión acústica se mantendrán estrictamente dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, la cual regula las emisiones de ruido provenientes de fuentes fijas, asegurando que las actividades de obra se ejecuten en horarios autorizados para minimizar cualquier perturbación a la fauna local y al entorno inmediato. | |

| **Superficies generales del proyecto** | |
|---|---|
| **Concepto** | **Superficie** |
| **Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del proyecto.** | 1,536.93 m2 |
| **Superficie del desplante de construcción.** | 393.15 m2 |
| **Superficie a intervenir sin construcciones** | 111.7436 m2 |

<table>
<tr><td rowspan="2">Superficie total de vegetación</td><td>Existente</td><td>Por afectar</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">En el caso del proyecto, no se prevé una afectación significativa sobre la cobertura vegetal existente, debido a que el área del polígono se encuentra previamente modificada por diversas actividades antropogénicas. Como consecuencia de dichas actividades, la vegetación presente actualmente muestra un grado de perturbación y modificación de sus condiciones naturales. Estas características pueden observarse en los mapas previamente presentados, en los cuales se aprecia el estado actual de la cobertura vegetal dentro del polígono del proyecto.</td></tr>
<tr><td>Superficie de vegetación forestal</td></tr>
<tr><td colspan="3">Superficie por cada tipo de vegetación forestal</td></tr>
<tr><td>Tipo de vegetación 1</td><td colspan="2">Vegetación Secundaria</td></tr>
<tr><td>Tipo de vegetación 2</td><td colspan="2">N/A</td></tr>
<tr><td>Tipo de vegetación n</td><td colspan="2">N/A</td></tr>
<tr><td>Superficie de incidencia en cuerpos de agua</td><td colspan="2">Durante ninguna de las etapas del proyecto se prevé la intervención o incidencia directa sobre cuerpos de agua superficiales o costeros. Asimismo, a lo largo del ciclo de vida del desarrollo se implementará una gestión integral y estricta de los efluentes generados, garantizando el uso de infraestructura sanitaria estanca y certificada con el objetivo</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| | prioritario de prevenir infiltraciones y asegurar la protección absoluta del acuífero kárstico de la región. |
| **Superficie de incidencia en Zona Federal** | La totalidad del polígono se ubica en la Zona Federal, al encontrarse en zona costera. |
| **Superficie de incidencia en ZOFEMAT** | El predio no se encuentra en Zona Federal Marítimo Terrestre. |

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

A continuación, se presenta la identificación, revisión y análisis de los diversos instrumentos de planeación territorial y ambiental que regulan el uso del suelo y las actividades permitidas en la zona donde se pretende desarrollar el proyecto. Este tiene por objetivo garantizar que la propuesta se sujete a los marcos normativos con validez jurídica vigente, y establecer su correspondencia y congruencia con dichos instrumentos, a fin de acreditar su viabilidad legal, ambiental y territorial.

De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, los proyectos sujetos a evaluación deben vincularse con los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), los Programas de Desarrollo Urbano, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas, y demás leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal. Esta vinculación permite situar el proyecto dentro del marco de planificación ambiental vigente, y demostrar su compatibilidad con las políticas públicas de uso del territorio, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Asimismo, mediante el procedimiento de evaluación de impacto ambiental se establecerán las condiciones específicas a las que deberá sujetarse la ejecución de obras y actividades relacionadas con el proyecto, especialmente aquellas que pudieran generar efectos adversos al ambiente o rebasar los límites y condicionantes establecidos por la normatividad aplicable. El objetivo de este procedimiento es prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos negativos que pudieran generarse, garantizando la protección, preservación y restauración de los ecosistemas.

El presente capítulo expone los resultados del análisis de los instrumentos de planeación vigentes con relación a desarrollos habitacionales, así como su correspondencia con los aspectos ambientales vinculados al manejo y aprovechamiento de los recursos naturales durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

### 2.1. Programas de Ordenamiento Ecológico.

**Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.**

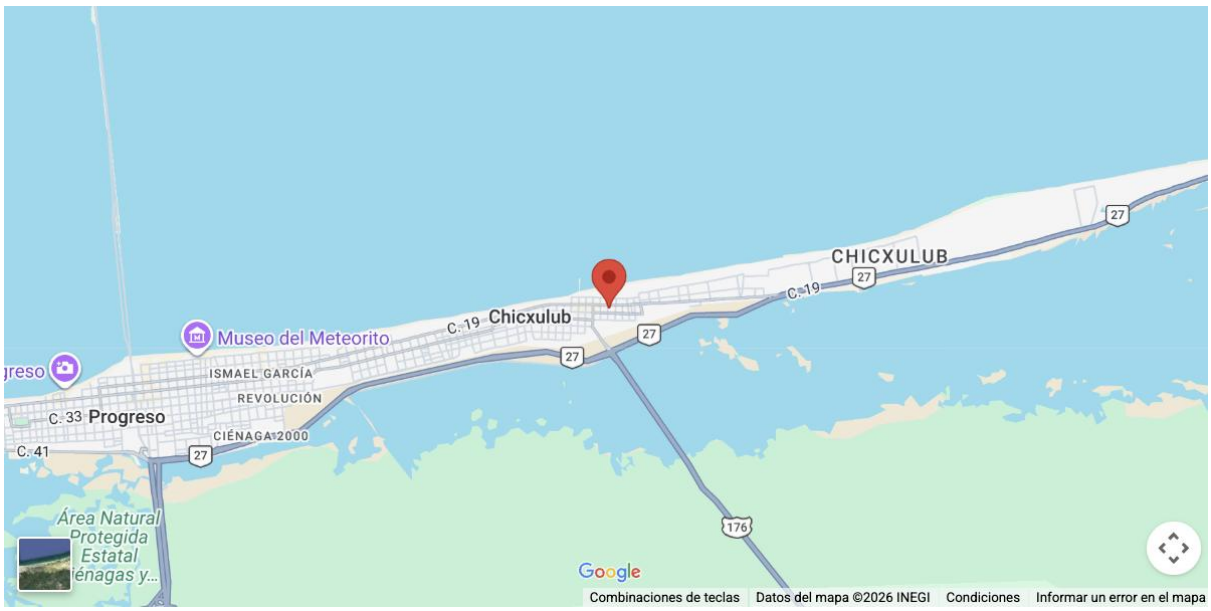
El POETY, considera dentro de sus lineamientos, aspectos ambientales, sociales y económicos, así como la opinión pública para definir la zonificación del Estado, así como su uso más apropiado. Dicha zonificación dio como resultado la creación de Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) en las cuales se dividió el territorio del Estado. El proyecto "MARINA YUCALPETEN" se encuentra dentro de la UGA017-APROV-PRO. A continuación, se presenta la tabla de usos y criterios de la aludida UGA.

| UGA | UGA017-APROV-PRO | |
|---|---|---|
| Compatible: 1, 2, 6, 11, 13, 18, 19, 20 | Condicionado: 17 | Incompatible: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16 |
| Uso vinculante: El POETY no contempla una clasificación específica para marinas, por lo que el proyecto se vincula con la **clasificación 11, correspondiente a infraestructura**, la cual es compatible con la UGA donde se pretende desarrollar el proyecto. | | |

**Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) constituye una herramienta de política ambiental diseñada con el propósito de regular o incentivar el uso del suelo y las actividades económicas en el Territorio Costero del Estado. Este enfoque tiene como objetivo principal la preservación y aprovechamiento sustentable del medio ambiente, con la intención de salvaguardarlo. Se considera que este instrumento es altamente apropiado para coordinar las acciones humanas con el entorno, asegurando la sustentabilidad a corto, mediano y largo plazo del territorio. El área destinada para la ejecución del proyecto se localiza dentro de las UGA PRO05-BAR_PORT y PRO06-BAR_URB, correspondientes a zonas destinadas al desarrollo portuario y urbano, respectivamente. Por lo anterior, el proyecto resulta congruente con la vocación de uso de suelo establecida para dichas UGA.

## 2.2. Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia.




De acuerdo con la información consultada en el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), se identificó la presencia de una localidad con población indígena en la zona costera que se encuentra en la localidad de Chicxulub Puerto por lo que se encuentra cercano al área del proyecto.

No obstante, conforme se observa en la imagen presentada, el predio del proyecto se localiza a una distancia aproximada de 9.44 kilómetros de dicha localidad, por lo que no se prevé una incidencia directa sobre la población, sus actividades, su territorio o sus dinámicas socioculturales.

Asimismo, debido a la naturaleza y escala del proyecto, no se consideran afectaciones significativas dentro de la zona de influencia hacia comunidades indígenas cercanas.

| Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia |
|---|

| Estado | Municipio | Localidad |
| --- | --- | --- |
| Yucatán | Progreso | Chicxulub Puerto |

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

## 3.1 Delimitación del área de estudio.

Para delimitar el Sistema Ambiental (SA) se utilizó la regionalización establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán (POETY). De tal manera que el SA quedó delimitado por la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) UGA 017-APROV-PRO (**Fig. 1**). Que cuenta con una extensión de 21.6 km$^2$ dentro de la cual destacan los asentamientos humanos ocupando una cobertura del 77.22% del área total, también es importante notar que el 91.66% de la UGA se encuentra en peligro por inundaciones pluviales. La política que rige dicha unidad es de aprovechamiento sustentable, la cual busca que el uso del suelo sea congruente con su aptitud natural, de modo que se realice el aprovechamiento de los recursos naturales de forma sustentable. El lineamiento ambiental establecido para la UGA 017-APROV-PRO es incentivar el uso sustentable de 0.225 km$^2$ para actividades compatibles con ese enfoque. Se busca fomentar el desarrollo de asentamientos humanos de forma ordenada en áreas que ya cuentan con servicios básicos municipales e infraestructura necesaria para su desarrollo y para una movilidad sustentable.

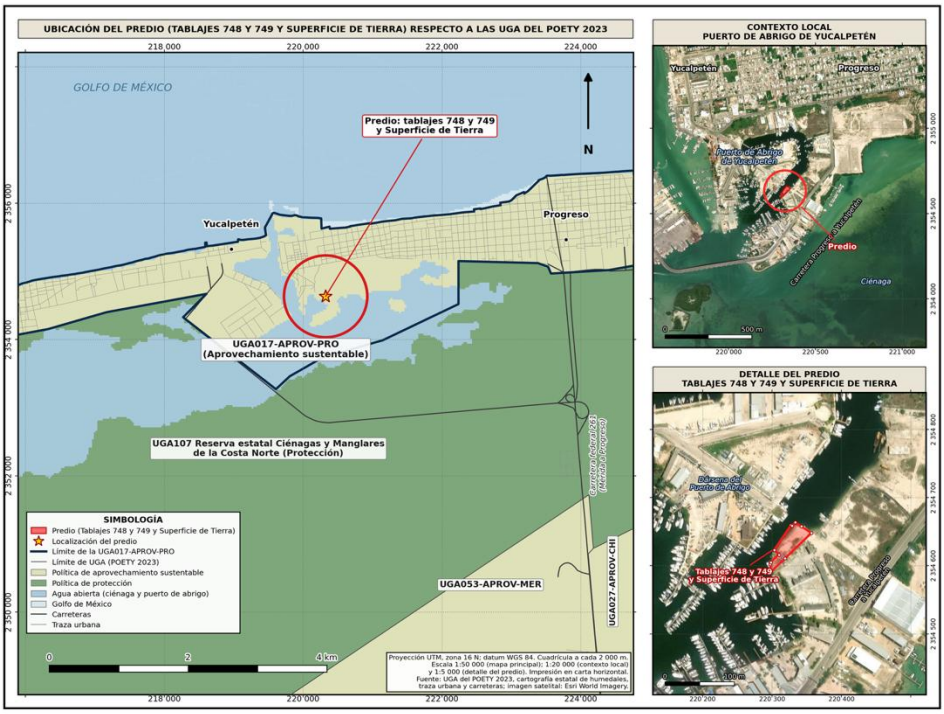



Figura 1.- **Sistema Ambiental (SA)** delimitado por la UGA - UGA017-APROV-PRO.

El área de influencia del proyecto fue delimitada con un radio de 1,000 metros alrededor del predio (**Fig. 2**), bajo el supuesto de que dentro de este radio se concentrarían los posibles efectos negativos a la flora y fauna circundante, mientras que fuera de este no se verá afectación significativa. Esta área incluyó principalmente asentamientos humanos, con escasa presencia de vegetación y, en consecuencia, de fauna silvestre.



Figura 2**.- Área de influencia (AI).** El AI para el proyecto se encuentra delimitado por el polígono rojo.

**a) Área del proyecto**

El proyecto se pretende desarrollar dentro de un área de 8,608 $m^2$ (0.86 ha). Dicho predio registrado bajo propiedad privada se encuentra ubicado en la localidad de Progreso, Yucatán, en las coordenadas 21° 16’ 19.65” N y 89° 41’ 39.84” O (**Fig. 3**). A su vez, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY), el predio se encuentra dentro de dos UGA’s: PRO06-BAR_URB y PRO05-BAR_PORT (**Fig. 4**). La mayor parte del predio se encuentra dentro de la UGA PRO06-BAR_URB regida por una política urbana, el otro restantes del predio se encuentra dentro de la PRO05-BAR_PORT regida por una política portuaria. Ambas políticas se encuentran fuera de la jurisdicción o regulación del programa de ordenamiento ecológico POETCY.

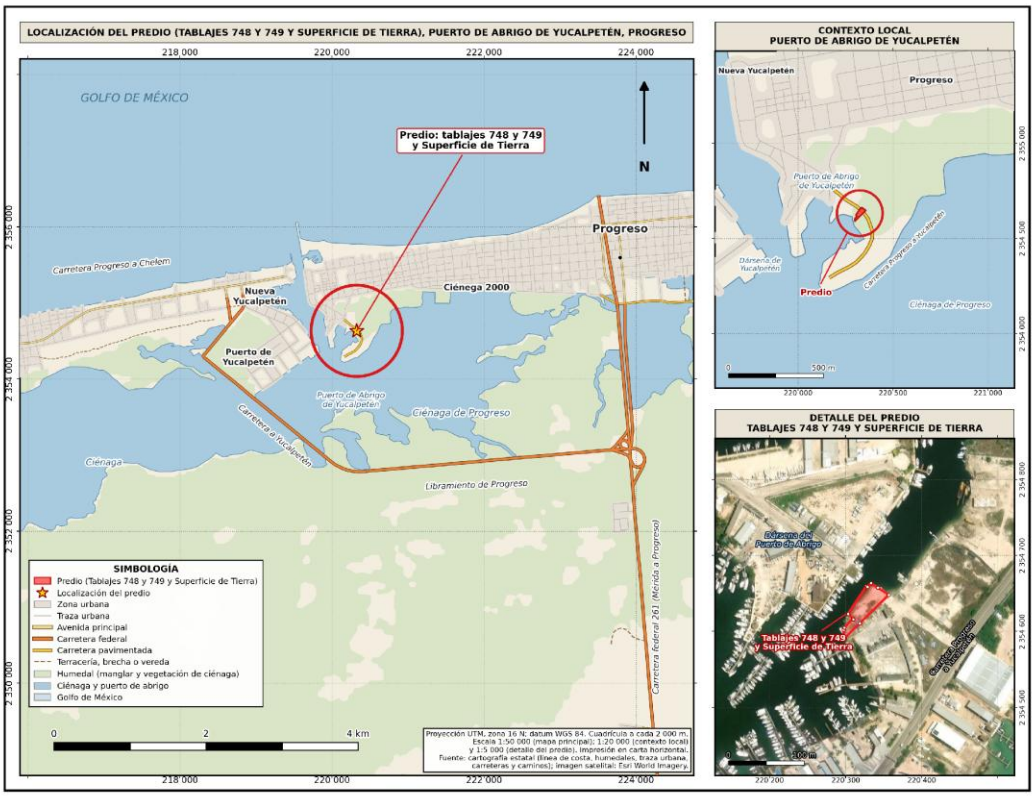



Figura 3.- Ubicación geográfica del predio en el que se desarrollará el proyecto.

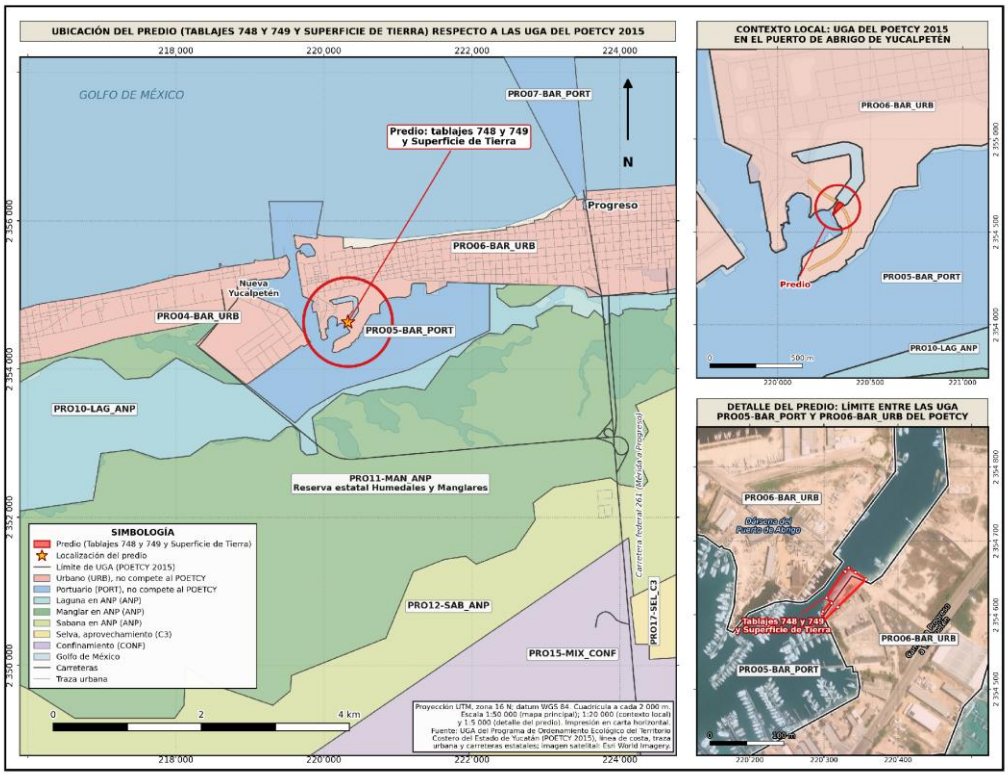



Figura 4.- Unidades de Gestión Ambiental. UGA PRO06-BAR_URB y UGA PRO05-BAR_PORT.

### 3.2 Caracterización del Sistema Ambiental

#### a) Medio abiótico

**Tipo de clima**

Bajo un clima tropical Yucatán se caracteriza por ser cálido y húmedo en gran parte del año. A su vez, la incidencia de diversos factores climáticos que inciden en la región genera la presencia de diversos sub climas a lo largo del territorio. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2010), en el norte se cuenta con un clima seco semi-seco el cual se torna húmedo conforme se avanza tierra adentro. Mientras que, en gran parte del estado predominan sub climas cálidos subhúmedos.

El predio en estudio se encuentra en la zona subclimática BSo (h') (x'), caracterizada por un clima árido cálido (**Fig. 5**). Este sub clima, el más seco de todos los climas áridos, se extiende en una franja limitada de tierra que colinda con la línea costera. Las temperaturas medias anuales superan los 22°C, con una mínima registrada de 18°C. La variación anual de las temperaturas medias mensuales oscila entre 4 y 5°C, lo que define al clima como isotermal. Las lluvias pueden presentarse a lo largo de todo el año, y más del 18% de la precipitación total anual ocurre en invierno. Además, la cantidad de lluvia en el mes más húmedo es, en promedio, diez veces mayor que en el mes más seco (SEMARNAT, 2003; INEGI, 2016).

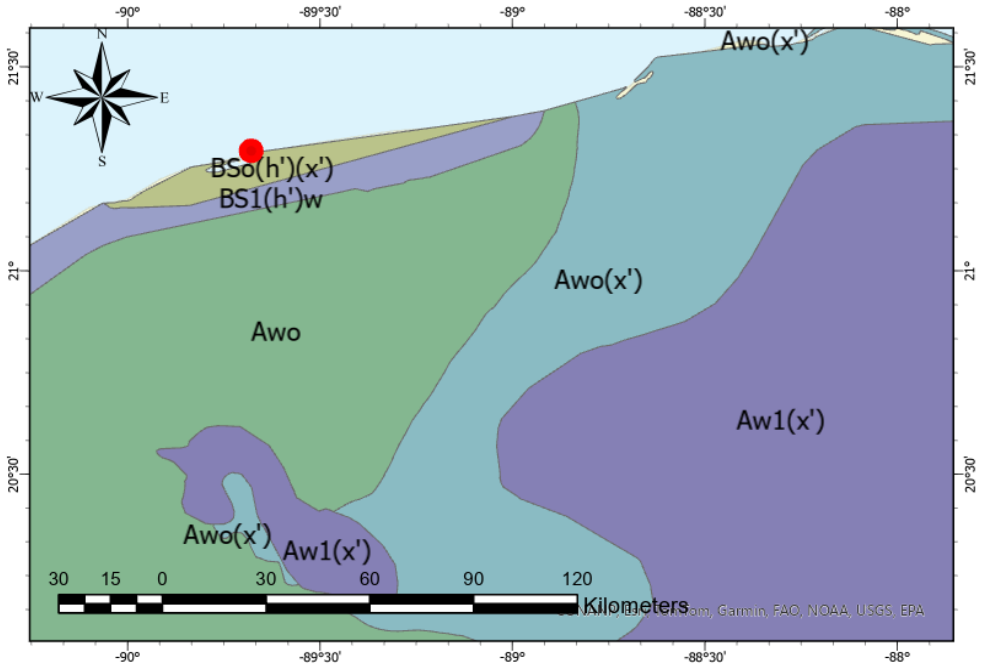



Figura 5.- Clima. Zonas climáticas en las que se desarrollará el proyecto.

**Temperatura y precipitación**

El estado cuenta con una temperatura media anual de 24.5 °C, con extremos que van desde 19.3 °C en las mínimas hasta 32.5 °C en las máximas. La precipitación media anual es de 1.072 mm, lo que representa un 38,9% más que la media nacional. La orografía del estado, caracterizada por altitudes bajas y uniformes, contribuye a una escasa variación en temperatura y precipitación a lo largo del territorio. Sin embargo, la precipitación muestra un gradiente de sur a norte: en el sur, las lluvias son más abundantes, mientras que en el norte se reduce significativamente. La zona en la que se desarrollará el proyecto se ubica en el norte del estado, recibe entre 125 y 400 mm. (**Fig. 6**).

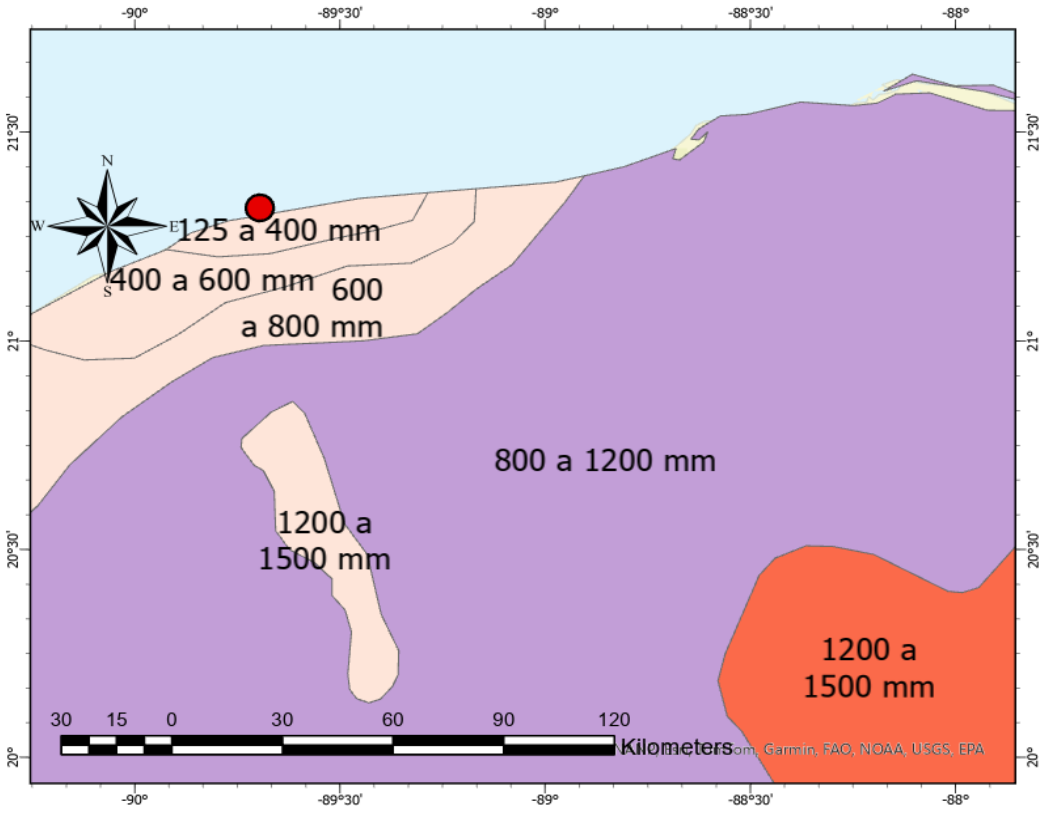



Figura 6.- Precipitación. La zona de precipitación pluvial en la que se desarrollará el proyecto se delimita en la zona de precipitación 125-400 mm.

**Vientos**

El estado de Yucatán recibe la influencia de diversos vientos que impactan su clima. Entre los más relevantes están los vientos alisios del noroeste, que soplan con fuerza de mayo a octubre y son la principal fuente de lluvias estivales (SEMARNAT, 2003). También

destacan los vientos del sureste, que contribuyen al aumento de las temperaturas, y los vientos del noreste, que tienen un efecto refrescante en la región. Además, fenómenos como la surada y los frentes fríos generan cambios climáticos temporales. Los frentes fríos traen vientos de 40 a 60 km/h, provocando desde descensos de temperatura hasta lluvias y oleaje (Protección Civil de Yucatán, 2022). Por su parte, los vientos asociados con el fenómeno de la surada, pueden alcanzar ráfagas superiores a los 60 km/h, son secos y cálidos, y tienen el potencial de dañar infraestructuras y favorecer la propagación de incendios forestales (CENAPRED, 2019). En la costa, las brisas marinas, producto de las diferencias de presión entre el mar y la tierra, moderan la temperatura, aunque su efecto se desvanece al adentrarse tierra adentro (McGregor y Nieuwolt, 1988; Alomar, 2013; Cuevas et al., 2014). Dada la cercanía del predio a la costa, este se verá altamente influenciado por las brisas marinas, lo que favorecerá en la moderación de las temperaturas diurnas.

**Fenómenos climáticos externos**

Los principales fenómenos climáticos que afectan al estado son: los ciclones tropicales, las inundaciones, las sequías, y los incendios forestales (SEMARNAT, 2003).

Los ciclones tropicales son sistemas de baja presión que ocasionan fuertes vientos, oleaje elevado, sobreelevación del nivel del mar y lluvias intensas. Estos fenómenos, que se presentan entre junio y noviembre, pueden causar daños considerables debido a su influencia rápida y destructiva. La intensidad de los ciclones se mide con la escalada de Saffir-Simpson (**Tabla 1**) y uno de sus efectos más peligrosos es la rápida acumulación de agua, que frecuentemente resulta en inundaciones severas (SEMARNAT, 2003; SGM, 2013).

Las inundaciones, de hecho, se sitúan entre los fenómenos con mayores repercusiones económicas y humanas. En el interior del estado, las precipitaciones extremas afectan principalmente las áreas bajas, mientras que, en la zona costera, el peligro proviene de las mareas de tormenta. Estas mareas, generadas por ciclones o tormentas, no solo afectan al avanzar tierra adentro, sino que también dañan al retroceder hacia el mar, lo que agrava el impacto (SGM, 2013).

Tabla 1.- Clasificación de los ciclones tropicales de acuerdo con la escala de Saffir-Simpson.

| Categoría | Vientos KM/H | Características |
|---|---|---|
| **Huracán 1** | 118.1 a 154 | Potencial mínimo. Daños ligeros a arbustos, follaje y árboles. Inundaciones de carreteras costeras en zonas bajas. |
| **Huracán 2** | 154.1 a 178 | Potencial moderado. Daños moderados, puede derribar algunos árboles. Carreteras costeras inundadas de 2 a 4 hrs antes de la entrada del centro del huracán. |
| **Huracán 3** | 178.1 a 210 | Potencial extensivo. Árboles derribados. Daños estructurales. Las inundaciones cerca de la costa destruyen pequeñas estructuras. Los terrenos sobre 1.5 msnm pueden resultar inundados hasta 13 km tierra adentro desde la costa. |
| **Huracán 4** | 210.1 a 250 | Potencial extremo. Árboles derribados, daños severos en las casas. Terrenos 3 msnm pueden inundarse hasta 10 km tierra adentro de la costa. Erosión en las playas |
| **Huracán 5** | >250 | Potencial catastrófico. Daño severo a las casas. Daños graves en plantas bajas a menos de 4.6 msnm y a una distancia de hasta 460 m de la costa. |

En contraste, las sequías representan períodos prolongados de poca o nula precipitación, que, aunque no suelen ser tan severas como en otras regiones del país, pueden tener efectos significativos en el centro y norte de Yucatán. La severidad de las sequías se intensifica con el tiempo, pasando de situaciones moderadas a niveles críticos o incluso catastróficos. Estas condiciones secas, a su vez, favorecen el desarrollo de incendios forestales (Contreras, 2005; SGM, 2013; CONAGUA, 2014).

Los incendios forestales son fenómenos devastadores que afectan grandes extensiones de selva de forma rápida y descontrolada. La mayoría son provocadas por actividades humanas y se agravan durante los períodos de sequía prolongada. Entre 1998 y 2012, se registraron 959 incendios en Yucatán, dañando un total de 88,350 hectáreas (CONAFOR, 2012). Estos incendios no solo alteran el equilibrio ecológico, sino que también generan impactos económicos y sociales significativos.

**Geología, relieve y suelos**

La geología del estado de Yucatán se caracteriza predominantemente por la presencia de una caliza muy dura, formada por la disolución y precipitación de carbonato de calcio. Esta composición ha dado lugar a un relieve kárstico, con características como cuevas y cenotes dispersos a lo largo del territorio (García-Gil y Graniel-Castro, 2010).

El relieve es casi completamente plano, aunque presenta algunas variaciones. El centro y el norte son mayormente planos, mientras que, el sur muestra un relieve más ondulado, destacando los lomeríos de Sayil y Ticul. Además, el paisaje incluye desde pequeñas depresiones hasta colinas y montículos dispersos (Bautista-Zúñiga et al., 2010).

Los suelos, aunque poco profundos —generalmente no superan los 20 cm—, son notablemente diversos y están distribuidos en áreas pequeñas (García-Gil y Graniel-Castro, 2010; Duch, 1988). En el centro y norte predominan los suelos leptosoles, rendzinas y cambisoles. En el sur y este, se encuentran suelos más profundos como los luvisoles, nitosoles, vertisoles y gleysoles (Wilson, 1980). Y a lo largo de la costa, se encuentran suelos específicos como regosoles, histosoles y solonchaks (Borges-Gómez et al., 2005). Por su ubicación geográfica, el predio en estudio se encuentra en una zona donde predominan los suelos de tipo Solonchak (**Fig. 7**). Estos suelos se caracterizan por un alto contenido de sales, que puede encontrarse en toda su extensión o concentrado en ciertas porciones. Debido a esta salinidad, su uso agrícola está limitado a cultivos altamente resistentes a las sales, y en algunos casos, se emplean como salinas.

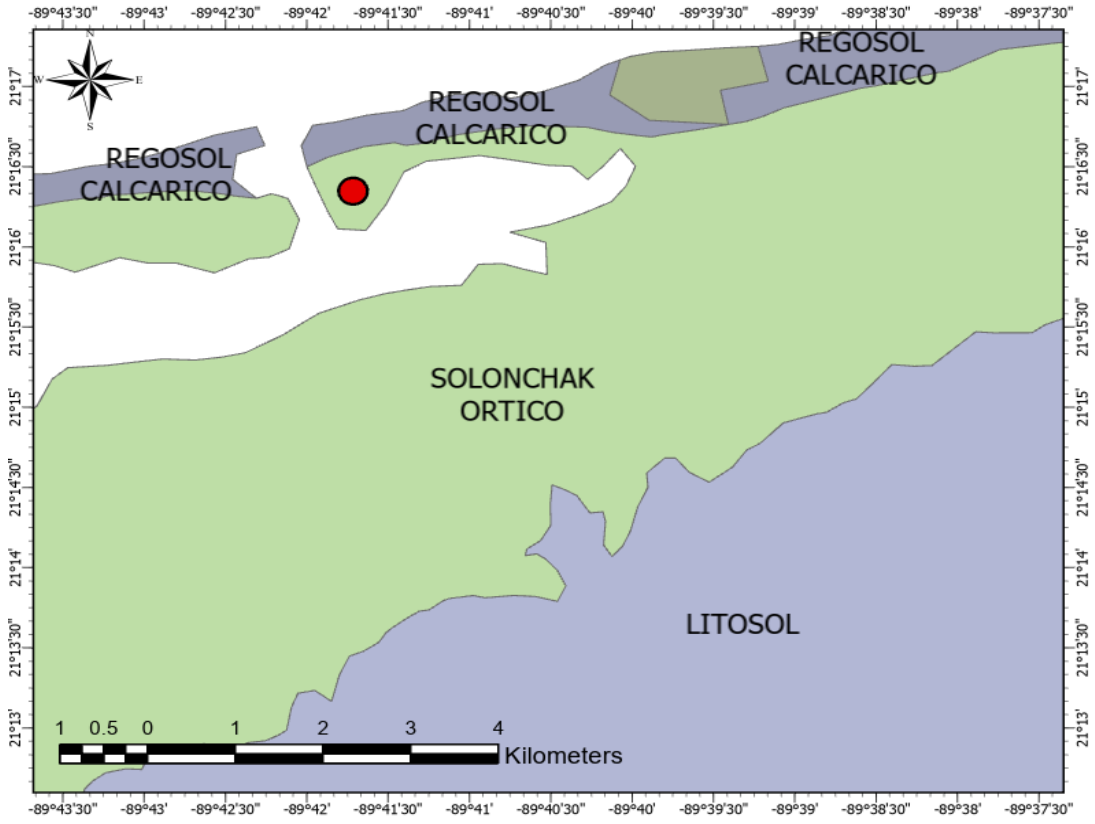



Figura 7.- Suelos en la región de estudio.

**Hidrología**

La hidrología del estado de Yucatán se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales permanentes debido a su suelo kárstico, que permite la infiltración rápida del agua y la formación de un extenso sistema de acuíferos subterráneos. Estos acuíferos, que en algunos puntos emergen a la superficie formando cenotes, actúan como depósitos naturales de agua y garantizan un suministro hídrico suficiente para las necesidades de la región (García y Graniel, 2010; INEGI, 2021).

El estado se divide en tres regiones hidrológicas principales: RH 32 "Yucatán Norte" (40,144 $km^2$), RH 33 "Yucatán Este" (4,972 $km^2$), y RH 31 "Yucatán Oeste" (27 $km^2$) (SEMARNAT, 2003). Estas áreas, dependen de un sistema hídrico subterráneo que se comporta como una red interconectada de cavidades en la roca caliza, facilitando el flujo de agua desde el interior hacia la costa. La profundidad del nivel freático varía considerablemente: de 2 a 3 metros en la franja costera hasta aproximadamente 130 metros en el sur del estado, reflejando las diferencias geológicas y topográficas del territorio (INEGI, 2002; 2021).

En términos de permeabilidad, gran parte del acuífero del estado es altamente permeable, excepto en la zona costera, donde existe una capa conocida como "caliche". Este acuitardo costero, es una formación impermeable de carbonato de calcio que se extiende por 250 km a lo largo de la costa y limita el flujo subterráneo hacia el mar (SEMARNAT, 2003). Esta barrera natural juega un papel crucial en la regulación del agua subterránea y la protección contra la intrusión salina.

El proyecto implementará medidas de protección, como la instalación de letrinas estacionarias para evitar la contaminación y la limitación de actividades que puedan comprometer la calidad del acuífero, asegurando así la conservación a largo plazo.

**a) Medio biótico**

Vegetación

La vegetación presente en el área de estudio corresponde a dunas costeras, un tipo de comunidad vegetal que en el estado de Yucatán se extiende a lo largo de casi todo el litoral. Esta formación ocupa una franja estrecha que cubre aproximadamente la totalidad del litoral costero, con un ancho variable entre 50 y 300 metros (Flores et al., 2010). Sin embargo, se estima que cerca de la mitad de esta cobertura original ha desaparecido (Durán et al., 2007; Torres et al., 2010). Este ecosistema se caracteriza por un mosaico de

comunidades vegetales en distintos estados de desarrollo o etapas serales, influenciados principalmente por impactos antropogénicos como urbanización y contaminación. Por esta razón, conservar la vegetación costera es crucial, dado que brinda servicios ambientales como protección frente a vientos, mareas, tormentas y huracanes (Miller et al., 2010), además de ser refugio, zona de alimentación y hábitat para la fauna costera.

En la península de Yucatán, las dunas costeras poseen una notable riqueza vegetal, con más de 250 especies de plantas vasculares registradas, de las cuales 19 son endémicas de la península y 2 exclusivas del estado de Yucatán. Esto posiciona a la península como la segunda región con mayor cantidad de especies endémicas de flora costera en México, solo detrás de la península de Baja California (Chan-Vermont et al., 2002).

La vegetación de las dunas costeras puede dividirse en dos zonas principales. La primera es la de especies pioneras, localizada entre la línea de costa y la "primera duna". La segunda corresponde al matorral de dunas costeras, caracterizado por arbustos leñosos con espinas, hojas coriáceas y raíces profundas que facilitan el anclaje en el suelo arenoso (Flores y Espejel, 1994). Este matorral se desarrolla en dunas internas y fijas, donde también destacan gramíneas y cactáceas.

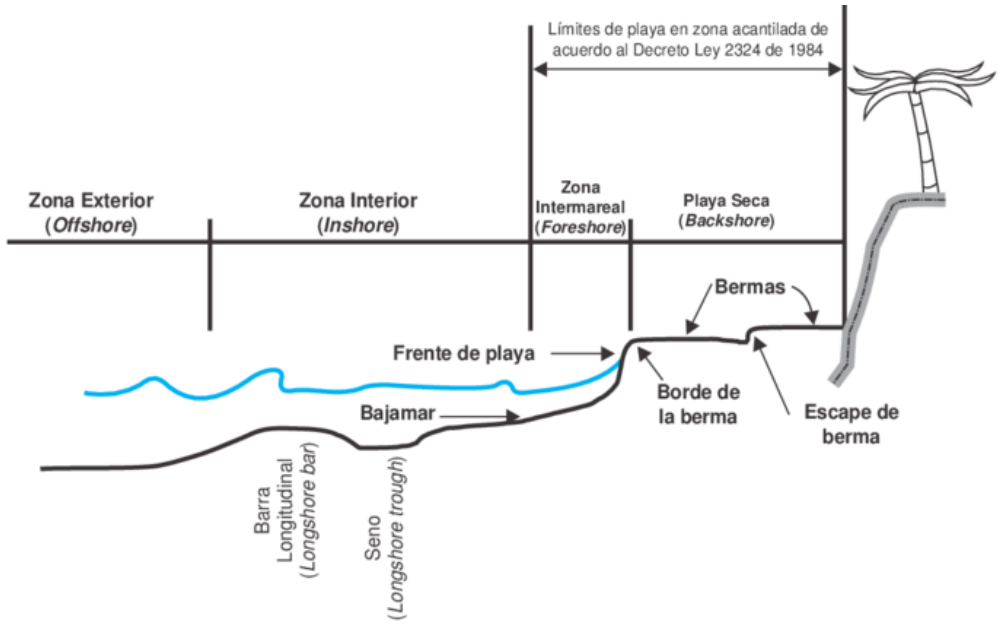



Figura 8. Perfil típico de la costa de Yucatán y otras zonas del sureste mexicano.

**Vegetación de la zona de estudio**

El tipo de vegetación identificada en el área de estudio corresponde a vegetación secundaria, resultado de procesos de regeneración y cambios en la cobertura vegetal

original del matorral de duna costera. Este tipo de vegetación surge como una respuesta a disturbios naturales o antropogénicos, como la remoción de la cubierta original por actividades humanas, erosión o fenómenos climáticos, y representa un estado intermedio en el proceso de sucesión ecológica hacia una vegetación más madura.

Para facilitar su análisis, la vegetación se dividió en dos categorías principales.

**Matorral costero en regeneración** formado principalmente por especies leñosas que están reestableciéndose después de la perturbación. Se caracteriza por la predominancia de arbustos y árboles pequeños que comienzan a colonizar las dunas internas, fijando el suelo y creando microhábitats que favorecen la presencia de otras especies vegetales y animales.

El otro tipo de suelo son las **zonas sin cobertura leñosa**, estas áreas están mayormente desprovistas de vegetación, aunque ocasionalmente se pueden encontrar herbáceas gramíneas.

**Caracterización de la vegetación**

Se caracterizó la estructura del componente leñoso únicamente para la comunidad de **matorral costero en regeneración** al ser la única comunidad con organismos leñosos desarrollados fisionómicamente. Para lo anterior, se utilizó un método de transectos en banda modificado de Gentry (1982, 1988), en el cual se estimó la altura y midió el diámetro antes de la primera ramificación, a individuos con una altura ≥ 1 m y fustes con diámetro ≥3 cm. Dentro del predio, se establecieron cuatro transectos de 50 metros de largo por 10 metros de ancho, cada uno cubriendo un área de 500 m² (2, 000 m²) lo que representa el 20 % del área total del predio, garantizando así un muestreo adecuado.

Tabla 2.- Coordenadas geográficas de principio a fin de los transectos establecidos.

| | **Transecto 1** | **Transecto 2** | **Transecto 3** | **Transecto 4** |
|---|---|---|---|---|
| **Punto de inicio** | 21°16'19.12"N<br>89°41'37.85"O | 21°16'18.97"N<br>89°41'38.92"O | 21°16'18.28"N<br>89°41'38.94"O | 21°16'19.65"N<br>89°41'42.01"O |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Punto de término** | 21°16'19.99"N<br>89°41'39.34"O | 21°16'19.85"N<br>89°41'40.44"O | 21°16'19.16"N<br>89°41'40.42"O | 21°16'18.48"N<br>89°41'43.19"O |




Figura 9.- Transectos en franja usados dentro del área bajo estudio y áreas cercanas para comparación.

**Vegetación obtenida en los muestreos**

La vegetación leñosa del área está compuesta por cuatro especies principales con individuos que superan los 3 cm de diámetro y 1 metro de altura, destacando entre ellas Piscidia piscipula y *Pithecellobium keyense*. Esta comunidad se encuentra en un estado de sucesión secundaria, evidenciado por la predominancia de especies atípicas del matorral costero y más características de la selva baja, como Leucaena leucocephala y la misma *Piscidia piscipula*. Además, este estado secundario se asocia con indicios de incendios previos en la zona y la presencia de especies introducidas, como *Cocos nucifera* (palma de coco).

En contraste, un matorral costero en buen estado de conservación suele incluir especies como *Metopium brownei*, *Coccothrinax readii*, y *Caesalpinia vesicaria*, las cuales han sido reportadas en áreas cercanas al proyecto, más NO en el sitio de estudio (Torres et al., 2010). Sin embargo, individuos de estas especies no fueron registrados en el área de estudio o no alcanzaron los criterios mínimos considerados para el análisis (1 metro de altura y 1 cm de diámetro).

La presencia de organismos arbustivos con menos de 0.5 m de altura como *Acanthocereus tetragonus*, así como la dominancia del estrato herbáceo, fueron sus características distintivas. Los arbustos se distribuían a manera de manchones dispersos, compuestos principalmente por *Caesalpinia vesicaria*, *Pithecellobium keyense*, y *Sideroxylon americanum*. Entre las especies herbáceas dominantes se encontraron *Ambrosia hispida*, *Flaveria linearis*, *Porophyllum punctatum*. La presencia de *Leucaena leucocephala* (huaxin) denota el impacto que ha tenido el matorral costero del predio, principalmente a causa de los incendios.



Figura 10.- Perspectiva desde la carretera de la vegetación del área de estudio.

El análisis muestra que *Piscidia piscipula* y *Cocos nucifera* destacan por su mayor altura promedio, alcanzando 2.1 m y 2.8 m respectivamente, mientras que las demás especies presentan alturas menores, rondando entre 1.2 m y 1.8 m. En cuanto a densidad, P*ithecellobium keyense* es la especie más abundante con 11 individuos relativos, seguida por *Leucaena leucocephala* con 8, evidenciando su predominancia en el área. Las demás especies, incluyendo *Caesalpinia vesicaria*, *Piscidia piscipula*, y *Cocos nucifera*, presentan

densidades más bajas, lo que sugiere una distribución menos uniforme o una regeneración limitada.

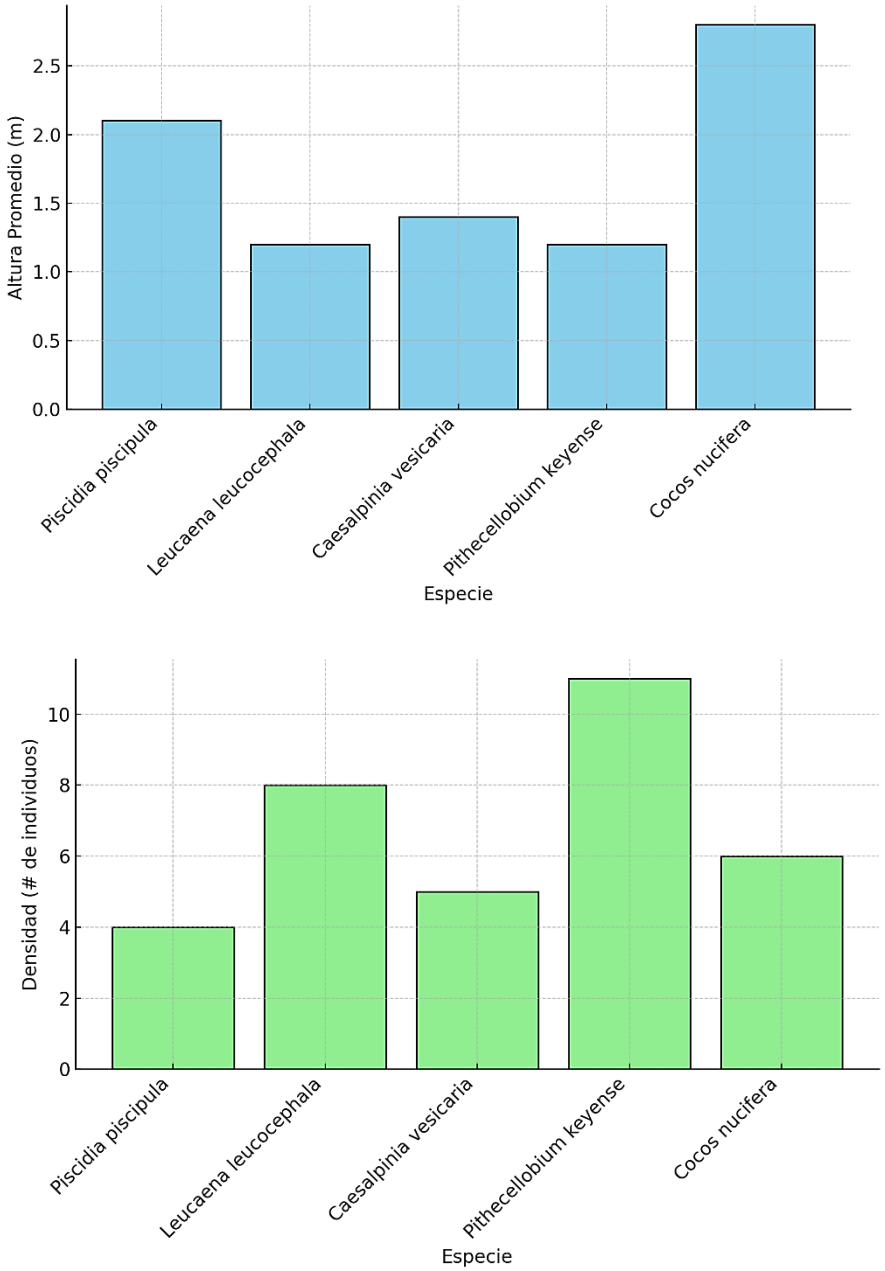



Figura 11.- Parámetros estructurales de la vegetación.

La flora del área de estudio se caracteriza por una gran diversidad, que incluye 23 especies distribuidas en 16 familias botánicas, las cuales representan distintas formas de vida, como hierbas, arbustos, lianas y árboles. Las familias más ricas en términos de número de especies son Asteraceae y Amaranthaceae, con cuatro y tres especies respectivamente, lo que resalta su importancia en la composición florística del área.

La mayor parte de las especies identificadas son herbáceas, lo cual es característico de un matorral de duna costero secundario que está en proceso de regeneración. Este tipo de vegetación muestra adaptaciones específicas para sobrevivir en condiciones de alta salinidad, movilidad del sustrato y exposición al viento. Asimismo, se incluyen especies leñosas, como *Pithecellobium keyense* y *Caesalpinia vesicaria*, que indican una etapa más avanzada en la sucesión ecológica hacia una vegetación más estable.

Tabla 3.- Listado florístico del área de estudio.

| **Familia** | **Especie** | **Forma de vida** |
|---|---|---|
| **Acanthaceae** | Dicliptera sexangularis (L.) Juss. | Herbacea |
| **Aizoaceae** | Sesuvium portulacastrum (L.) L. | Herbacea |
| | Alternanthera microcephala (Moq.) Schinz | Herbacea |
| **Amaranthaceae** | Atriplex tampicensis Standl. | Herbacea |
| | Suaeda linearis (Elliott) Moq. | Herbacea |
| **Asteraceae** | Bidens pilosa L. | Herbacea |
| | Flaveria linearis Lag. | Herbacea |
| | Melanthera nivea (L.) Small. | Herbacea |
| | Porophyllum punctatum (Mill.) S.F.Blake | Herbacea |
| **Cactaceae** | Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck | Herbacea |
| **Commelinaceae** | Commelina elegans Kunth | Herbacea |
| **Cyperaceae** | Cyperus sp. | Herbacea |
| | Fimbristylis spadicea (L.) Vahl | Herbacea |
| **Euphorbiaceae** | Croton punctatus Jacq. | Herbacea |
| | Euphorbia mesembryanthemifolia Jacq. | Herbacea |
| **Fabaceae** | Caesalpinia vesicaria L. | Arbusto |
| | Pithecellobium keyense Britton in Britton & Rose. | Arbusto |
| **Passifloraceae** | Passiflora foetida L. | Liana |
| **Poaceae** | Cenchrus incertus M.A. Curtis. | Herbacea |
| | Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd. | Herbacea |
| | Sporobolus virginicus (L.) Kunth. | Herbacea |
| **Polygonaceae** | Coccoloba uvifera (L.) L. | Árbol |
| **Sapotaceae** | Sideroxylon americanum (Mill.) T.D.Penn. | Arbusto |

| | | |
|---|---|---|
| **Solanaceae** | Lycium carolinianum Walter | Herbacea |

**Fauna**

**Metodología**

Se utilizó una metodología basada en recorridos de transectos en franja para realizar el inventario faunístico. Durante los recorridos, se implementaron diversas técnicas de observación directa e indirecta para asegurar un monitoreo efectivo de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, considerando la necesidad de combinar estrategias para obtener datos más precisos. La búsqueda directa no restringida se utiliza como técnica universal, realizándose recorridos dentro de los transectos para observar la fauna presente. Esta técnica es particularmente eficaz para anfibios y reptiles debido a su costo-eficiencia, siendo suficiente para un muestreo adecuado de dichos grupos (Doan, 2003; Domínguez-Vega, 2019).

Sin embargo, para aves y mamíferos, la búsqueda directa no es siempre suficiente debido a la naturaleza esquiva de algunas especies. Para mejorar el muestreo de mamíferos, se emplearon técnicas indirectas, como la identificación de huellas, excretas y madrigueras, por lo que se prestó especial atención a estos rastros durante los recorridos.

En el caso de las aves, se complementó con la identificación auditiva de cantos, grabando los sonidos y utilizando la guía de Howell y Webb (1995) para su reconocimiento.

Dada la naturaleza urbana de los alrededores del predio, el área de influencia fue evaluada mediante un transecto que aprovechó la continuidad de una carretera, permitiendo recorrer una distancia de 3,510 metros.

Dentro del predio, se establecieron cuatro transectos de 50 metros de largo por 10 metros de ancho, cada uno cubriendo un área de 500 $m^2$. En total, se recorrieron 2,000 $m^2$, lo que representa el 23.23% del área total del predio, garantizando así un muestreo adecuado para obtener una visión general de la biodiversidad faunística presente.



Figura 13.- Transecto dentro del Área de influencia (AI). La línea roja representa el transecto establecido dentro del AI, el pequeño polígono morado representa el predio bajo estudio, el polígono blanco representa el AI.

Tabla 4.- Coordenadas geográficas de principio a fin del transecto establecido dentro del área de influencia.

| | **Transecto** |
|---|---|
| **Punto de inicio** | 21°16’18.21” N |
| | 89°41’55.26” O |
| **Punto de término** | 21°16´23.02” N |
| | 89° 42’ 21.60” O |

Tabla 5.- Coordenadas geográficas de principio a fin de los transectos establecidos dentro del área bajo estudio.

| | **Transecto 1** | **Transecto 2** | **Transecto 3** | **Transecto 4** |
|---|---|---|---|---|
| **Punto de inicio** | 21°16'19.12"N | 21°16'18.97"N | 21°16'18.28"N | 21°16'19.65"N |
| | 89°41'37.85"O | 89°41'38.92"O | 89°41'38.94"O | 89°41'42.01"O |
| **Punto de término** | 21°16'19.99"N | 21°16'19.85"N | 21°16'19.16"N | 21°16'18.48"N |
| | 89°41'39.34"O | 89°41'40.44"O | 89°41'40.42"O | 89°41'43.19"O |




Figura 14.- Transectos en franja usados dentro del área bajo estudio.

**Resultados**

El recorrido dentro del área de influencia registró la presencia de 33 especies, principalmente aves. Los grupos de reptiles y mamíferos estuvieron representados por una y dos especies respectivamente. Entre las especies identificadas se encontró la especie *Pelecanus occidentalis*, conocida como pelícano café. Cabe señalar que **los individuos observados no pertenecen a la subespecie *Pelecanus occidentalis californicus,* conocida como pelícano californiano, para evitar confusión, ya que el pelícano café no está incluido en la NOM-059-SEMARNAT, a diferencia de la subespecie.**

Tabla 6.- Listado faunístico del área de influencia.

| **Grupo** | **Familia** | **Especie** | **Nombre común** |
|---|---|---|---|
| **Reptiles** | *Anolidae* | *Anolis sagrei* | Abaniquillo pardo del caribe |
| **Aves** | *Ardeidae* | *Ardea alba* | Garza blanca |
| | | *Butorides virescens* | Garcita verde |
| | *Cathartidae* | *Coragyps atratus* | Zopilote común |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | *Charadriidae* | *Charadrius semipalmatus* | Chorlo semipalmeado |
| | | *Pluvialis squatarola* | Chorlo Gris |
| | *Columbidae* | *Columbina talpacoti* | Tortolita canela |
| | *Emberizidae* | *Passerculus sandwichensis* | Gorrión sabanero |
| | *Icteridae* | *Agelaius phoeniceus* | Tordo sargento |
| | | *Icterus cucullatus* | Calandria dorso negro menor |
| | | *Quiscalus mexicanus* | Zanate mexicano |
| | *Laridae* | *Larus argentatus* | Gaviota plateada |
| | | *Larus fuscus* | Gaviota sombría |
| | | *Leucophaeus atricilla* | Gaviota reidora |
| | | *Sterna hirundo* | Charrán común |
| | *Mimidae* | *Mimus gilvus* | Centzontle tropical |
| | *Pandionidae* | *Pandion haliaetus* | Águila pescadora |
| | *Parulidae* | *Leiothlypis peregrina* | Chipe peregrino |
| | | *Setophaga dominica* | Chipe garganta amarilla |
| | | *Setophaga petechia* | Chipe amarillo |
| | | *Vermivora cyanoptera* | Chipe alas azules |
| | *Pelicanidae* | *Pelecanus erythrorhynchos* | Pelícano blanco americano |
| | | *Pelecanus occidentalis* | Pelícano café |
| | *Recurvirostridae* | *Himantopus mexicanus* | Monjita americana |
| | *Sternidae* | *Thalasseus maximus* | Charrán Real |
| | *Tyrannidae* | *Contopus virens* | Papamoscas del este |
| | | *Empidonax virescens* | Papamoscas verdoso |
| | | *Myiozetetes similis* | Luisito común |
| | | *Tyrannus melancholicus* | Tirano pirirí |
| | | *Tyrannus tyrannus* | Tirano dorso negro |
| | *Vireonidae* | *Vireo philadelphicus* | Vireo de filadelfia |
| **Mamíferos** | *Canidae* | *Canis familiaris* | Perro doméstico |
| | *Felidae* | *Felis catus* | Gato doméstico |

Dentro del área de estudios se registraron trece especies, distribuidas en los cuatro grupos muestreados. Las aves fueron el grupo mejor representado, seguido por los reptiles. La mayoría de las especies de aves registradas se observaron en vuelo o de paso. El listado faunístico obtenido se comparó con la NOM-059-SEMARNAT para verificar si alguna especie registrada estaba bajo alguna categoría de protección. Sin embargo**, ninguna de ellas se encuentra en esta norma**.

Tabla 7.- Listado faunístico. Se presenta el listado faunístico obtenido dentro del área de estudio.

| **Grupo** | **Familia** | **Nombre científico** | **Nombre común** | **NOM-059** |
|---|---|---|---|---|
| **Anfibios** | *Bufonidae* | *Incilius valliceps* | Sapo costero | No |
| **Reptiles** | *Phrynosomatidae* | *Sceloporus chrysostictus* | Lagartija espinosa de puntos amarillos | No |
| | *Gekkonidae* | *Hemidactylus turcicus* | Geco casero del Mediterráneo | No |
| | *Anolidae* | *Anolis sagrei* | Abaniquillo pardo del Caribe | No |
| **Aves** | *Laridae* | *Leucophaeus atricilla* | Gaviota reidora | No |
| | *Mimidae* | *Mimus gilvus* | Centzontle tropical | No |
| | *Icteridae* | *Quiscalus mexicanus* | Zanate mexicano | No |
| | *Scolopacidae* | *Tringa semipalmata* | Playero pihuiuí | No |
| | *Ardeidae* | *Ardea alba* | Garza blanca | No |
| | *Columbidae* | *Zenaida asiatica* | Paloma Alas Blancas | No |
| | *Laridae* | *Thalasseus maximus* | Charrán Real | No |
| | *Phalacrocoracidae* | *Nannopterum brasilianum* | Cormorán Neotropical | No |
| **Mamíferos** | *Canidae* | *Canis familiaris* | Perro Doméstico | No |

En total se registraron 31 individuos faunísticos a lo largo del predio. Las especies con mayores registros fueron las aves *Leucophaeus atricilla* y *Zenaida asiática*. La mayoría de las especies registradas contaron con un solo registro.

Tabla 8.- Listado de abundancia de las especies registradas dentro del predio.

| Nombre científico | Transectos | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| *Incilius valliceps* | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| *Sceloporus chrysostictus* | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| *Hemidactylus turcicus* | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| *Anolis sagrei* | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| *Leucophaeus atricilla* | 0 | 2 | 0 | 5 | 7 |
| *Mimus gilvus* | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| *Quiscalus mexicanus* | 1 | 0 | 2 | 0 | 3 |
| *Tringa semipalmata* | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| *Ardea alba* | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| *Zenaida asiatica* | 0 | 3 | 3 | 0 | 6 |
| *Thalasseus maximus* | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| *Nannopterum brasilianum* | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| *Canis familiaris* | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |



Figura 15.- Aves con más registros dentro del predio. A) Especie *Leucophaeus atricilla* (Gaviota reidora) B) y C) Especie *Zenaida asiática* (Paloma Alas Blancas).

**Perspectiva de paisaje**

El paisaje ecológico del área de estudio se encuentra altamente influenciado por actividades urbanas y de infraestructura portuaria, lo que ha moldeado significativamente

la estructura y funcionalidad del ecosistema. La zona, ubicada dentro de un entorno costero urbano, presenta una fuerte fragmentación debido al desarrollo de infraestructura destinada a muelles y áreas de almacenamiento relacionadas con actividades náuticas y comerciales.

La vegetación original del matorral de duna costera ha sido en gran parte sustituida o degradada, como resultado de la intensa urbanización y los usos marítimos. Sin embargo, aún se observan parches de vegetación secundaria, compuestos mayormente por especies oportunistas y tolerantes a disturbios, como Pithecellobium keyense y Leucaena leucocephala, que se han adaptado a las condiciones alteradas del suelo y del entorno. El uso de la zona como muelle ha modificado drásticamente las dinámicas ecológicas naturales, reduciendo las áreas disponibles para la regeneración natural del matorral y afectando los servicios ecosistémicos, como la estabilización del suelo y el refugio de fauna costera. A pesar de esto, pequeños fragmentos de vegetación leñosa y herbácea indican un cierto potencial de regeneración, aunque limitado por la presión urbana y el impacto antropogénico continuo. Por lo tanto, el área de estudio representa un paisaje costero altamente intervenido, con una interacción constante entre la infraestructura urbana y los remanentes del ecosistema original, lo que enfatiza la necesidad de estrategias de conservación y manejo para mantener las funciones ecológicas en un entorno tan modificado.




Figura 16. Perspectiva de paisaje en que circunda el área de estudio.

# 4. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Inicialmente, es relevante subrayar que, según se desprende de secciones previas, el proyecto se dividirá en tres fases: preparación del sitio, construcción y operación. En este contexto, en esta sección se pretende identificar y clasificar los posibles efectos e impactos ambientales que el proyecto “MARINA YUCALPETEN" podría generar durante cada una de estas etapas.

## 4.1. **Metodología para identificar impactos ambientales.**

Un impacto ambiental se refiere a las consecuencias que surgen de las acciones ejecutadas en el desarrollo de un proyecto o actividad, generando alteraciones, ya sean positivas o negativas, en el entorno o en alguno de sus componentes ambientales. Al respecto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 3°, fracción XX, define al "Impacto Ambiental" como la: "*Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*".

Estas definiciones resaltan que cualquier iniciativa humana implica efectos que deben ser evaluados rigurosamente para determinar su naturaleza, cobertura y magnitud. En este contexto, el presente proyecto, al igual que cualquier otra obra de infraestructura, generará impactos tanto positivos como negativos. Por consiguiente, resulta crucial examinar de manera minuciosa los efectos resultantes de las actividades a emprender, con la finalidad de proponer estrategias técnico-ambientales destinadas a prevenir, mitigar o reducir los riesgos asociados. Asimismo, se busca identificar áreas de oportunidad que permitan maximizar los beneficios socioambientales del proyecto, logrando un enfoque integral que optimice el equilibrio entre el desarrollo de la obra y la conservación del entorno local.

### **Identificadores de impacto.**

Un indicador de impacto se define como un elemento del entorno que experimenta alteraciones, o que posee el potencial de ser afectado por un agente de cambio. Esto implica que las distintas actividades planificadas dentro del proyecto pueden ejercer influencia sobre diversos aspectos ambientales, abarcando dimensiones físicas, químicas, bióticas, socioeconómicas y culturales.

A partir del desglose metodológico, se realizará un análisis exhaustivo de los componentes mencionados con el objetivo de evaluar de qué manera podrían ser impactados durante la ejecución de las obras. Este enfoque integral permitirá identificar y comprender los posibles efectos que el proyecto tendrá sobre el entorno circundante. Cada indicador de impacto proporcionará una perspectiva detallada de las modificaciones potenciales, sirviendo como base para el desarrollo de estrategias específicas destinadas a mitigar los efectos adversos y potenciar los beneficios en cada una de las dimensiones consideradas. Este análisis detallado contribuirá a una toma de decisiones informada, así como a la implementación de medidas preventivas y correctivas que garanticen un equilibrio sostenible entre las actividades de la obra y la preservación del medio ambiente.

Estos indicadores pueden manifestarse como positivos o negativos, presentando variaciones a lo largo de la vida útil del proyecto. En consonancia con lo anterior, así como el proyecto se estructura en etapas cronológicas para su implementación, se adoptará un enfoque equivalente para llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental. Este análisis escalonado permite una evaluación más precisa, considerando las particularidades y dinámicas específicas de cada fase.

A continuación, se muestra el listado de las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto **"MARINA YUCALPETEN"** y, con base en esta lista, se analizarán los componentes físicos, químicos, bióticos y socioeconómicos que pudieran ser afectados de alguna manera durante la puesta en marcha del proyecto.

**LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.**

| COMPONENTE | INDICADOR |
|---|---|
| Abióticos<br>(Físicos y Químicos) | Calidad del aire<br>Calidad del suelo<br>Estabilidad del suelo<br>Calidad de agua subterránea<br>Disponibilidad de Agua<br>Generación de ruido |
| Bióticos<br>(Flora y Fauna) | Vegetación Terrestre<br>Fauna Terrestre<br>Hábitat Terrestre |

| | |
|---|---|
| Abióticos | Estructura del paisaje<br>Microclima<br>Calidad sanitaria del ambiente |
| Socioeconómicos | Empleo y mano de obra<br>Infraestructura y servicios<br>Calidad de vida<br>Patrones de vida |

**Descripción de los indicadores ambientales**

- *Calidad del aire: emisiones de los vehículos automotores y maquinaria pesada utilizada en las diferentes etapas del proyecto, así como la dispersión del polvo producto de su circulación y el transporte de material pétreo.*
- *Calidad del suelo: daños producidos por el lixiviado de los residuos generados, cambios en el relieve por cortes o rellenos, contaminación por derrame de sustancias.*
- *Estabilidad del suelo: modificaciones que producirá el proyecto en relación a hundimientos y deslizamientos en el sitio.*
- *Calidad del agua subterránea: infiltraciones o vertidos accidentales de contaminantes, tales como: lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames de aceites o combustibles.*
- *Generación de ruido: ruido generado por los vehículos y maquinaria pesada utilizada durante las diferentes etapas del proyecto.*
- *Vegetación terrestre: efectos directos hacia la vegetación presente en la zona y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio.*
- *Hábitat terrestre: efectos directos sobre la fauna, su desplazamiento hacia otras zonas, muerte accidental de especies, reducción o deterioro de sitios de resguardo, etc.*
- *Estructura del paisaje: tomándolo en cuenta como una unidad espacial con patrones de distribución, funcionalidad y flujos de materia, energía e información; se analizarán las afectaciones que el proyecto genere sobre este.*
- *Microclima: Conjunto de afectaciones atmosféricas que caracterizan a un contorno o ámbito reducido. Se hace referencia a todas las modificaciones locales que afecten a pequeña o gran escala directamente a una comunidad.*

- *Calidad sanitaria del ambiente: evalúa las condiciones de servicios ambientales en la zona como: presencia de residuos sólidos y peligrosos, generación de olores o gases y proliferación de fauna nociva.*
- *Empleo y mano de obra: oportunidades de empleo que generará el proyecto. Se consideran únicamente empleos directos temporales o permanentes que puedan surgir.*
- *Infraestructura y servicios: servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como: renta de sanitarios, recolección de basura, renta de maquinaria para mantenimiento, etc.*
- *Calidad de vida: condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región afectados por el proyecto. Toma en cuenta servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud y sanidad (recolección de basura, tratamiento de residuos, etc)*
- *Patrones de vida: modificaciones en la vida de los habitantes del sitio y colindancias.*

### 4.2. **Selección y Justificación de la Metodología:**

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivados de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batelle-Columbus, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (Fernández, V y Vitoria, 2000)

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impacto en unidades inconmensurables, a valores conmensurables de calidad ambiental y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, potencialmente, serán impactados, se realizarán matrices que relacionan dichos aspectos para así, obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales. Para su análisis se tomarán en cuenta los siguientes criterios de evaluación: carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

En la siguiente tabla se describen dichos criterios de evaluación:

Criterios de evaluación.

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| **(CI)** | **Carácter del impacto.** | | | |
| | Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados. | (+) | Positivo. | |
| | | (–) | Negativo. | |
| | | (X) | Previsto. | Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas. |
| **(I)** | **Intensidad del impacto.** | | | |
| | (Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. | (1) | Baja. | Afectación mínima. |
| | | (2) | Media. | |
| | | (4) | Alta. | |
| | | (8) | Muy alta. | |
| | | (12) | Total | Destrucción casi total del factor. |
| **(EX)** | **Extensión del impacto.** | | | |
| | Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto). | (1) | Puntual. | Efecto muy localizado. |
| | | (2) | Parcial. | Incidencia apreciable en el medio. |
| | | (4) | Extenso. | Afecta una gran parte del medio. |
| | | (8) | Total. | Generalizado en todo el entorno |
| | | (+4) | Crítico. | El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | un valor de +4 por encima del valor que le correspondía. |
| **(SI)** | **Sinergia.** | | | |
| | Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado. | (1) | No sinérgico | Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor. |
| | | (2) | Sinérgico | Presenta sinergismo moderado. |
| | | (4) | Muy sinérgico | Altamente sinérgico |
| **(PE)** | **Persistencia.** | | | |
| | Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición. | (1) | Fugaz. | ( < 1 año). |
| | | (2) | Temporal. | (De 1 a 10 años). |
| | | (4) | Permanente. | ( > 10 años). |
| **(EF)** | **Efecto.** | | | |
| | Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto. | (D) | Directo o primario. | Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta. |
| | | (I) | Indirecto o secundario. | Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. |
| **(MO)** | **Momento del impacto.** | | | |
| | Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. | (1) | Largo plazo. | El efecto demora más de 5 años en manifestarse. |
| | | (2) | Mediano Plazo. | Se manifiesta en términos de 1 a 5 años. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | (4) | Corto Plazo. | Se manifiesta en términos de 1año. |
| | | (+4) | Crítico, | Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades. |
| **(AC)** | **Acumulación.** | | | |
| | Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. | (1) | Simple. | Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia. |
| | | (4) | Acumulativo. | Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto. |
| **(MC)** | **Recuperabilidad.** | | | |
| | Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial | (1) | Recuperable de inmediato. | El efecto puede recuperarse parcialmente. |
| | | (2) | Recuperable a mediano plazo. | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana. | (4) | Mitigable. | |
| | | (8) | Irrecuperable. | Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana. |
| **(RV)** | **Reversibilidad.** | | | |
| | Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales.<br>Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales. | (1) | Corto plazo. | Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año. |
| | | (2) | Mediano plazo. | Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años. |
| | | (4) | Irreversible. | Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años. |
| **(PR)** | **Periodicidad.** | | | |
| | Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. | (1) | Irregular. | El efecto se manifiesta de forma impredecible. |
| | | (2) | Periódica. | El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente. |
| | | (4) | Continua. | El efecto se manifiesta constante en el tiempo. |
| **Valoración cuantitativa del impacto** | | | | |
| **(IM)** | **Importancia del efecto.** | | | |
| | Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente | IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR] | | |
| **(CLI)** | **Clasificación del impacto.** | | | |
| | Partiendo del análisis del rango de la variación del | (CO) | COMPATIBLE | Si el valor es menor o igual que 25 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | mencionado importancia del efecto (IM). | (M) | MODERADO | si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 |
| | | (S) | SEVERO | si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75 |
| | | (C) | CRITICO | Si el valor es mayor que 75 |

No existe una metodología única o específica para cada proyecto o tipo de impacto; por lo tanto, la selección del método de evaluación aplicable debe realizarse en función de las acciones que se pretendan emprender, los recursos naturales disponibles, la calidad de la información existente y otros factores determinantes, siendo viable la utilización y combinación de diversas metodologías para evaluar un mismo proyecto.

Los impactos ambientales sobre los componentes del entorno son el resultado de la acumulación de efectos de diversa magnitud y alcance. Aunado a esto, las condiciones del medio donde se desarrollan las actividades varían significativamente de un proyecto a otro, lo que significa que cada medio receptor posee una mayor o menor capacidad de resiliencia ante las alteraciones producidas por las obras. En este sentido, los impactos varían en cuanto a su intensidad e importancia debido a dos factores principales:

1. Las características propias del proyecto “MARINA YUCALPETEN”: Tales como su magnitud, la duración de las actividades y los métodos constructivos u operativos empleados.

2. Las características específicas del medio receptor: Tales como la cercanía a áreas naturales protegidas o zonas de conservación, la fragilidad del ecosistema, el tipo de vegetación presente, la estructura del paisaje y la conectividad del hábitat.

Partiendo de lo anterior, se vuelve indispensable identificar los impactos examinando detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes ambientales. Por lo tanto, a continuación se presenta la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales para todas las etapas del proyecto:

| | **FACTORES MEDIO AMBIENTALES** | **IMPACTOS IDENTIFICADOS** | **ETAPA DE OCURRENCIA** |
|---|---|---|---|
| | | | PS - C - O |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS** | Calidad del Aire | La entrada y salida de los vehículos y maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera. | |
| | | Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión. | PS - C - O |
| | Calidad del suelo | Se consideran las afectaciones de los lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores. | PS - C |
| | | Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles. | PS – C |
| | Estabilidad del Suelo | Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación, se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar. | PS- C |
| | Calidad de Agua Subterránea | Debido a la infiltración el manto es vulnerable a la contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos. | PS - C - O |
| | Disponibilidad de agua | Durante la operación el proyecto necesitará el abastecimiento de agua para su funcionamiento. | O |
| | Generación de ruido | La construcción generará emisiones sonoras. | PS - C |
| **FACTORES BIÓTICOS** | Vegetación terrestre | Existirá remoción de la cubierta vegetal. | PS |
| | Fauna Terrestre | Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se | PS - C |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | refugie y emigre hacia áreas aledañas. | |
| | Hábitat Terrestre | Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto. | PS – C |
| **FACTORES ABIÓTICOS** | Estructura de paisaje | Creará un paisaje modificado que cambiará la calidad visual de la zona. | PS - C - O |
| | Microclima | Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente. | PS - C - O |
| | Calidad sanitaria del ambiente | Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes). | PS - C - O |
| | | Residuos de la vivienda generados en la etapa de operación. | O |
| **FACTORES SOCIOECONÓMICOS** | Empleo y mano de obra | Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos. | PS - C - O |
| | Infraestructura y servicios | Durante algunas etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados | PS - C |
| | | Durante la etapa de operación se requerirá los servicios de Recolección de basura | O |
| | | | PS - C - O |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Calidad de vida | Ganancias económicas por el empleo temporales de los trabajadores | |
| | Patrones de vida | Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra. | PS - C – O |

### 4.3. Matriz de identificación de impactos.

### Evaluación de los impactos.

Posterior a la identificación de los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a las distintas etapas del proyecto "MARINA YUCALPETEN", se procedió a realizar la evaluación de cada uno de ellos mediante un sistema de valoración cuantitativa.

La evaluación consistió en asignar valores numéricos a los factores impactados, tomando como referencia los criterios de análisis previamente establecidos. Una vez obtenidos los valores individuales, se realizó la suma total de cada impacto para determinar su nivel de significancia conforme a la siguiente clasificación:

| *Clasificación* | *Rango de Valor* |
|---|---|
| *Compatible (CO)* | *≤ 25* |
| *Moderado (M)* | *25 – 50* |
| *Severo (S)* | *> 50 y < 75* |
| *Crítico (C)* | *> 75* |

El procedimiento aplicado se fundamenta en la metodología propuesta por Fernández Vítora (2000), desarrollada en la publicación "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". Para el presente estudio, las matrices correspondientes a cada etapa del proyecto fueron integradas en una matriz única de análisis, permitiendo evaluar de manera integral los factores ambientales involucrados.

Esta integración facilita la comparación de impactos entre etapas y permite identificar aquellos con mayor relevancia ambiental, social o económica, contribuyendo así al diseño de medidas específicas de prevención, mitigación y control para cada fase del proyecto.

En el apartado siguiente se presenta la matriz general de evaluación de impactos correspondiente a las diferentes etapas del proyecto.

| FACTOR IMPACTADO | ETAPA EN LA QUE SE GENERARÁ EL IMPACTO | **VALORIZACIÓN POR CRITERIO** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **CI** | **I** | **EX** | **SI** | **PE** | **EF** | **MO** | **AC** | **MC** | **RV** | **PR** | **IM** |
| CALIDAD DEL AIRE | Preparación del sitio | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-13** |
| | Construcción | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | **-16** |
| | Operación y Mantenimiento | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-13** |
| CALIDAD DEL SUELO | Preparación del sitio | - | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | **-18** |
| | Construcción | - | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | **-17** |
| | Operación y Mantenimiento | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-13** |
| ESTABILIDAD DEL SUELO | Preparación del sitio | - | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | **-24** |
| | Construcción | - | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | **-21** |
| | Operación y Mantenimiento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **0** |
| CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA | Preparación del sitio | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | **-16** |
| | Construcción | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | **-16** |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUBTERRÁNEA | Operación y Mantenimiento | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-13** |
| GENERACIÓN DE RUIDO Y SUPERFICIE AFECTADA | Preparación del sitio | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-13** |
| | Construcción | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-14** |
| | Operación y Mantenimiento | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-9** |
| COBERTURA DE VEGETACIÓN | Preparación del sitio | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | **-19** |
| | Construcción | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | **-12** |
| | Operación y Mantenimiento | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | **-12** |
| DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA | Preparación del sitio | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-16** |
| | Construcción | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | **-19** |
| | Operación y Mantenimiento | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | **-13** |
| IMPACTO AL HÁBITAT | Preparación del sitio | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | **-22** |
| | Construcción | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | **-25** |
| | Operación y Mantenimiento | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **-16** |
| CALIDAD SANITARIA DEL PAISAJE | Preparación del sitio | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | **-20** |
| | Construcción | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | **-17** |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Operación y Mantenimiento | -1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | **-22** |
| CALIDAD ESTÉTICA DEL PAISAJE | Preparación del sitio | -1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | **-28** |
| | Construcción | -1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | **-28** |
| | Operación y Mantenimiento | -1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | **-20** |
| ECONOMÍA LOCAL Y GENERACIÓN DE EMPLEO | Preparación del sitio | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **19** |
| | Construcción | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | **25** |
| | Operación y Mantenimiento | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | **29** |
| CALIDAD DE VIDA Y BENEFICIOS SOCIALES | Preparación del sitio | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **19** |
| | Construcción | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | **25** |
| | Operación y Mantenimiento | 1 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | **29** |
| PATRONES DE VIDA SOCIAL | Preparación del sitio | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | **16** |
| | Construcción | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | **22** |
| | Operación y Mantenimiento | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | **26** |

Una vez analizados estos valores, como se mencionó anteriormente, se realizó una ponderación y un cálculo de promedios para determinar el nivel de incidencia de cada impacto por etapa del proyecto. En la siguiente tabla se resumen dichos promedios.

Promedios.

| SUBSISTEMA | FACTOR | ETAPA DEL PROYECTO | | | VALOR DEL IMPACTO | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | PREPARACIÓN DEL SITIO | CONSTRUCCIÓN | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | PROMEDIO DEL FACTOR | PROMEDIO DEL SUBSISTEMA |
| ABIÓTICO | CALIDAD DEL AIRE | -13 | -16 | -13 | -14,0 | -7,1 |
| | CALIDAD DEL SUELO | -18 | -25 | 26 | -5,7 | |
| | ESTABILIDAD DEL SUELO | -16 | -16 | 0 | -10,7 | |
| | CALIDAD DE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA | 0 | -15 | 29 | 4,7 | |
| | GENERACIÓN DE RUIDO Y SUPERFICIE AFECTADA | -14 | -16 | 0 | -10,0 | |
| BIÓTICO | COBERTURA DE VEGETACIÓN | -17 | -20 | 19 | -6,0 | -5,3 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | DISTRIBUCIÓN DE LA FAUNA | -17 | -20 | 19 | -6,0 | |
| AMBIENTAL | IMPACTO AL HÁBITAT | -20 | -21 | 29 | -4,0 | |
| | CALIDAD SANITARIA DEL PAISAJE | -21 | -25 | 25 | -7,0 | |
| | CALIDAD ESTÉTICA DEL PAISAJE | -21 | -25 | 27 | -6,3 | -5,7 |
| SOCIOECONÓMICO | ECONOMÍA LOCAL Y GENERACIÓN DE EMPLEO | -18 | -19 | 26 | -3,7 | |
| | CALIDAD DE VIDA Y BENEFICIOS SOCIALES | 18 | 23 | 27 | 22,7 | |
| | PATRONES DE VIDA SOCIAL | 17 | 23 | 25 | 21,7 | 19,3 |
| **PROMEDIO** | | 18 | 23 | 27 | 22,7 | |
| | | 16 | -16 | 30 | 10,0 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -7,1 | -5,3 | 5,7 | 19,3 | **12,5** |

Analizando los números arrojados por estas matrices, se puede concluir que el subsistema ambiental es el que contará con mayor impacto negativo por la puesta en marcha del proyecto; principalmente la calidad estética del paisaje, ya que el proyecto contempla la lotificación del predio y la construcción de vialidades, sin embargo las afectaciones serán menores debido a su cercanía con el centro de población.

Aunado a lo anterior, la cobertura de la vegetación se verá impactada en igual forma, debido a las labores de limpieza del predio; sin embargo, es importante mencionar que únicamente se impactará las zonas del predio absolutamente necesarias para el proyecto.

Del mismo modo es necesario destacar que, el subsistema socioeconómico será el más impactado positivamente, con la generación de nuevos empleos para las comunidades cercanas, así como opciones nuevas de vivienda y desarrollo social.

**PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS**

En este capítulo se darán a conocer el diseño y el programa de ejecución o aplicación de las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y compensar los impactos adversos que el proyecto “MARINA YUCALPETEN” pueda tener en la etapa de desarrollo.

Se presentarán medidas preventivas o protectoras para evitar o minimizar los impactos que pueda conllevar el desarrollo del proyecto, antes de que se lleguen a producir.

Las medidas mitigadoras por otro lado son aquellas que se utilizarán para subsanar los daños que inevitablemente se ocasionarán durante todas las etapas del desarrollo del proyecto, de manera que sea posible concretar las acciones sobre las causas que las han originado.

El conjunto de las medidas mencionadas en el presente capítulo se deberá poner en práctica en todas las fases del proyecto, es decir, preparación, construcción y operación del sitio.

**Descripción de las medidas y/o programas de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.**

La aplicación de las medidas preventivas contemplan el diseño y la ejecución de obras y actividades implicadas para prevenir los posibles impactos negativos que el desarrollo de este proyecto podría llegar a generar sobre el entorno humano y natural.

Para este proyecto, se han establecido una serie de medidas que podrán ser aplicadas para evitar dichos impactos negativos durante sus diferentes etapas.

A continuación, se presenta un listado de las medidas propuestas

*Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del proyecto.*

| **Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto** | **Componente ambiental impactado** | **Impacto ambiental** | **Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)** |
|---|---|---|---|
| Construcción de muro de contención | Suelo y cobertura vegetal | Modificación de las características físicas del sitio y afectación de la cobertura vegetal existente | Impacto negativo, permanente, local, de intensidad moderada y potencialmente acumulativo, asociado a la incorporación de infraestructura en una zona previamente modificada por actividades antropogénicas. |
| Construcción y operación de dos | Suelo, cobertura vegetal, | Modificación de las características | Impacto negativo, de carácter permanente para la modificación del |

| | | | |
|---|---|---|---|
| talud y actividades de dragado | sedimentos y calidad del agua | físicas del sitio y afectación de la cobertura vegetal existente y de igual manera la remoción y resuspensión de sedimentos | terreno y temporal durante las actividades de dragado, de extensión local e intensidad moderada, potencialmente acumulativo y reversible en sus efectos asociados a la remoción y resuspensión de sedimentos. |

*Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.*

| Etapa del Proyecto | Obra o actividad del Proyecto | Componente y subcomponente ambiental en el que incide | Impacto ambiental | Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad | Efectos | Tipo de Medida | Descripción de la medida | Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preparación del sitio | Delimitación y limpieza del predio | Flora y suelo | Remoción de vegetación secundaria y alteración superficial del suelo | Impacto negativo, temporal, puntual y de baja intensidad, debido a que el predio se encuentra en una zona costera y ya con perturbación previa derivado del desarrollo en las zonas colindantes. | Reducción parcial de cobertura vegetal | Prevención y mitigación | Se delimitarán previamente las áreas destinadas a la construcción, con el propósito de evitar afectaciones fuera de la superficie autorizada. Las actividades de limpieza se | Evidencia fotográfica de delimitación y conservación de áreas verdes; porcentaje de superficie conservada. |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | realizarán de manera manual y selectiva, en la medida de lo posible, procurando minimizar la afectación sobre la vegetación existente. Esta medida será aplicada durante la etapa de preparación del sitio. | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preparación del sitio | Movimiento de maquinaria y materiales | Calidad del aire y ambiente sonoro | Emisión de polvo y ruido | Impacto negativo, temporal, local y de baja intensidad | Alteración temporal de la calidad del aire y confort acústico | Prevención | Se implementará el riego periódico en el área de trabajo, así como el mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos, en estricto cumplimiento con las normas NOM-041-SEMARNAT y NOM-045-SEMARNAT. Esta medida se aplicará de forma continua durante toda la | Bitácoras de mantenimiento y registros fotográficos de riego del predio. |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | fase de obras. De igual forma se aplicara platicas al personal de la obra al personal para la implementación de buenas practicas. | |
| Construcción | Muro de contención | Suelo y paisaje urbano | Modificación del paisaje y compactación del suelo | Impacto negativo, permanente, local y de intensidad moderada | Transformación visual del entorno inmediato | Mitigación | El proyecto procurará mantener una integración adecuada con el entorno urbano existente, conservando las superficies | Supervisión del cumplimiento del diseño autorizado. |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | que no requieran intervención, las cuales funcionarán como áreas de amortiguamiento visual y ambiental. Esta medida se implementará de manera continua durante toda la etapa constructiva. | |
| Construcción | Generación de residuos de | Suelo | Acumulación de residuos sólidos | Impacto negativo, temporal, puntual y mitigable | Riesgo de contaminación | Mitigación | Los residuos serán separados, almacenados | Comprobantes de recolección y |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | construcción | | | | del suelo | | temporalmente y trasladados mediante prestadores autorizados hacia sitios de disposición final aprobados. Esta medida tendrá una aplicación continua durante toda la etapa de construcción. | disposición final de residuos. |
| Operación | Las zona de talud y dragado | Agua y superficie del proyecto | Resuspensión de sedimentos y posible | Impacto negativo, temporal, local, de intensidad moderada | Disminución temporal de la | Prevención y | Se implementarán medidas de control durante | Parámetros de verificación de |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | alteración de la calidad del agua | y potencialmente reversible | calidad del agua | mitigación | las actividades de dragado y construcción de los taludes, mediante el uso de cortinas de sedimentos y barreras de contención, con el propósito de reducir la dispersión de sedimentos y minimizar posibles afectaciones a la calidad del agua. | cumplimiento y eficacia |

**Indicadores de Cumplimiento:**

**Indicador para la Medida de Manejo de Residuos Sólidos:** El parámetro de éxito consiste en mantener el área del proyecto completamente libre de contaminantes dispersos mediante la correcta distribución y uso de contenedores en el sitio. El indicador cuantitativo y cualitativo se define como la recolección, el manejo integral y el posterior retiro del 100% de los residuos sólidos generados a través de una empresa debidamente autorizada para su disposición final, mitigando con ello la afectación potencial al suelo, subsuelo, cuerpos de agua y paisaje local.

**Indicador para la Medida de Manejo de Sustancias Contaminantes:** Ante la ocurrencia de fugas incidentales en la maquinaria pesada o vehículos de transporte, el parámetro de cumplimiento obliga a la suspensión inmediata de las actividades del equipo involucrado y a su posterior retiro del área operativa para su traslado a un taller especializado. El indicador de efectividad se fundamenta en la utilización total de materiales absorbentes industriales para lograr el control y confinamiento absoluto del derrame, cumpliendo así con el objetivo técnico de evitar la contaminación del suelo, el subsuelo y la infiltración hacia el manto freático.

**Indicador para la Vigilancia y Delimitación:** El parámetro técnico de cumplimiento consiste en la comprobación y verificación constante en campo, mediante el uso de dispositivos de posicionamiento global (GPS), de que todas las actividades constructivas y operativas se desarrollen de manera exclusiva dentro de las áreas de desplante autorizadas. Este indicador garantiza de forma objetiva la total ausencia de invasiones, afectaciones o desmontes fuera de los límites perimetrales del predio.

## 5. ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LA MIA

Se entrega un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental. Así mismo, como **ANEXO 1,** se entrega todo el estudio grabado en memoria magnética en USB's, incluyendo imágenes, planos e información en formato PDF.

**ANEXO 2,** Concesión

**ANEXO 3,** documentación legal

**ANEXO 4,** plan integral de manejo de residuos

**ANEXO 5,** plano arquitectónico con áreas verdes

**ANEXO 6,** responsable técnico.

**Bibliografía.**


**5.** Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.

**6.** Brokaw, N., Bonilla, N., Knapp, S., MacVean, A., Ortiz, J. J., Peña-Chamorro, M., . & Tun-Garrido, J. (2011). Arboles del mundo maya. Natural History Museum, Mérida.

**7.** Calderón R., Bahena B., Calmé S. (2005). Anfibios y reptiles de la reserva de la biosfera de Sian Ka´an y zonas aledañas. Fondo para el medio ambiente mundial. Quintana roo, México. 111p

***8.*** Centro De Investigaciones Científicas De Yucatán. (s.f). *Flora de la península de Yucatán. de*

**9.** Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.

**10.** Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.

**11.** Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

**12.** Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.

**13.** Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.

**14.** Fernández, V y Vitora (2000). Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental". Segunda edición. Madrid, España.

**15.** Flores, S. J. y Espejel, C. I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Fasc. 3. UADY. 135 p.

**16.** Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.

**17.** García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

**18.** García-Gil, G. y Graniel-Castro E. (2010). Geología. En Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Durán García R. y M. Méndez González (eds.). Mérida [Yucatán]: Centro de Investigación Científica de Yucatán / Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.

**19.** Guadarrama P., Salinas P.L, Ramos Z.J., Castillo A.S., Bonilla V. L., Chiappa C.X. 2016. Métodos de estudio en comunidades vegetales costeras de Yucatán y guía de campo. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de apoyo a proyectos para la innovación y mejoramiento de enseñanza (PAPIME). Mérida, Yucatán. 171 p.

**20.** Hubp, J. L., Quesado, J. F. A., y Pereño, R. E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.

**21.** J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.

**22.** Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.

**23.** Llamosa N. E., Rodríguez M. G., (2011). Aves comunes de la península de Yucatán. Editorial Dante. Mérida Yucatán. 144p.

**24.** López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.

**25.** Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.

**26.** Matteucci. D. s., Colma A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía 22. Serie biología. Secretaria general de la organización de los estados americanos, programa regional de desarrollo científico y tecnológico, Washington D.C.

**27.** Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.

**28.** Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.

**29.** Orellana R., Balam K.M., Bañuelos I., García M.E., González–Iturbe J.A., Herrera C.F. y Vidal L.J. 1999. Evaluación climática. En: García de Fuentes A. y Córdoba–Ordoñez J. Eds. Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán, pp.163–182 Universidad Autónoma de Yucatán, México.

**30.** Pennington T.D. y Sarhukán J. 1998. Arboles tropicales de México. Universidad Nacional Aútonoma de México y Fondo Cultural. México, D.F. 52 1 p.

**31.** Pla, Laura. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590. Recuperado en 10 de agosto de 2021, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442006000800008&lng=es&tlng=es

**32.** Secretaría de desarrollo sustentable. (S. F.). Bitácora ambiental, Programa del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Yucatán. https://bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/index.php

**33.** Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.

**34.** Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años.

**35.** UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.

- Bautista, F. (2010). El suelo. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. CICY/PPD-FMAM/CONABIO/SEDUMA, Mérida, 14-16.
- Bautista, F., Palacio-Aponte, G., Quintana, P., y Zinck, J. A. (2011). Spatial distribution and development of soils in tropical karst areas from the Peninsula of Yucatan, Mexico. Geomorphology, 135(3), 308-321.
- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos

en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.

- Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.
- Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- DOF. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Jueves 30 de diciembre de 2010.
- Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.
- Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- Friedman, J. B. (Ed.). (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García-Gil, G. y Graniel-Castro E. (2010). Geología. En Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Durán García R. y M. Méndez González (eds.). Mérida [Yucatán]: Centro de Investigación Científica de Yucatán / Programa de Pequeñas Donaciones del Fondo para el Medio Ambiente / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Gobierno del Estado de Yucatán, 4–6.

- Hubp, J. L., Quesado, J. F. A., y Pereño, R. E. (1992). Rasgos geomorfológicos mayores de la península de Yucatán. Revista mexicana de ciencias geológicas, 10(2), 143-150.
- J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.
- Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.
- López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.
- Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México. Investigaciones geográficas, (83), 74-87.
- Potenciano, A. B., Cubells, F., Andueza, V. I. L., Martínez, V. C. O., Girbés, P. M., & Palmar, E. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR).
- Secretaria de Fomento Económico (SEFOE). http://www.sefoe.yucatan.gob.mx/secciones/ver/yobain
- Consultado el día xx de xxxx
- Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. (2010). Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.
- Torres, W., Méndez, M., Dorantes, A., y Durán, R. (2010). Estructura, composición y diversidad del matorral de duna costera en el litoral yucateco. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (86), 37-51.
- Tun-Dzul, F. y Manzanilla-Domínguez, H. (2005). Los Huracanes: Su Impacto en la Península de Yucatán en los Últimos 100 años.
- UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.


**LITERATURA CITADA.**


- Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.

- Chablé Santos, J. B. (2009). Tesis doctoral. Composición y distribución de la avifauna de la reserva estatal El Palmar, Yucatán, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 150 pgs.
- Chan-Vermont C., Rico-Gray V. y Flores J.S. (2002). Guía Ilustrada de la Flora Costera Representativa de la Península de Yucatán. Programa Etnoflora Yucatanense. Fascículo No. 19. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Duch Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán: los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Durán R., Méndez M., Dorantes E.A. y Dzib G. (2007). Evaluación, diagnóstico y restauración de la vegetación y flora nativa de la duna costera en el norte de Yucatán, Informe final, SEMARNAT, Mérida, México.
- Flores-Guido, J. S., & Espejel-Carvajal, I. (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. Fascículo, 3(10).Friedman, J. B. (2009). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Reporte Técnico, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- J.S. Flores, R. Durán y J.J. Ortiz-Díaz. (2010). Comunidades vegetales terrestres. R.D. Yucatán, M. Méndez (Eds.), Biodiversidad y desarrollo humano, CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA (2010), pp. 125–129.
- Leirana-Alcocer, J. L. y Bautista-Zúñiga, F. (2014). Patrones de asociación entre la cobertura vegetal y la calidad del suelo en el matorral costero de la reserva Ría Lagartos, Yucatán. Ciencia UJAT, 8(2), 44-53.
- López-Ramos, E. (1973). Península de Yucatán Geología Superficial. Heidi and Ward eds. Carbonate Rocks. Pág, 3.
- Macías Medrano, J. M., y Avendaño García, A. (2014). Climatología de tornados en México.
- Mueller-Dombois, D., y Ellenberg, H. (1974). Aims and methods of vegetation analysis. New York: Ed. J. Wiley & Sons, 547.
- UNAM. (2010). Servicio Mareográfico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geofísica. www.mareografico.unam.mx.