NOVIEMBRE
2025

# MANIFIESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

## MODALIDAD PARTICULAR

Departamentos San Crisanto

# ÍNDICE

***ÍNDICE ..... 2***

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

**1.1 Datos generales del proyecto ..... 1**
1.1.1 Nombre del proyecto ..... 1
1.1.2 Ubicación del proyecto ..... 1
1.1.3 Duración del proyecto ..... 1

**1.2 Datos generales del promovente ..... 1**
1.2.1 Nombre o razón social del promovente: ..... 1
1.2.2 RFC del promovente: ..... 1
1.2.3 Nombre del representante legal: ..... 1
1.2.4 Domicilio para recibir notificaciones en la circunscripción territorial en la que se lleve a cabo el trámite: ..... 1
1.2.5 Nombre(s), de la persona(s) autorizada(s) para recibirlas: ..... 1

**1.3 Datos del responsable del Estudio ..... 2**
1.3.1 Nombre o razón social de la consultoría ambiental: ..... 2
1.3.2 Nombre del representante legal y responsable del estudio: ..... 2
1.3.3 Domicilio para oír y recibir notificaciones. ..... 2

***2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 3***

**2.1 Información general del proyecto ..... 3**
2.1.1 Naturaleza del proyecto ..... 3
2.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto ..... 4
2.1.3 Inversión requerida ..... 5
2.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos ..... 5

**2.2 Características particulares del proyecto ..... 6**
2.2.1 Programa de trabajo ..... 8
2.2.2 Representación gráfica local ..... 9
2.2.3 Etapa de preparación del sitio ..... 10
2.2.4 Etapa de construcción ..... 10
2.2.5 Etapa de operación, habitabilidad y mantenimiento ..... 11
2.2.6 Etapa de abandono del sitio ..... 11
2.2.7 Utilización de explosivos ..... 11
2.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera ..... 11
2.2.9 Generación de gases efecto invernadero. Identificar por etapa si el proyecto 13

***3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO ..... 17***

**3.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) ..... 17**
3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) ..... 18
3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY) ..... 30
**3.2 Área Natural Protegida (ANP) ..... 31**
**3.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales ..... 31**
**3.4 Normas Oficiales Mexicanas ..... 31**
**3.5 Leyes Generales y Federales ..... 34**
3.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ..... 34
3.5.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos ..... 36
3.5.3 Ley General de Vida Silvestre ..... 37
3.5.4 Ley de Aguas Nacionales ..... 37
**3.6 Reglamentos Federales ..... 38**
3.6.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (R-LGEEPA en EIA) 38
3.6.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera (R-LGEEPA en PCCA) ..... 38
3.6.3 Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido (RPACCOER) ..... 39
3.6.4 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN) ..... 40
**3.7 Leyes Estatales ..... 40**
3.7.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán ..... 40
3.7.2 Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el estado de Yucatán ..... 41
**3.8 Reglamentos Estatales ..... 42**
3.8.1 Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán ..... 42
3.8.2 Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán ..... 43
***4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO ..... 44***
**4.1 Delimitación del sistema ambiental ..... 44**
**4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental ..... 44**
4.2.1 Medio biótico ..... 44
4.2.2 Medio abiótico ..... 45
**4.3 Delimitación del área de influencia ..... 51**
4.3.1 Composición Florística de la Zona de Influencia ..... 54
4.3.2 Problemática de la Zona de Influencia ..... 56
**4.4 Caracterización y análisis del sitio de proyecto ..... 56**
4.4.1 Medio biótico del sitio (Flora) ..... 56
4.4.2 Medio biótico del sitio (Fauna) ..... 75

**4.5 Medio socioeconómico ..... 77**
4.5.1 Población ..... 77
4.5.2 Vivienda ..... 78
4.5.3 Educación ..... 78
4.5.4 Salud ..... 78
4.5.5 Situación económica ..... 78
**4.6 Paisaje ..... 79**
**4.7 Diagnóstico ambiental ..... 79**
***5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 81***
**5.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales ..... 81**
5.1.1 Descripción de los impactos identificados para el proyecto ..... 81
**5.2 Metodología para evaluar los impactos ambientales ..... 84**
5.2.1 Evaluación de los impactos ..... 90
**5.3 Conclusiones ..... 95**
***6 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO ..... 97***
**6.1 Medidas de prevención y mitigación ..... 97**
**6.2 Impactos Residuales ..... 102**
**6.3 Programa de vigilancia ambiental ..... 102**
***7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ..... 106***
**7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto ..... 106**
**7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto ..... 106**
**7.3 Evaluación de alternativas ..... 107**
**7.4 Conclusiones ..... 107**
***8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN EN LAS FRACCIONES ANTERIORES ..... 108***
**8.1 Planos ..... 108**
**8.2 Fichas técnicas ..... 108**
**8.3 Referencias bibliográficas ..... 108**
**8.4 Marco legal consultado ..... 109**

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

## 1.1 Datos generales del proyecto

### 1.1.1 Nombre del proyecto

Departamentos San Crisanto

### 1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto tiene como pretendida ubicación los predios 313 y 313 letra "A", localizados en la calle 27 por 68 y 70, en la localidad de San Crisanto, Municipio de Sinanché, Estado de Yucatán.

El predio marcado con número 313 cuenta con una superficie de 2,823.04 $m^2$, y el predio marcado con el número 313 letra "A" cuenta con una superficie de 5,405.05 $m^2$, por lo que la superficie total del proyecto es de 8,228.09 $m^2$.

### 1.1.3 Duración del proyecto

El proyecto tendrá una duración de 5 años para su construcción contados a partir de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental, objeto del presente estudio, y el plazo de vida útil estimado es de 50 años.

## 1.2 Datos generales del promovente

### 1.2.1 Nombre o razón social del promovente:

Alianza Energética del Bajío S.A. de C.V.

### 1.2.2 RFC del promovente:

AEB040707G75

### 1.2.3 Nombre del representante legal:

### 1.2.4 Domicilio para recibir notificaciones en la circunscripción territorial en la que se lleve a cabo el trámite:

### 1.2.5 Nombre(s), de la persona(s) autorizada(s) para recibirlas:

## 1.3 Datos del responsable del Estudio

### 1.3.1 Nombre o razón social de la consultoría ambiental:

Synthesis SP. Consultoría Estratégica para la Sostenibilidad

R.F.C: CES2502051Z9

### 1.3.2 Nombre del representante legal y responsable del estudio:

### 1.3.3 Domicilio para oír y recibir notificaciones.

# 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## 2.1 Información general del proyecto

### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

El municipio de Sinanché es uno de los municipios de la costa del estado de Yucatán, que tal como se ha precisado tiene como actividad económica principal la pesca (INEGI, 2020). Es un hecho notorio que, en la zona costera del Estado, la población que habita de manera regular en los municipios y localidades que la integran, varía en función de la temporada del año, pues durante los meses de marzo-abril y de mediados de junio hasta finales de agosto, los habitantes, en su mayoría del municipio de Mérida, se trasladan temporalmente a las viviendas o departamentos con los que cuentan como vivienda de recreación o vacacional.

Así mismo, el municipio de Sinanché y sus localidades ofrecen adicionalmente actividades turísticas que están a cargo de sus habitantes como un medio de sustento económico adicional a la actividad pesquera. La localidad de San Crisanto, sitio en que se desarrollará el proyecto, sus habitantes han desarrollado actividades vinculadas al aprovechamiento turístico de las zonas de manglares, plantaciones de coco, producción de sal y, en general, actividades relacionadas con turismo sustentable aprovechando la riqueza natural de la zona. (Playa Platino, 2025)

La llegada de visitantes y turistas a la localidad durante las temporadas vacacionales genera una derrama económica para las familias que ahí habitan, pues aumenta el consumo del recurso aprovechado por los pescadores de la zona y fomentar las actividades de turismo de naturaleza que los habitantes de San Crisanto actualmente realizan.

El proyecto por ejecutar permitirá que familias yucatecas y el turismo nacional y extranjero, en su caso, tenga una opción para establecerse temporal o definitivamente, lo que se estima traerá beneficios económicos a la localidad de San Crisanto y de manera generalizada al municipio de Sinanché.

El tipo de uso suelo en donde se llevará a cabo la construcción es considerado de tipo urbano, haciendo posible que puede llevarse a cabo el proyecto garantizando el respeto del uso de suelo que se ha asignado al espacio territorial, acorde con sus potencialidades, respetando los criterios de regulación ecológica que se han establecido para aquel, así como la normativa que le resulte aplicable y tomando las medidas de prevención y mitigación necesarias para la protección del equilibrio ecológico.

El proyecto consistirá en la construcción de 60 departamentos distribuidos en dos bloques de edificios de 4 plantas, así como amenidades como 2 piscinas, áreas de camastros, área social, oficinas, estacionamiento, planta de tratamiento de aguas residuales, áreas de jardín y áreas de conservación.




Figura 1: Planta arquitectónica del proyecto "Departamentos San Crisanto".

## 2.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

El proyecto se encontrará en la Localidad de San Crisanto, Municipio de Sinanché, Estado de Yucatán. El municipio se ubica mediante las coordenadas: Longitud 89°15'55.44"W; 89°08'48.12"W, Latitud21°11'00.24"N y 21°21'18.36" N y cuenta con 32 localidades y cuenta con una superficie continental de 134.3km$^2$, de acuerdo con información obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025). Colinda al norte con el Golfo de México y los municipios de Telchac Puerto y Yobaín, al este con los municipios de Yobaín y Motul, al sur con Motul y Telchac Pueblo y al oeste con los Municipios de Telchac Pueblo y Telchac Puerto. (INEGI, 2010)

El proyecto, tal como se ha precisado, tiene como pretendida ubicación los predios 313 y 313 letra "A", localizados en la calle 27 entre calles 68 y 70 de la localidad de San Crisanto, Municipio de Sinanché, Estado de Yucatán.

El predio marcado con número 313 cuenta con una superficie de 2,823.04 $m^2$ y el predio marcado con el número 313 letra "A" cuenta con una superficie de 5,405.05 $m^2$, por lo que la superficie total del proyecto será de 8,228.09 $m^2$.

Tabla 1: Cuadro de coordenadas del predio del proyecto "Departamentos San Crisanto".

| | Coordenadas Geográficas | | UTM | |
|---|---|---|---|---|
| Vértice | X (Longitud) | Y (Latitud) | X (Longitud) | Y (Latitud) |
| 1 | 89° 11' 30.7507" | 21° 21' 01.5767" | 272,695.939 | 2,362,515.819 |
| 2 | 89° 11' 27.6523" | 21° 21' 02.0867" | 272,785.443 | 2,362,530.260 |
| 3 | 89° 11' 27.7692" | 21° 21' 04.9919" | 272,783.319 | 2,362,619.674 |
| 4 | 89° 11' 30.8049" | 21° 21' 04.6875" | 272,695.713 | 2,362,611.528 |
| 1 | 89° 11' 30.7507" | 21° 21' 01.5767" | 272,695.939 | 2,362,515.819 |
| Superficie total del predio | | | 8,228.09 m2 | |

En cuanto a la ocupación, en la siguiente tabla se presentan los desgloses de los componentes del proyecto. Para mayor detalle consultar el plano del proyecto, anexo al presente documento.

Tabla 2: Superficies de ocupación por componentes del proyecto.

| Concepto | Área (m2) | % |
|---|---|---|
| Obra civil | 2,828.00 | 34.37% |
| Área permeable | 1,670.00 | 20.30% |
| Área verde (jardines) | 1,760.90 | 21.40% |
| Área de conservación | 1,969.19 | 23.93% |
| Total | 8,228.09 | 100.00% |

### 2.1.3 Inversión requerida

La inversión requerida para la ejecución del proyecto será de $50,000,000.00 (Son: cincuenta millones de pesos, MN). El monto por incluye el pago de las actividades a realizar en cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que en su caso se dicten en el resolutivo en materia de impacto ambiental de resolverse favorablemente.

### 2.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Para llegar a la localidad de San Crisanto, se cuenta con la carretera Telchac-Sinanché, que está pavimentada y cuenta con dos carriles, así como con tendido eléctrico ubicado en el derecho de vía de la carretera.

La localidad de conformidad con información obtenida del INEGI (2020), cuenta con servicio de agua potable y espacios culturales y de recreación, tales como parques y canchas deportivas.

De autorizarse el manifiesto de impacto ambiental, durante el proceso constructivo y al entrar en operación el proyecto, se requerirán los servicios que a continuación se precisarán:

Agua: la etapa de preparación y construcción se obtendrán a través de pipas para el llenado de depósitos de agua consistentes en tinacos de 1,100 L colocados en el suelo en las áreas de trabajo.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del desarrollo el agua provendrá del subsuelo, por lo que se requerirá de un pozo de extracción y la tramitación del permiso correspondiente.

Con el agua extraída se llenará una cisterna construida en el sitio, con capacidad de 20 m3, que llevará el agua hacia los departamentos mediante un sistema de bombeo y equipo hidroneumático. La dotación de agua potable está dimensionada en función de las necesidades de 4 personas o habitantes por departamento, consumiendo un aproximado de 250 litros al día. Al ser un total de 60 departamentos el requerimiento máximo total será de 60 m3/día, al 100% de ocupación.

Servicios sanitarios: Durante el proceso constructivo se requerirán de servicios sanitarios para los trabajadores de la obra, por lo que se contratará el servicio de letrinas portátiles considerando 1 por cada 15 trabajadores.

Tratamiento de aguas residuales: Para la operación del proyecto se requerirá la instalación de una planta de tratamiento de agua residual, la cual será una Ecotar® de la marca Ecoazur®, cuyo proceso de tratamiento es de tipo biológico anaerobio-aerobio realizando procesos de nitrificación, desnitrificación, y remoción de DBO/DQO para dar cumplimiento a la norma oficial NOM-001-SEMARNAT-2021 para una descarga segura. Adicionalmente, el agua se puede reutilizar para el riego de las áreas verdes del proyecto con lo que se reduciría el consumo de agua.

Combustible: Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción del proyecto, se utilizarán vehículos e instrumentos, por ejemplo, para la realización de la limpieza y nivelación del terreno, mismos que serán suministrados por el contratista de la obra en las cantidades que se requieran para su jornada, sin que ello amerite el almacenamiento de aceites o combustibles en el sitio.

En caso de que los equipos a utilizar requieran de combustible o aceites para su funcionamiento y estos deban almacenarse en el sitio en que se desarrollará el proyecto se resguardarán en un almacén temporal que contará con suelo impermeable y en recipientes debidamente etiquetados y sellados.

## 2.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consistirá en un complejo de 60 departamentos habitacionales, en dos bloques de 4 niveles de altura, y que contará con amenidades consistentes en 2 piscinas, áreas de camastros y área social, así como oficinas, planta de tratamiento de aguas residuales, áreas de jardín y áreas de conservación con vegetación natural.

Respecto a la generación de energías renovables, no se pretende la generación de energía a través de fuentes renovables. Sin embargo, se prevé utilizar equipos electrónicos de alta eficiencia en consumo energético (eléctrico) con el objeto de

reducir el consumo y, por lo tanto, las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero.

En este sentido, los equipos de aire acondicionado a emplear se vinculan con las normas energéticas correspondientes, NOM-011-ENER 2006, NOM-021-ENER/SCFI y la NOM-023-ENER-2010

Tabla 3: Vinculación del proyecto con las normas oficiales de energía.

<table>
<tr><th>Norma Oficial</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>NORMA Oficial Mexicana NOM-011-ENER-2006, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.</td><td>No aplica, ya que el proyecto empleará aires acondicionados de tipo dividido y no central.</td></tr>
<tr><td>Norma Oficial Mexicana NOM-021-ENER/SCFI-2017, Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.</td><td>No aplica para el proyecto, toda vez que es aplicable a los fabricantes o comercializadores en México y además corresponden a los aires conocidos como de ventana, los cuales no se emplearán para el proyecto.</td></tr>
<tr><td>Norma Oficial Mexicana NOM-023-ENER-2018, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.</td><td>No aplica para el proyecto, toda vez que es aplicable a los fabricantes o comercializadores en México.<br><br>Sin embargo, se tomará en consideración al momento de la adquisición de los equipos, los cuales serán de tipo inverter, de tipo dividido (minisplit) de 12,000 BTU para los departamentos y teniendo que un BTU equivale a 0.2931 watts, los 12.000 BTU equivalen a 3,515 watts, y de acuerdo con las especificaciones de la norma, el REEE que debe cumplir el equipo es de 3.37.<br><br>
<table>
<tr><th>Capacidad de Enfriamiento<br>Watts (Btu/h)</th><th>REEE<br>Wt/We (Btu/hW)</th></tr>
<tr><td>Hasta 4 101 (13 993)</td><td rowspan="2">3,37 (11,5)</td></tr>
<tr><td>Mayor que 4 101 (13 993)<br>Hasta 5 859 (19 991,493)</td></tr>
<tr><td>Mayor que 5 859 (19 991,493)<br>Hasta 10 600 (36 168,26)</td><td>3,31 (11,3)</td></tr>
<tr><td>Mayor que 10 600 (36 168,26)<br>Hasta 19 050 (65 000,505)</td><td>3,28 (11,2)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.</td><td>No aplica, toda vez que es para edificios NO RESIDENCIALES, tal como indica la propia norma y la naturaleza del proyecto es precisamente de un edificio residencial.</td></tr>
</table>

Para reducir el consumo de enérgicos, se contará con un calentador solar de tubos de vacío de 180 L, lo que permitirá reducir el consumo de gas LP.

### 2.2.1 Programa de trabajo

De autorizarse el proyecto sometido a evaluación, su ejecución se llevará a cabo en tres etapas, que para el efecto del presente se denominarán: 1. Preparación del sitio, 2. Construcción del proyecto y 3. Operación, habitabilidad y mantenimiento.

Estás tres etapas consistirán, en términos generales, en lo siguiente:

1. Preparación del sitio: Se refiere a las actividades preliminares a realizarse antes del proceso constructivo, a saber: despalme, limpieza y nivelación del terreno.
2. Construcción del proyecto: Esta etapa comprende, como su nombre lo indica, la etapa constructiva, en la que se llevará a cabo la edificación de los elementos que integrarán el mismo, en la que se comprenden la realización de instalaciones eléctricas e hídricas y sanitarias)
3. Operación, habitabilidad y mantenimiento: Durante esta etapa se realizarán aquellas actividades propias de las personas que habiten o aprovechen las instalaciones del proyecto, así como el mantenimiento de las instalaciones y en su caso, las actividades que como producto de las condicionantes que en su caso se determinen en la autorización en materia de impacto ambiental, deban ejecutarse.

Durante cada una de las etapas que se han manifestado, se ejecutarán diversas actividades y en distintos momentos, mismos que quedarán constreñidos a lo que se presenta en la tabla a continuación:

Tabla 4: Programa general calendarizado de obra

| Actividad | Trimestre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Topografía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estacionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estructura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Muros y techos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalaciones hidrosanitarias y electricas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cancelería | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acabados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Para llevar a cabo las actividades constructivas se requerirá del siguiente personal. Cabe señalar que este personal no necesariamente se encontrara en su totalidad en

la obra, ya que dependerá del momento y proceso constructivo que se requiera realizar según el programa de obra.

Tabla 5: Personal laboral del proyecto.

| Personal Requerido | Preparación del sitio | Construcción |
|---|---|---|
| Biólogo | 1 | 1 |
| Topógrafo y ayudante | 2 | 2 |
| Albañil | | 16 |
| Ingeniero Supervisor | 1 | 1 |
| Fierrero | | 2 |
| Plomero Electricista | | 2 |
| Pintores | | 2 |
| Carpinteros | | 2 |
| Total | 4 | 28 |

### 2.2.2 Representación gráfica local

La única obra por realizar por el proyecto consiste en un desarrollo habitacional de 60 departamentos con sus respectivas amenidades, el cual es acorde con la vocación del suelo urbano de la localidad de San Crisanto, municipio de Sinanché.

En la siguiente figura se presenta el proyecto sobre el predio (polígono rojo), en donde se pueden observar las obras existentes en las inmediaciones, denotando la presencia de otros desarrollos habitacionales, así como de viviendas en toda la zona.



Figura 2: Representación gráfica del proyecto "Departamentos San Crisanto".

### 2.2.3 Etapa de preparación del sitio

Topografía: como primera actividad se realizará el trazo topográfico de los elementos que integrarán el proyecto y posteriormente se realizará la limpieza y nivelación de la superficie del terreno. Esta actividad es relevante ya que aquí se delimita el área de conservación.

Limpieza y nivelación: La limpieza se refiere al desmonte y despalme del sitio, es decir, al retiro de la vegetación y la primera capa de suelo de las áreas previamente delimitadas que serán ocupadas por el proyecto. El producto que se originé por la remoción de tierra o material mineral se empleará en la nivelación del terreno.

### 2.2.4 Etapa de construcción

Cimentación: la cimentación comprende a la colocación de los soportes de la estructura de la vivienda. El proceso constructivo de la cimentación a emplear es el de zapata corrida, el cual consiste en excavar hasta el nivel de laja o conchuela una zanja en la perimetral y demás elementos como muros de carga de la vivienda, dentro de la cual se coloca piedra hilada unida con mortero. El impacto principal de esta actividad es la extracción de material, en este caso piedra y arena. La piedra se puede reutilizar para la cimentación, mientras que la arena, una parte se reúsa para volver a tapar la zanja, y el excedente se extiende en el área a ocupar por la estructura, de modo que no se afecten superficies adicionales.

Estructura y muros: consiste en la elaboración de las columnas que sostendrán la estructura total de la vivienda, el levantado de muros y techos. Los materiales para emplear para las columnas serán concreto y acero, los muros serán de block unido con mortero y los techos de viga pretensada y bovedilla de block, con un colado superior de concreto. El concreto principalmente se elaborará en el sitio utilizando revolvedoras. Esta actividad o etapa del proyecto es la más impactante, ya que en términos de tiempo es la más extensa, y es donde se generan residuos como cascajo, retacería, bolsas de cemento y cal, madera (empleada para los colados y apuntalamientos), y cartón. Por lo que se implementara un sistema de manejo integral de residuos.

Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias: consiste en la colocación de las tuberías de PVC para el sistema hidráulico y sanitario de la vivienda, así como la instalación del sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual consistirá en una planta ECOTAR® de 48 m3 de capacidad diaria.

También en esta etapa se coloca el cableado eléctrico en muros y techos para el sistema de iluminación y contactos eléctricos. Cabe señalar que todas las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias son escondidas.

Acabados: es la parte final del proyecto, en la cual se colocan los revestimientos a las paredes, pisos, pintura, ventanas, puertas y muebles de baño y cocina. El impacto de esta actividad es poco significativo y consiste en la generación de botes y elementos impregnados con aceites, pintura y/o solventes, los cuales se generan en pequeñas cantidades, así como retacería de otros materiales como aluminio, madera y vidrio.

### 2.2.5 Etapa de operación, habitabilidad y mantenimiento

Al tratarse de un complejo departamental, para el correcto funcionamiento y disfrute de las áreas habitacionales, se contempla la realización de las siguientes actividades operativas habituales, así como de mantenimiento preventivo y correctivo.

Actividades operativas

- Limpieza del inmueble (pisos y ventanas), quincenal.
- Poda de áreas ajardinadas, mensual.
- Funcionamiento de la planta de tratamiento de agua residual.
- Dosificación de pastillas de cloro en piscina.
- Dosificación de cloro en la planta de tratamiento de agua residual.
- Separación de residuos sólidos urbanos.

Mantenimientos preventivos:

- Limpieza de cisterna cada 6 meses.
- Revisión de equipos de bombeo cada 6 meses.
- Revisión de fugas en llaves e inodoros cada 6 meses.
- Impermeabilización de techos cada 3 años.
- Mantenimiento de aires acondicionados cada 12 meses.

Mantenimientos correctivos:

- Reparación de pintura dañada.
- Remplazo de llaves y regaderas.
- Remplazo de apagadores, contactos y luminarias.
- Cualquier otro necesario.

### 2.2.6 Etapa de abandono del sitio

No se tiene contemplada una etapa de abandono del sitio

### 2.2.7 Utilización de explosivos

No se utilizará ningún tipo de explosivo durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

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

Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Durante la etapa de construcción los residuos sólidos urbanos serán generados por el personal que labore en la obra, producto de sus necesidades de alimentación. En general se considera la generación de 300 gr/trabajador por día, considerando 20 trabajadores simultáneos resulta en un total de 6 kg/día de RSU.

Durante la etapa de operación, el proyecto generará residuos sólidos urbanos, a razón de 0.3 kg/día por persona, y contemplando un máximo de 20 personas laborando en un momento dato, el máximo total de generación será de 6 kg/día de generación por

el proyecto. Sin embargo, es importante mencionar que no todo el personal laboral presentado en la tabla 4 se encontrará al mismo tiempo y en todo momento durante la obra, por lo que la generación real de residuos sólidos urbanos será menor a la estimada.

La gestión, manejo y disposición de los RSU, le corresponde al municipio, por lo que para las etapas de construcción y operación se gestionara el contrato de prestación de servicios públicos municipales con el municipio de Sinanché.

Residuos de Manejo Especial (RME)

Los residuos de manejo especial corresponden a residuos que por su volumen requiere de un trato diferenciado respecto a los RSU. En el caso de la actividad constructiva, se identifican los residuos de construcción, así como los residuos pétreos (rocas) como RME.

Para la estimación de generación de residuos durante la etapa de construcción se emplea la metodología de Generación y caracterización del Anexo III del plan de manejo de residuos de la construcción y demolición elaborado por la Cámara Mexicana de la Industria de la construcción, se emplea la formula siguiente para la estimación del volumen y peso de los residuos de la obra a realizar.

$$GRC = MC * fv * I * PRC$$

Donde:

GRC = Generación de Residuos de la Construcción (Ton).
MC = Superficie de Obra Construida (m2).
fv = Factor de Volumen de Obra (0.85 m3/m2).
i = Porcentaje de Residuos de Construcción por m3 (6.8%).
PRC = Peso Volumétrico Promedio de RCD (1.5 ton/m3).

Tabla 6: Estimación de residuos de construcción del proyecto.

| Símbolo | Concepto | Dato/Resultado | Unidad |
|---|---|---|---|
| Mc | Superficie de obra construida* | 2,828.00 | m2 |
| Fv | Factor de volumen de obra | 0.9 | m3/m2 |
| I | % de residuos de la construcción | 0.1 | |
| Grc (m3) | Generación estimada (m3) | 163.46 | m3 |
| Prc | Peso volumétrico promedio | 1.5 | ton/m2 |
| Grc (Ton) | Generación estimada (Ton) | 245.19 | Ton |

**Para el cálculo únicamente se contempla la superficie de obra civil contenida en la tabla 3.*

Estos residuos conocidos como "residuos de la construcción" corresponden o entran en la clasificación de "residuos de manejo especial (RME)", por lo que no deben mezclarse con los residuos sólidos urbanos (RSU) y deben disponerse en sitios autorizados, para lo cual se contratara a una empresa especializada y autorizada para su manejo y disposición final.

Residuos líquidos

Durante la etapa de preparación y construcción se generarán residuos líquidos provenientes de las necesidades fisiológicas de los trabajadores. Para su manejo se contratará el servicio de sanitarios portátiles a razón de 1 baño portátil por cada 10 trabajadores. El agua residual resultante será manejada por el prestador del servicio.

En la etapa de operación del proyecto, los departamentos generaran agua residual de tipo domestico producto del uso de los baños, lavabos, regaderas, etc. y dado que el municipio de Sinanché no cuenta con drenaje ni sistema de tratamiento municipal al cual se pueda conectar el proyecto contará con su propia planta de tratamiento de las aguas residuales, la cual será de la marca ECOTAR®. Como la generación de agua residual se considera el 80% del consumo, el cual ya se había estimado en 60 m3/día, se tiene que la generación de agua residual esperada, al 100% de ocupación, será de 48 m3/día. El agua tratada podrá utilizarse para el riego de áreas verdes o para su descarga ya que se dará cumplimiento a la NOM-001-SEMARNAT-2021.

### 2.2.9 Generación de gases efecto invernadero. Identificar por etapa si el proyecto

El proyecto no pretende la realización de actividades que generen gases de efecto invernadero de manera sistémica y como tal, ni la actividad de construcción ni los desarrollos habitaciones son considerados fuentes fijas.

Sin embargo, como parte del presente estudio, se realiza la estimación de las emisiones de GEI durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto derivado del empleo de vehículos automotores, camiones, maquinaria, los cuales cuentan con motores de combustión, así como por el consumo de electricidad de la red de CFE y generación de residuos sólidos durante la etapa de operación.

De acuerdo con la tabla 7 de la guía del RENE, se identifican los siguientes sectores y subsectores, así como las fuentes de emisión de CyGEI para el proyecto, en sus diferentes etapas

Tabla 7: Emisión de GEI que ocurrirán por la construcción y operación del proyecto.

| No | Etapa | Sector | Subsector | Tipo de emisión | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Construcción | II. Transporte | a) Transporte terrestre | Directa – Fuente móvil | Emisiones por el empleo de vehículos automotores (camionetas) durante la construcción del proyecto. |
| 1 | Construcción | II. Transporte | a) Transporte terrestre | Directa – Fuente móvil | Emisiones por el empleo de vehículos automotores (camiones de material) durante la construcción del proyecto. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Preparación del sitio y Construcción | VI. Comercio y servicios | a) Construcción | Directa – Fuente móvil | Emisiones por el empleo de maquinaria durante la construcción. |
| 3 | Operación | I. Energía | a) Generación, transmisión y distribución de electricidad | Indirecta | Emisiones indirectas derivadas del consumo de energía eléctrica de la red nacional una vez que el proyecto se encuentre en operación para los 9 departamentos. |
| 4 | Operación | I. Energía | a) procesos térmicos | Directa | Emisiones directas derivadas del consumo de gas licuado para el calentamiento de agua de los 9 departamentos. |
| 5 | Operación | V. Residuos | a) aguas residuales | Directa – Fuente fija | Generación de aguas residuales, las cuales se tratarán mediante un biodigestor. |

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

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones es la establecida en el Registro Nacional de Emisiones (RENE), por lo que se emplea la calculadora de emisiones (figura 3) utilizando los datos de entrada de la tabla siguiente y cuyos resultados se presentan en la tabla 9.

Tabla 8: Datos de entrada para ingresar a la calculadora del RENE.

| 1. GASOLINA CAMIONETAS | | |
|---|---|---|
| Consumo | 120.00 | L/semana |
| Consumo total | 3,840.00 | L/año |

| 2. DIESEL CAMIONES/MAQUINARIA | | |
|---|---|---|
| Consumo | 60.00 | L/semana |
| Consumo total | 2,880.00 | L/año |

| 3. ENERGIA ELECTRICA | | |
|---|---|---|
| Consumo x depto. | 3,000.00 | KWhr año |
| Consumo total | 180,000.00 | Mwhr año |

| 4. GAS LP | | |
|---|---|---|
| Consumo x depto. | 120.00 | L/año |
| Consumo total | 7,200.00 | L/año |



MEDIO AMBIENTE 2023 Francisco VILLA

**Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones**

Versión 8.1
Mzo. 2023

Tus emisiones anuales son: 118.74 $tCO_2e$/año

NOTA:
El resultado de emisiones es indicativo. La calculadora entregará resultados más aproximados a las emisiones reales en la medida en que el usuario ingrese información completa y verdadera. Puede servir como herramienta orientadora para determinar si el sujeto sobrepasa o no el umbral de registro. En ningún caso sustituye la estimación de emisiones que deben realizar los Establecimientos Sujetos a Reporte y no se debe usar como resultado final de sus emisiones anuales, esta calculadora es un instrumento de apoyo. La suma de las emisiones puede no coincidir con el resultado parcial, por el redondeo de cifras.

1.- Selecciona el sector, subsector y actividad | 2.- Ingresa el dato de actividad en las unidades solicitadas | REINICIAR

| Sector | Subsector | Actividad | Fuente de Emisión | Instrucciones | Dato de Actividad | Unidad | Emisiones GEI [$tCO_2e$] | Emisiones $CO_2$ [$tCO_2$] | Emisiones $CH_4$ [$tCH_4$] | Emisiones $N_2O$ [$tN_2O$] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Transporte | Transporte_Terrestre | Automoviles_Motocicletas_Montacargas | Gasolina_B | | 3,840 | l | 9.78 | 9.40 | 0.00 | 0.00 |
| Transporte | Transporte_Terrestre | Camionetas_CamionesLigeros | Diésel | Ingrese el consumo anual de diesel en litros | 2,880 | l | 8.17 | 8.14 | 0.00 | 0.00 |
| Energía | Energía_eléctrica | Consumo_energía_eléctrica | Consumo_energía_eléctrica | Ingrese la electricidad consumida al año en MWh - NOTA: el Factor de Emisión empleado es 0.435 t CO2 / MWh (año 2021) | 180 | MWh | 88.92 | - | - | - |
| Energía | Energía_térmica | Procesos_térmicos | Gas licuado_PT | Ingrese el consumo anual de gas en litros | 7,200 | l | 11.88 | 11.87 | 0.00 | 0.00 |

Figura 3: Cálculo de emisiones de GEI del proyecto "Departamentos San Crisanto".

Tabla 9: Resumen de emisiones de GEI a generar por el proyecto Casa MA3.

| No | Combustible | Dato de actividad anual | Gases por calcular | Ton CO2e/año* |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Gasolina | 3,840 L | CO2, CH4, N2O | 9.78 |
| 2 | Diesel | 2,880 L | CO2, CH4, N2O | 8.17 |
| 3 | Energía eléctrica* | 180 MWhr | CO2, CH4, N2O | 88.92 |
| 4 | Gas LP | 7,200 L | CO2, CH4, N2O | 11.88 |

**Generación indirecta*

### 2.2.9.2 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

Durante la etapa deconstructiva del proyecto la única energía disipada será en forma de ruido, el cual será ocasional y provocado por el uso de equipo.

La actividad que generara el ruido más intenso corresponde a la cimentación, y esto es debido al uso de perforadoras (martillos neumáticos) manuales durante las actividades de excavación de la cimentación. Un martillo neumático puede generar 110 dB medido a un metro de distancia de la fuente, por lo que está catalogado como ruido intenso, que requiere de atención sobre todo para el operador.

La afectación a la periferia queda determinada por el nivel de presión sonoro del ruido, el cual al propagarse se reduce (atenúa) con la distancia y otros elementos dispersivos. De forma general en un espacio abierto, la atenuación es de 6 dB por cada metro de distancia que exista entre la fuente y el que escucha.

Para calcular el rango de afectación del nivel sonoro de la construcción del proyecto, por lo tanto, su área de influencia se sabe que el principio de reducción del sonido respecto a la distancia establece que el nivel sonoro es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente, y está determinado por la formula siguiente:

$$Lp = Lw-20\log(r)-8$$

Donde:

Lp: Nivel sonoro a la distancia r

Lw: Nivel sonoro inicial

r=distancia hacia la fuente de emisión

log=función logarítmica

Tomando un nivel Lw de 110 db que correspondería al martillo neumático y graficando la expresión matemática obtenemos la siguiente curva.

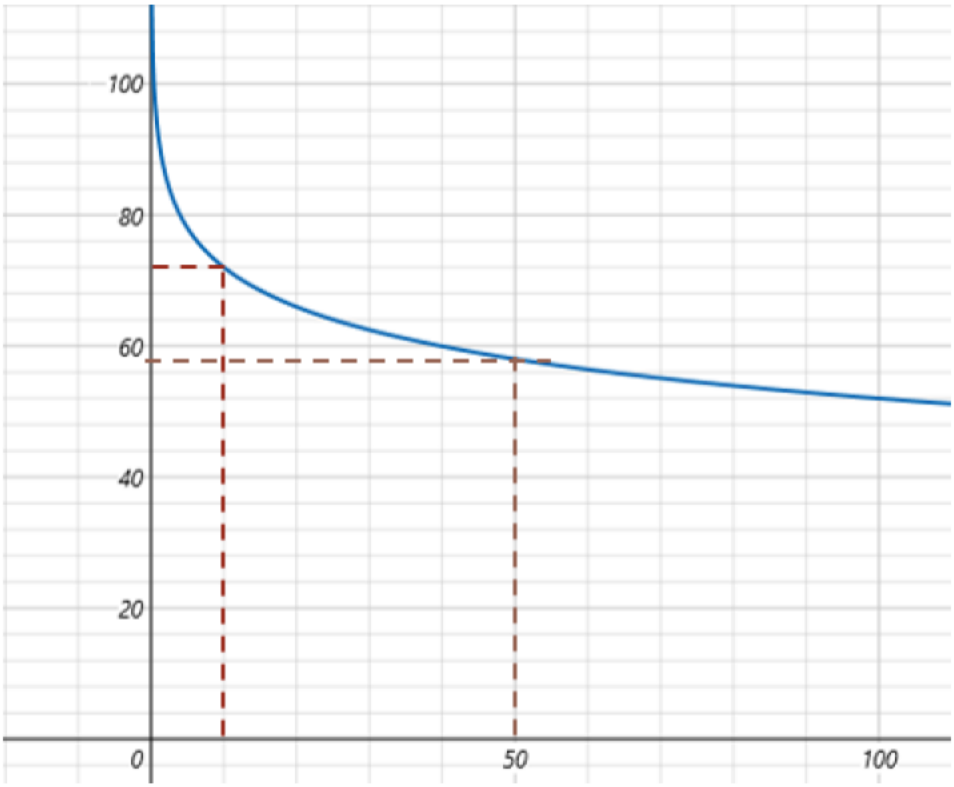



Figura 4: Gráfico de reducción de presión sonora (eje y en db) conforme a la distancia (eje x en metros)

De la gráfica anterior se tiene que el nivel de presión sonoro a 10 m de distancia de la fuente seria de menos de 75 db aproximadamente (línea punteada naranja) y a 50 m estaría por debajo de los 60 db, siendo ya un nivel sonoro bajo (línea punteada azul).

Cabe señalar que este ruido será temporal y de tipo intermitente, y se establecerá un horario de 9:00 am a 5:00 pm para la realización de estas actividades.

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

## 3.1 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

De conformidad con lo previsto en el artículos 5 fracción IX y 6 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es facultad de la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), "la formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de los programas de ordenamiento ecológico marino"; que de conformidad con lo establecido en el artículo 3 fracción XXIV de la citada ley, el ordenamiento ecológico es el instrumento de política pública ambiental que regula el uso del suelo y actividades productivas

Así, la LGEEPA prevé en su artículo 19 Bis que el ordenamiento ecológico del territorio y de las zonas en que la Nación ejerce su suberanía se realizará a través de los distintos programas de ordenamiento ecológico a saber: "I. Generales del territorio; II. Regionales; III. Locales; y IV. Marinos", respondiendo cada uno de ellos a las necesidades del ordenamiento ecológico territorial considerando las características y naturaleza de los ecosistemas del territorio nacional, así como el equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y las condiciones ambientales de las distintas regiones, así como los desequilibrios ecológicos que se observan en los ecosistemas como consecuencia de aquellos y el impacto ambiental que se pudiera generar por el establecimiento de nuevos asentamientos humanos y las obras o actividades relacionadas con estos.

Por su parte, la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán contempla en sus artículos 14 a 16 los instrumentos de la política ecológica que consisten en el Plan Estatal de Desarrollo, el Programa Sectorial de Desarrollo Sustentable en los que se deberán considerar las directrices de los programas de ordenamiento ecológico del territorio del estado, así como también los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

Estos últimos tienen como finallidad, según lo previsto en los numerales 17, 20 y 21 de la citada ley, la regulación de los asentamientos humanos, tomando en consideración el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para determinar el potencial de las actividades económicas que puedan desarrollarse en el Estado y se clasifican en estatales, regionales y municipales. Adicionalmente estos programas de ordenamiento ecológico deben tomar en consideración las declaratorias de las áreas naturales protegidas en la entidad, la planeación del uso de suelo y manejo de los recursos naturales indicados por el ordenamiento ecológico general del territorio,

normas y criterios ecológicos expedidos por la autoridad competente en esta materia y las declaratorias de usos, destinos y reservas que se hayan expedido.

En Yucatán, se cuenta con 3 programas de ordenamiento estatales a saber: Programa de Ordenamiento de Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) y el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Yucatán (PEOTDUY). En virtud de ello se procederá a realizar la vinculación del presente proyecto con los ordenamientos ecológicos del territorio a fin de determinar su viabilidad y compatibilidad con las actividades y usos previstos en estos ordenamientos territoriales.

### 3.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY)

Tal como ha quedado precisado, los tablajes catastrales 5219 y 5220 en los que se pretende desarrollar el proyecto, se ubican en la localidad de San Crisanto, municipio de Sinanché, Yucatán, lo que resulta relevante pues permite identificar a través de la georreferenciación de las poligonales de estos tablajes, la unidad de gestión ambiental (UGA) del POETY y del POETCY en que se ubican, y con ello se puede determinar la compatibilidad del uso de suelo pretendido para el proyecto y los establecidos en los citados ordenamientos.

Si bien se trata de 2 tablajes catastrales, al ser colindantes uno con otro, para efectos de la identificación de la UGA se presentará en la imagen a continuación como una misma poligonal:

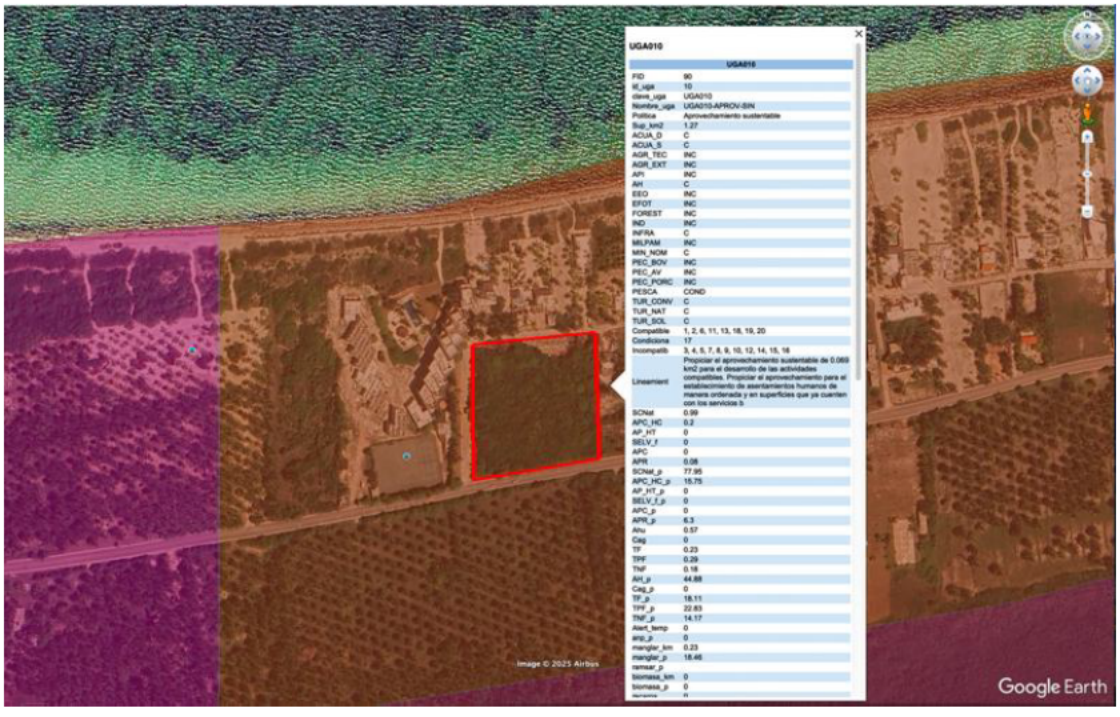



Figura 5: Ubicación de los tablajes catastrales en el POETY para identificación de UGA.

#### 3.1.1.1 Identificación de unidades de gestión ambiental y las políticas

De conformidad con lo establecido en el POETY, la poligonal del proyecto se ubica en la **UGA010-APROV-SIN**, que tiene la **política de aprovechamiento sustentable**, la cual se asigna a espacios que no conforman un área natural protegida (ANP), en donde se desarrollan actividades sectoriales y **por tanto son zonas consideradas aptas para el aprovechamiento de los recursos naturales sin que ello impliquen impactos negativos al medio ambiente**.

Así mismo, puede observarse en los usos de suelo que pueden realizarse en la UGA identificada, se encuentran como compatibles **Asentamientos Humanos (AH)**, que corresponde a las obras o actividades que se pretenden desarrollar en el proyecto que se somete a evaluación; refiriéndose al "establecimiento de nuevos centros de población" (POETY, 2023).

Al ser el uso de suelo considerados como compatibles, se le asignan los criterios ecológicos generales y los del sector, los primeros establecen las condicionantes y regulaciones que deberán observarse en toda obra o actividad que se desarrolle en esa UGA y; por tanto, constituyen disposiciones obligatorias para garantizar la preservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los recursos naturales y los segundos, son los que resultan aplicables de manera específica a la obra sujeta a autorización.

#### 3.1.1.2 Análisis de concordancia con los usos permitidos

Por tanto, al ser un **proyecto consistente en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional de tipo privado vertical**, encuadra en la definición del citado uso de suelo denominado **asentamientos humanos**, que se considera un **uso clasificado como compatible** en la **UGA010-APROV-SIN,** y en las siguientes tablas se presenta la vinculación con los criterios generales y los específicos para el sector asentamientos humanos.

#### 3.1.1.3 Vinculación de criterios ecológicos con el proyecto pretendido

Para verificar que el proyecto se ajusta a los criterios generales del POETY, así como a los criterios generales establecidos para la UGA correspondiente y los criterios específicos asignados para el uso de suelo de asentamientos humanos, se procederá a identificar los criterios tanto generales como específicos que resulten aplicables, así como se demostrará que el proyecto se ajusta a aquellos a través de un análisis técnico en el que se demuestre el cumplimiento de las disposiciones que resulten aplicables, de conformidad con lo expuesto en las siguientes tablas:

Tabla 10: Vinculación del proyecto con los criterios generales del POETY.

| No. | Criterios ecológicos generales (CG) | Vinculación |
|---|---|---|
| 1 | Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, **deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos** que | Cumple.<br>El proyecto contará con un sistema de tratamiento de agua residual modelo Ecotar® de 48m3/día de capacidad, para el |

| No. | Criterios ecológicos generales (CG) | Vinculación |
|---|---|---|
| | cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. **En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.** | tratamiento de las aguas residuales domésticas.<br><br>Cabe señalar que las aguas del drenaje pluvial se encuentran separadas respecto a las del drenaje sanitario. |
| 2 | **Todo proyecto**, obra o actividad que **genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final,** ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales. | Cumple.<br><br>Durante la etapa de construcción se contará con un área para el acopio temporal de residuos (RSU y RME), con contenedores de plástico o de metal debidamente señalizados para lograr su separación y fomentando su valorización. El manejo de estos residuos se realizará por parte del ayuntamiento para los RSU y para los RME, se contratará a una empresa especializada, para ambos casos se signarán los contratos respectivos.<br><br>Durante la etapa de operación, se tramitará el contrato de servicio de recolección de RSU ante el ayuntamiento. |
| 3 | **Todo proyecto**, obra o actividad que generen **residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal** de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán. | Cumple.<br><br>Las estrategias de manejo se reportarán a la Secretaría de Desarrollo Sustentable, que es la autoridad competente a nivel estatal para la autorización de la Licencia Ambiental Única (LAU), instrumento a través del cual se reporta la generación y manejo de residuos de manejo especial. |
| 4 | **Todo proyecto**, obra o actividad **que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditadas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero** mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo. | Cumple.<br><br>De acuerdo con la actualización de la Disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), estado de Yucatán, publicado por la CONAGUA en 2024, se cuenta con 2,059,634,923 m3 anuales para otorgar nuevas concesiones, por lo que el proyecto al requerir 60 m3/día de capacidad máxima, equivalente a 21,900 m3/año representa apenas el 0.001% de la disponibilidad, por lo que se concluye que no se verá afectado este recurso.<br><br>Para la obtención del recurso hídrico se contará con 1 pozo de extracción con capacidad máxima de 60 m3/día operando en encendidos escalonados 4 veces al día de 1 hora, por lo que la velocidad de extracción será de 4.16 LPS. |

| No. | Criterios ecológicos generales (CG) | Vinculación |
|---|---|---|
| | | Y toda vez que el proyecto contará con una planta de tratamiento de agua residual, se dará el debido cumplimiento a la NOM-001-SEMARNAT-2021 por lo que el agua tratada no afectará la calidad del suelo ni del acuífero del subsuelo. |
| 5 | Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas. | Cumple.<br>En el sitio en que se pretende desarrollar el proyecto se llevó a cabo una inspección para determinar si en el sitio existen oquedades y de aquella se determinó su inexistencia, por lo que no se requerirá excluir superficie alguna de las áreas aprovechables. |
| 6 | Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos. | Cumple.<br>En el sitio del proyecto se pudo determinar que no presenta zonas bajas inundables, por tanto, no se requerirá excluir superficie alguna de las áreas aprovechables. |
| 7 | Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural. | El proyecto no requiere de la construcción de caminos, carreteras.<br>Si bien contará con estacionamiento, esta área será sobre el suelo natural, aplicando adocretos en forma de "X", por tanto, será permeable, lo que permitirá la infiltración natural del agua. |
| 8 | Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico. | Cumple.<br>Para el diseño del proyecto se consideró el estado de vegetación del sitio por lo que se mantendrán en pie los árboles y palmeras existentes en las áreas destinadas a conservación y, en caso de que en la superficie en que se desarrollará la obra de construcción se encuentren especies protegidas, se reubicarán a las áreas verdes o de conservación. |
| 8 | Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas. | Cumple.<br>El proyecto únicamente realizará excavación puntual para las actividades requeridas como son la cimentación, cisterna, piscinas y planta de tratamiento de aguas residuales. El material extraído se reutilizará en el sitio para la nivelación. |

| No. | Criterios ecológicos generales (CG) | Vinculación |
|---|---|---|
| 10 | **Todo proyecto**, obra o actividad **deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales** y en última instancia sobre terrenos forestales **previa autorización de la autoridad competente.** | Cumple.<br>El proyecto se desarrollará en un terreno inmerso en una zona urbana que de acuerdo con el mapa de vegetación y usos de suelo INEGI serie VII, el proyecto se encuentra parcialmente en superficie urbana y agrícola perene, por lo que no son tierras forestales (ver Figura 7 |
| 11 | **Todo proyecto**, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, **deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, úvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior**, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias **para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales**. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea. | No aplica.<br>El predio del proyecto no presenta humedales. |
| 12 | **Todo proyecto**, obra o actividad **que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas** y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho. | No aplica.<br>El proyecto no extraerá agua del manto salobre del subsuelo por lo que tampoco se requiere la presentación de estudios que demuestren que no modificarán la integridad de estos ecosistemas y las características naturales de los acuíferos. |
| 13 | **Todo proyecto**, obra o actividad, **deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero,** con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. **Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.** | Cumple.<br>El proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales que permitirá la descarga de agua tratada en cumplimiento con la NOM-001-SEMARNAT-2021.<br>Los lodos generados por el proceso biológico de tratamiento serán extraídos y secados como parte de las operaciones normales de la planta, con la posibilidad de reutilizarse como abono para las áreas verdes del proyecto. |

| No. | Criterios ecológicos generales (CG) | Vinculación |
|---|---|---|
| 14 | Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes:<br><br>a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición.<br><br>b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos.<br><br>c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos.<br><br>d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno.<br><br>e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo.<br><br>f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas.<br><br>j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad. | <u>Cumple en términos generales, así como en los criterios específicos.</u><br><br>El proyecto se encuentra en la zona urbana de la localidad de San Crisanto, municipio de Sinanché, por lo que:<br><br>a) **Cumple.** De acuerdo con el mapa 46 del atlas de riesgos del estado de Yucatán, elaborado por PROCIVY, toda la localidad de San Crisanto se encuentra en una misma zona de exposición, con una frecuencia media en la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. Sin embargo, dado que el predio del proyecto no se encuentra en primera fila, está menos expuesto a los efectos de dichos fenómenos.<br><br>b) **Cumple.** El predio del proyecto se encuentra en una zona urbana, por lo que no se ocasionará fragmentación de un ecosistema natural que brinde protección ante eventos hidrometeorológicos.<br><br>c) **Cumple.** Para permitir la recarga de agua, el proyecto contempla áreas de conservación de vegetación natural, áreas ajardinadas y estacionamientos permeables.<br><br>d) **No aplica.** Ya que no se requiere de adaptación de caminos.<br><br>e) **Aplica parcialmente.** Se estima que no se requiere utilizar diseño y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, toda vez que no se trata de un proyecto que afecte la dinámica litoral; sin embargo, en cuanto a la infiltración al subsuelo, se contará con drenaje pluvial.<br><br>f) **No aplica.** Toda vez que, como se ha precisado, en el sitio del proyecto no existen cavernas ni formaciones geológicas.<br><br>j) **Cumple.** El proyecto por su diseño estructural y el material a utilizar será capaz de resistir vientos de huracán categoría 4. |
| 15 | Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia | <u>Cumple.</u><br><br>El proyecto contará con 41.7% de área permeable, de la cual el 20.30% será destinada como área de conservación, lo que favorecerá a la recarga del acuífero. |

| No. | Criterios ecológicos generales (CG) | Vinculación |
|---|---|---|
| | y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas. | |

Tabla 11: Vinculación del proyecto con los criterios específicos para Asentamientos humanos

| No. | Criterios del sector Asentamientos humanos | Vinculación |
|---|---|---|
| 1 | Se supeditará la aprobación de proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios, conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana a la presentación de una estrategia dirigida a:<br>a) Minimizar la expansión urbana desordenada.<br>b) Minimizar la vulnerabilidad específica del acuífero.<br>c) Prevenir la fragmentación de hábitats naturales.<br>d) Satisfacer la demanda de manejo de residuos sólidos y líquidos, y la dotación de servicios urbanos. | Cumple en términos generales, así como en los criterios específicos.<br>a) **Cumple.** Minimiza la expansión urbana al encontrarse dentro de la propia zona urbana del poblado de San Crisanto.<br>b) **Cumple.** Minimiza la vulnerabilidad del acuífero al contar con un sistema de tratamiento para las aguas residuales.<br>c) **Cumple.** Previene la fragmentación de hábitats naturales ya que, al encontrarse en una zona urbana, éste ya se encuentra fragmentado, siendo que en las colindancias existe la presencia de otros desarrollos y viviendas unifamiliares.<br>d) **Cumple.** Aunque es de competencia municipal, el proyecto realizará un manejo integral de los residuos líquidos y sólidos. Por otro lado, el propio proyecto realizará la dotación de servicios urbanos como son agua y saneamiento, mientras que el municipio proporcionará de manera sistemática el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos una vez que inicie la operación el proyecto. |
| 2 | Los proyectos de urbanización, establecimientos de hospedaje turísticos e infraestructura urbana deberán establecerse preferentemente en:<br>a) Vacíos urbanos de las áreas urbanas actuales.<br>b) Reservas territoriales definidas en los programas de desarrollo urbano; o<br>c) Áreas que aseguren el acceso a las redes de servicios públicos de drenaje y alcantarillado, manejo de residuos, energía eléctrica y comunicaciones. | Cumple en términos generales, así como en los criterios específicos.<br>a) **Cumple.** El proyecto se desarrollará en un predio dentro de la zona urbana de la localidad de San Crisanto.<br>b) **No aplica.** La superficie en que se desarrollará el proyecto no se encuentra una reserva territorial.<br>c) **Cumple.** El sitio cuenta con posibilidad de acceso a vialidades, energía eléctrica y servicio público de recolección de residuos sólidos urbanos. |

| No. | Criterios del sector Asentamientos humanos | Vinculación |
|---|---|---|
| 3 | Los proyectos de plantas desalinizadoras no podrán descargar sus aguas de rechazo en el suelo o cuerpos de agua, por lo que deberán contar con los medios necesarios para inyectarla al manto salino, considerando su concentración y volumen, de modo que se minimice el impacto ambiental. | No aplica.<br>El proyecto no consiste en una planta desalinizadora ni contará con una planta de este tipo. |
| 4 | Los proyectos de construcción y operación de desarrollos inmobiliarios y de turismo convencional que requieran consumo de agua, deberán contemplar medidas para la reducción del consumo como pueden ser captación de agua de lluvia, reúso de agua residual tratada (aguas grises) en riego de áreas verdes y otros usos que no requieran agua potable, instalación de sistemas ahorradores de agua, empleo de vegetación nativa con bajo requerimiento de agua en sus áreas verdes. | Cumple.<br>Toda vez que el proyecto reutilizará el agua tratada para el riego de áreas verdes y contará con sistemas ahorradores de agua en llaves y regaderas. |
| 5 | Los asentamientos humanos (vivienda, fraccionamientos, servicios, etc.) deberán mantener los humedales libres de obras de edificación, con el objeto de mantener sus procesos hidrodinámicos naturales. | Cumple.<br>Si bien el proyecto consiste en un asentamiento humano, este se desarrollará en una zona libre de humedales. |
| 6 | Se deberán mantener libres de obras, temporales o permanentes, las dunas incipientes o embrionarias y las dunas en estuarios, con el objeto de evitar la afectación a integridad funcional del sistema playa-duna costera. | No aplica.<br>El proyecto no se encuentra en la zona de dunas incipientes o embrionarias, así como tampoco en dunas de estuarios. |
| 7 | El aprovechamiento de las zonas colindantes a las playas se restringirá a instalaciones piloteadas (tipo palafito o andadores) de madera o materiales degradables, las cuales deberán ubicarse detrás de la cara posterior del primer cordón de duna, evitando la ocupación de la corona o cresta de esta. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Las dunas que | No aplica.<br>El proyecto no es colindante a la playa. |

| No. | Criterios del sector Asentamientos humanos | Vinculación |
|---|---|---|
| | formen barreras o diques que interrumpan el drenaje se excluirán para la construcción de instalaciones de edificaciones por ser zonas de vulnerables a inundaciones. | |
| 8 | **Se considera la playa como zona potencial de anidación de tortugas marinas y se deberán adoptar las medidas precautorias señaladas en la normativa aplicable, incluyendo:**<br><br>a) Conservar la vegetación nativa y restringir la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.<br><br>b) Propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.<br><br>c) Retirar de la playa cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías durante la temporada de anidación.<br><br>d) Reorientar, modificar o desinstalar cualquier equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.<br><br>e) Implementar el uso de luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas, focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente, y fuentes de luz de coloración amarilla o roja, (tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión) que disminuyan los impactos por la iluminación nocturna de la playa.<br><br>f) Prohibir el tránsito vehicular particular o recreativo en la playa durante la temporada de anidación.<br><br>g) Vigilar que los animales domésticos No perturben o lastimen las hembras, las nidadas y las crías.<br><br>h) Vigilar los niveles de ruido de fuentes antropogénicas en las playas de anidación | <u>No aplica.</u><br><br>El sitio en que se establecerá el proyecto no es colindante a la playa; sin embargo, se procurará la conservación de la vegetación nativa, se procurará que la iluminación que se instale en el proyecto no se dirija de manera directa hacia la playa de anidación, para lo que se implementará el uso de luminarias direccionales. |

| No. | Criterios del sector Asentamientos humanos | Vinculación |
|---|---|---|
| | para que no sobrepase el nivel establecido en la norma.<br><br>i) El manejo de las tortugas marinas solo podrá realizarlo el personal que acredite estar capacitado. | |
| 9 | La construcción de edificaciones permanentes en dunas terciarias se restringirá a las zonas consolidadas, detrás de las crestas de la duna. Para asegurar la resiliencia del sistema de dunas, la orientación, tipo y densidad de las edificaciones deberá minimizar la superficie de choque del viento y sujetarse a la capacidad de carga del sistema, y se deberá minimizar la pérdida de conectividad de hábitat mediante corredores biológicos. | Cumple.<br><br>El proyecto se encuentra en un predio de segunda fila, posterior a la zona de dunas y a casi 100 m de la costa. |
| 10 | Se deberán excluir las playas y las dunas como sitios aptos para la disposición de los residuos (arenas y sedimentos) del dragado de canales de puertos, bocas de lagunas y lagunas costeras. | No aplica.<br><br>El proyecto no consiste en dragado de canales de puertos, ni se realizarán dragados de arena y sedimentos que se deban depositar en playas y dunas. |
| 11 | La construcción y operación de todo desarrollo que requiera suministro de energía eléctrica (incluyendo conjuntos habitacionales, fraccionamientos, establecimientos de hospedaje turísticos, oficinas, plazas comerciales, industria) deberán privilegiar la implementación de diseños bioclimáticos y la utilización de tecnologías para la optimización del consumo de energía asociada a la iluminación, los electrodomésticos y la ventilación y el aire acondicionado. Asimismo, se recomienda presentar un programa de generación de energías limpias para satisfacer al menos el 10% de su consumo energético, conforme a las disposiciones normativas aplicables. | Cumple.<br><br>El proyecto empleará iluminación led, así como equipos de aire acondicionado de tipo inverter. |
| 12 | La construcción y operación de infraestructura residencial, comercial, o turística en la zona costera deberá mantener entradas y pasos libres y bien definidos para que la población tenga acceso a las playas y la zona federal marítimo terrestre. | No aplica.<br><br>El sitio del proyecto no se encuentra en la zona costera colindante a la zona federal marítimo terrestre por lo que no ocasionará afectaciones a las entradas y pasos hacia la playa. |

| No. | Criterios del sector Asentamientos humanos | Vinculación |
|---|---|---|
| 13 | Los conjuntos habitacionales, fraccionamientos, lotes urbanizables, establecimientos de hospedaje turístico e infraestructura urbana deberán remitirse a los atlas de riesgos o peligros estatal y municipal vigentes para evitar que se desarrollen en ubicaciones inapropiadas, las cuales incluyen:<br><br>a) Zonas de aluviones naturales recientes, profundos o superficiales.<br><br>b) Relleno artificiales en barrancos, humedales y terraplenes o en general terrenos no consolidados, inestables con agrietamientos y sensibles a asentamientos diferenciales o hundimientos.<br><br>c) Áreas susceptibles a derrumbes o deslizamientos, sobresaturación hidráulica, sobrepeso, o movimientos vibratorios.<br><br>d) Áreas por debajo del nivel máximo de mareas.<br><br>e) Áreas susceptibles a inundación.<br><br>f) Bancos de materiales abandonados.<br><br>g) Áreas elevadas que al deforestarse generan escurrimientos que agravan inundaciones en zonas bajas. | Cumple en términos generales y en los criterios específicos.<br><br>Al respecto, posterior a la inspección de campo y de la revisión del atlas de riesgos del estado de Yucatán, elaborado por PROCIVY, publicado en el 2024, se concluye lo siguiente:<br><br>a) El predio del proyecto no se encuentra en zona de aluviones.<br><br>b) El predio del proyecto no se encuentra en barrancos, humedales o terraplenes.<br><br>c) El predio del proyecto no se encuentra en áreas susceptibles a derrumbes, deslizamientos, sobresaturación hídrica, sobrepeso o movimientos vibratorios.<br><br>d) El predio del proyecto no se encuentra en áreas por debajo del nivel máximo de mareas.<br><br>e) El predio del proyecto se encuentra en una zona con una susceptibilidad baja a la inundación (Figura 6)<br><br>f) El predio del proyecto no se encuentra en un banco de material abandonado.<br><br>g) El predio del proyecto no se encuentra en un área elevada que por deforestación pueda generar escurrimientos en zonas bajas. |
| 14 | Los desarrollos inmobiliarios (condominio, fraccionamiento o subdivisión) solo se podrán establecer en terrenos que no cuenten con una cobertura forestal o se consideren como preferentemente forestales. | Cumple.<br><br>De acuerdo con el mapa de vegetación y usos de suelo INEGI serie VII, el proyecto se encuentra parcialmente en superficie urbana y agrícola perene, por lo que no son tierras forestales (ver Figura 7). |
| 15 | Los asentamientos humanos rurales existentes están sujetos al crecimiento natural de su población y sus necesidades de vivienda, servicios e infraestructura, dentro de zonas que sean potencialmente urbanizables y fuera de zonas de riesgo. | No aplica.<br><br>La localidad en que se desarrollará el proyecto no es de tipo rural sino urbana. |

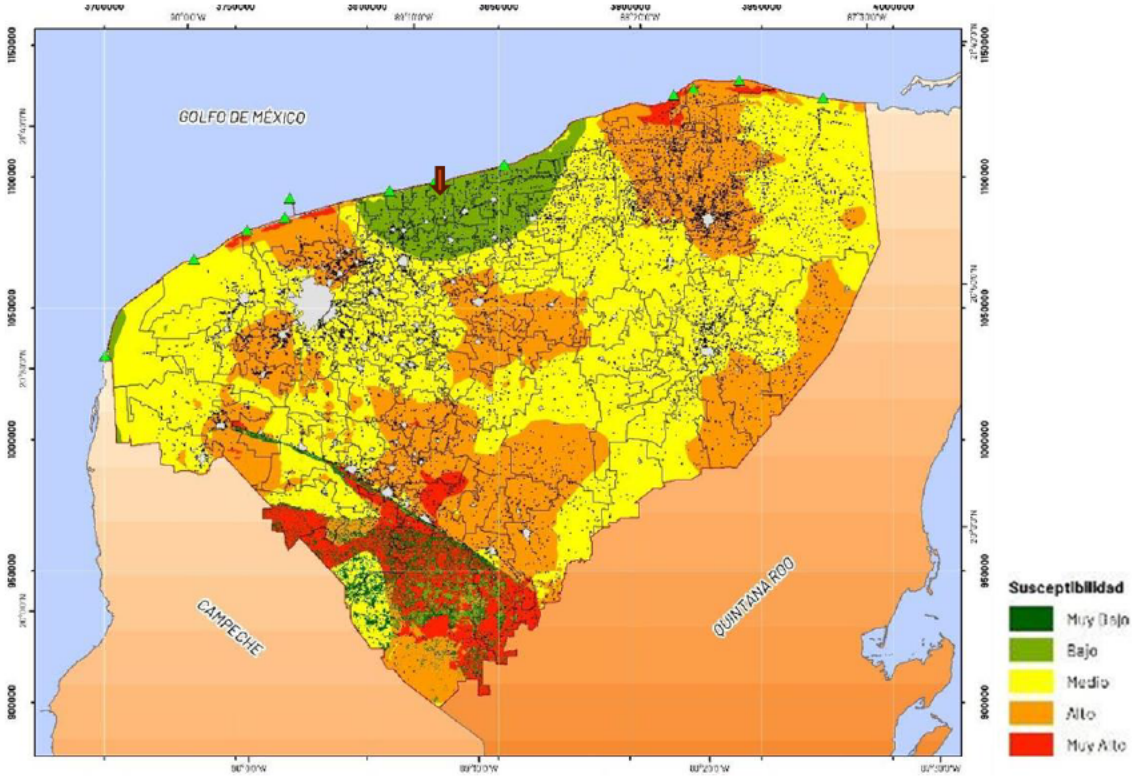



Figura 6: Mapa de susceptibilidad a la inundación, la flecha indica la ubicación del proyecto. (Fuente: Atlas de Peligros por fenómenos naturales del estado de Yucatán, 2024)




Figura 7: Tipos de uso de suelo en el sitio del proyecto (Fuente: INEGI, serie VII).

### 3.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY)

Igualmente, debe realizarse el ejercicio de vinculación y georreferenciación de la poligonal formada por los dos tablajes catastrales con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), por tratarse de una superficie territorial que se ubica en la zona costera del estado de Yucatán, regulada adicionalmente por el programa de ordenamiento territorial específico para esa superficie.

A continuación, se presenta la imagen de ubicación de la poligonal en la Unidad de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán que corresponde:

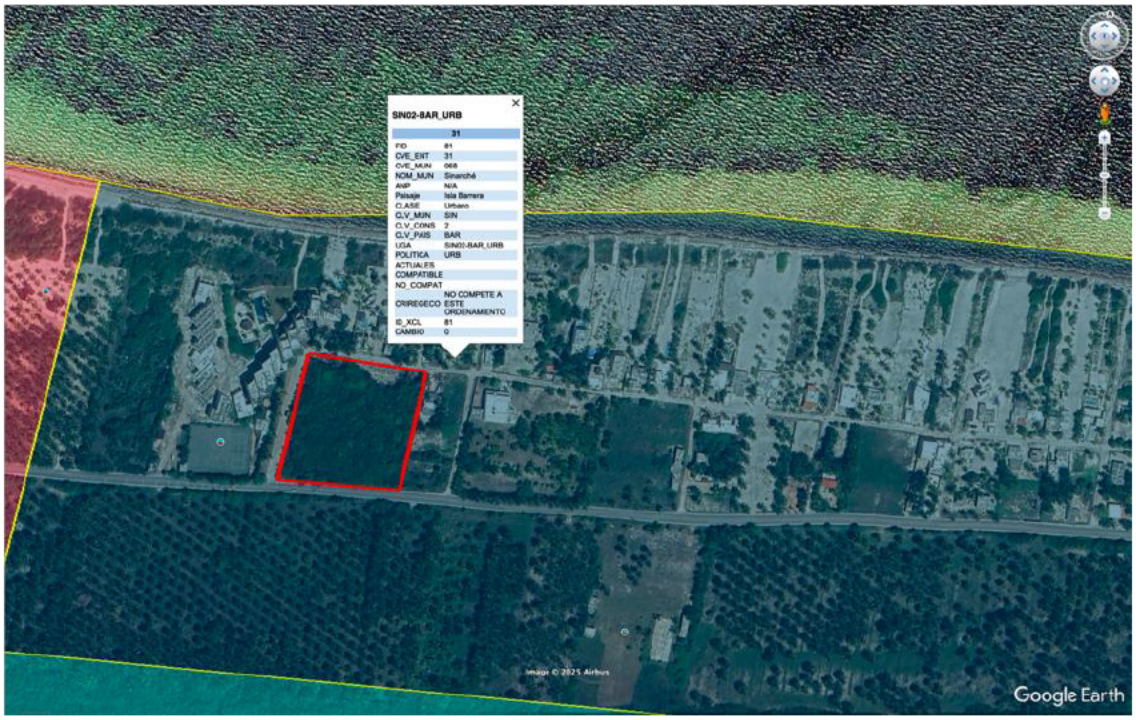



Figura 8: Ubicación de la poligonal en el POETCY para identificación de UGA.

Por tanto, conforme al POETCY, la poligonal en que se pretende desarrollar el proyecto **se ubica en la UGA denominada SIN02-BAR_URB**, en la que, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10, fracción VII del citado programa de ordenamiento, se establece en ese sitio una **política urbana** y por tanto remitirse a los ordenamientos territoriales y de desarrollo urbano con los que podrá definirse la compatibilidad de los usos y actividades que puedan desarrollarse en ese espacio territorial y a la letra indica:

> *"Artículo 10. Políticas ambientales*
> *Las UGA se regularán por las siguientes políticas ambientales:*
> *VII. Urbano: en estas UGA se reconoce la existencia de una política urbana, por lo que no serán competencia de este programa de ordenamiento ecológico. Estas UGA se identificarán con el código URB."*

En consecuencia, el propio programa de ordenamiento costero indica que no compete a ese ordenamiento determinar las actividades y usos de suelo compatibles, ni imponer criterios de regulación ecológica.

A la fecha, el municipio de Sinanché, no cuenta con un programa de desarrollo urbano, por lo tanto, únicamente resultan aplicables los criterios ecológicos generales y sectoriales que establece el POETY.

Así pues, toda vez que el POETCY no es compatible y debe remitirse al POETY para la vinculación con el ordenamiento ecológico territorial por los motivos ya expuestos, se estima es compatible el proyecto pretendido al ser compatible con el uso o actividad de asentamientos humanos, en las que encuadra el proyecto.

## 3.2 Área Natural Protegida (ANP)

De conformidad con lo establecido en los programas de ordenamiento territorial del Estado de Yucatán, puede determinarse que los tablajes catastrales en que se pretende desarrollar el proyecto no se encuentran en un área natural protegida (ANP). Se sostiene lo anterior, pues de encontrarse en un ANP al realizar la georreferenciación de los tablajes catastrales para determinar su ubicación en la UGA del POETY, se identificaría como una UGA que integra un área natural protegida y remitiría al Programa de Manejo de la ANP en la que se encontraría, lo que en el presente caso no acontece; motivo por el cual se concluye de manera determinante que el proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida.

## 3.3 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Municipales

De una búsqueda exhaustiva y como resultado de la consulta en la base de datos del INEGI, puede concluirse que el municipio de Sinanché, no cuenta con Programa de Desarrollo Urbano.

## 3.4 Normas Oficiales Mexicanas

De conformidad con lo establecido en los artículos 36 y 37 TER, de la LGEEPA para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales las SEMARNAT emitirá normas oficiales mexicanas(NOM), mismas que son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional, por lo que a continuación se procederá a analizar cuáles son las especificaciones establecidas en las NOM que aplicarán a la obra y actividad pretendida, así como se precisará cómo el proyecto cumple cada una de ellas.

NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.

Durante la etapa de construcción, se contará con una letrina portátil por cada 10-15 trabajadores. El mantenimiento y tratamiento del agua de las letrinas será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio.

Al concluir la obra y durante la operación de este, el proyecto contará con su propia planta de tratamiento de las aguas residuales, la cual será de la marca ECOTAR. Como la generación de agua residual se considera el 80% del consumo, el cual ya se había estimado en 60 m3/día, se tiene que la generación de agua residual esperada, al 100% de ocupación, será de 48 m3/día. El agua tratada podrá utilizarse para el riego de áreas verdes o para su descarga cumpliendo los límites permisibles de contaminantes previstos en esta norma.

NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Esta norma será aplicable en caso de que se disponga que el agua después de tratamiento se reusará para el riego de áreas verdes. Así pues, la planta de tratamiento a instalar cumplirá con los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales previstos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, que resultan, en algunos criterios de mayor exigencia que los dispuestos en esta norma; en consecuencia, se cumplirán igualmente los parámetros para el reúso del agua en el riego de las áreas verdes.

NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

Esta norma resulta aplicable por la emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que funcionan con gasolina como combustible, por tanto, para el cumplimiento de lo dispuesto en esta norma se vigilará que los prestadores de servicios utilicen automóviles o camionetas que cuenten con la verificación vehicular.

NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Esta norma resulta aplicable pues establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que usan diésel como combustible, por tanto, para el cumplimiento de lo dispuesto en esta norma se requerirá que los prestadores de servicios utilicen automóviles o camionetas que cuenten con la verificación vehicular y en su caso los camiones que transporten material pétreo para el proyecto cuenten con los mantenimientos periódicos para poder transitar.

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, por su toxicidad al ambiente.

Esta norma, habiendo identificando las actividades a realizar durante la etapa de construcción del proyecto, no resulta aplicable pues no se prevé la generación de residuos sólidos catalogados como peligrosos por sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad; sin embargo, en caso de que se genere alguno, estos se identificarán de conformidad con el procedimiento establecido en esta norma, serán separados del resto de los residuos, controlados y manejados según lo dispuesto en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

Todos los vehículos automotores utilizados en el sitio contaran con mantenimiento periódico con el objeto de dar cumplimiento

NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.

Esta norma resulta aplicable pues establece las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento para prevenir riesgos a los trabajadores, inclusive para aquellos que se denominan nuevas construcciones, como es el caso que nos ocupa. Por lo que, para dar cumplimiento con las disposiciones de esta norma se conservarán en condiciones seguras las instalaciones para que no representen riesgos para los trabajadores, se realizarán verificaciones oculares para identificar y en su caso reparar los daños encontrados y tal como se ha manifestado se contarán con letrinas limpias para el uso de los trabajadores durante el proceso constructivo.

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención, protección contra incendios en los centros de trabajo.

Esta norma es aplicable al proyecto de que se trata pues establece los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, si bien un incendio puede tratarse de un caso fortuito, sobre el cual no se tiene control en tiempo y espacio, es necesario anticipar este tipo de eventualidades, por lo que se identificará un lugar seguro que se utilizará como zona de protección, se tomarán medidas preventivas para evitar que se ocasione un incendio y se contarán con equipos para que, en caso de requerirse, se utilicen para la atención de la emergencia por incendio.

NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

La NOM que nos ocupa establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección para prevenir y proteger a los trabajadores contra riesgos de trabajo, mis que se observará, requiriendo al contratista que sus trabajadores cuenten con equipos de protección y dispositivos de seguridad para evitar accidentes.

NOM-006-STPS-2023, Almacenamiento y manejo de materiales mediante el uso de maquinaria-Condiciones de seguridad en el trabajo.

Esta norma es aplicable en virtud de que establece las condiciones de seguridad y salud que se deben cumplir en los centros de trabajo para evitar los riesgo a los trabajadores que manejen materiales mediante el uso de maquinaria, toda vez, que durante el proceso constructivo se podrán utilizarán diversos equipos, se verificarán que se de mantenimiento a la maquinaria empleada para el almacenamiento y manejo de los materiales y se requerirá al prestador de servicios o contratista que se cumplan las medidas y condiciones de seguridad para los trabajadores.

NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades.

Esta norma busca establecer funciones y actividades que deberán realizarse como servicios preventivos en materias de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo, misma que resulta aplicable al proyecto en comento, por lo que se exigirá al contratista o prestador de servicios durante el proceso constructivo que se designe a un responsable de seguridad y salud en el trabajo a efecto de realizar acciones preventivas y correctivas en materias de seguridad y salud en el centro de trabajo.

## 3.5 Leyes Generales y Federales

### 3.5.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

#### 3.5.1.1 Competencia para la evaluación en materia de impacto ambiental

Para determinar la competencia para la presentación de esta manifestación de impacto ambiental es necesario realizar la vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), pues es la norma encargada de la distribución de competencias en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, entre el Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades federativas y los municipios, de conformidad con lo previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Por lo tanto, resulta imprescindible identificar, en primer término, las facultades de la Federación en materia de impacto ambiental, misma que se encuentra establecida en el artículo 5, fracción X de la ley que nos ocupa y que a la letra indica:

> *"ARTÍCULO 5o.- Son facultades de la Federación:*
>
> ...
>
> *X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;"*

Ahora bien, para poder determinar cuáles son las obras o actividades que competen evaluar en materia de impacto ambiental a la Federación, el numeral antes citado remite al artículo 28 de la LGEEPA, que a la literalidad expresa:

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

Así pues, según lo previsto en la fracción IX del numeral 28 de la LGEPPA, que resulta de exacta aplicación a la obra o actividad que pretende desarrollarse, se tiene que se trata de un desarrollo inmobiliario que podría afectar los ecosistemas costeros, por la ubicación en la que se encuentra el terreno en que se pretende realizar la obra o actividad, es un requisito *sine qua non* solicitar autorización en materia de impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (Art. 3, fracción XXXV), según lo prevé el artículo 30 de la citada ley, motivo por el cual es posible determinar que la evaluación en materia de impacto ambiental compete a la Federación a través de la SEMARNAT.

### 3.5.1.2 Flora y fauna

Ahora bien de conformidad con lo dispuesto en el artículo 79 de la LGEEPA que establece los criterios para la preservación de la flora y fauna silvestre, resulta importante tomar en consideración el previsto en la fracción III que a la letra indica: *"III. La preservación de las especies endémincas, amenazadas, en peligro de* extinción *o sujetas a protección especial"*, lo anterior se tomó en consideración en la etapa de elaboración de los estudios relacionados con impacto ambiental para identificar si en el sitio se encuentran algunas especies de importancia, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial que amerite su preservación, por lo que se realizó una prospección de flora y fauna que se encontrará descrita en el capítulo siguiente.

### 3.5.1.3 Agua y ecosistemas acuáticos

Así mismo, el artículo 84 de la LGEEPA contempla criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos, dentro de los cuales resaltan los previstos en sus fracciones II, III y IV, que resaltan la importancia del aprovechamiento de los ecosistemas acuáticos sin afectar su equilibrio ecológico; la protección de los suelos y áreas selváticas para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales; así como la preservación y aprovechamiento sustentable del agua como

una obligación tanto de quienes realicen obras o actividades como de los usuarios. Por ello, previo al inicio de obras, se instalarán letrinas portátiles para que los trabajadores pueda utilizarlas durante su jornada laboral y se garantizará su limpieza por la empresa encargada de la prestación del servicio, para preservar el suelo y no afectar los ecosistemas acuáticos; para el proyecto se considera la construcción de un sistema de tratamiento de aguas que garantice el cumplimiento tanto de lo indicado por la Ley de Aguas Nacionales, como de la NOM-001-SEMARNAT-2021, a fin de dar tratamiento a las aguas residuales que se generarán durante la etapa de operación del proyecto para garantizar que se mantendrá la integridad y equilibrio ecológico de los elementos naturales, así como del suelo y de los ecosistemas acuáticos.

Así mismo, en cumplimiento con lo dispuesto en el artículo 89, fracción II de esta ley, se trámitará la concesión y permiso de aguas nacionales de conformidad con lo mandado en la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

También de conformidad con lo dispuesto en el numeral 117 fracciones I, II y III de esta ley, que contemplan los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua aplicables a la sociedad en general, dentro de las cuales se incluyen las aguas del subsuelo y que conlleva la resposabililidad del tratamiento de las descargas de manera que se reintegre en condiciones adecuadas. Lo que se cumplirá no solo reduciendo la cantidad de agua a utilizar mediante la utilización de llaves y regaderas que minimicen el consumo de recurso hídrico, se instalará una planta de tratamiento de las aguas residuales y se reuserán las aguas para el riego de las áreas verdes.

#### 3.5.1.4 Suelo

Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los criterios previstos en el artículo 98 de la LGEEPA, particularmente los indicados en las fracciones I, III, IV, mismos que exigen que para el desarrollo de obras o actividades se respete la compatibilidad del uso del suelo con la vocación natural sin alterar el equilibrio de los ecosistemas; que los usos productivos eviten prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas; y que en las acciones de preservación y aprovechamiento del suelo se consideren medidas necesarias para prevenir su erosión y propiedades físico químicas del suelo.

Por lo anterior, tal como se ha precisado en los capítulos que anteceden, el uso de suelo pretendido es compatible con el establecido en el POETY y se estima que el proyecto a desarrollar es acorde con la vocación urbana del sitio, sin que su desarrollo altere el equilibrio de los ecosistemas pues actualmente cuanta con poca diversidad de flora y fauna y adicionalmente se propondrán medidas de mitigación para procurar su conservación.

### 3.5.2 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El Proyecto se vincula con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. En términos del artículo 5 de esta Ley, se identificarán dos tipos principales de residuos a lo largo de las etapas de construcción y operación del proyecto.

Como se ha precisado en los capítulos anteriores, durante la etapa de construcción, se generarán residuos sólidos urbanos, (RSU) provenientes principalmente de las necesidades de alimentación del personal, y Residuos de Manejo Especial, derivados directamente de la propia actividad constructiva. Posteriormente, en la etapa de operación, se generarán RSU que derivan del día a día de los residentes, sus necesidades de alimentación y demás actividades propias de la vivienda.

Para garantizar una gestión integral y apegada a la normatividad, la gestión de los residuos sólidos urbanos generados tanto en la etapa de construcción como en la de operación, se atenderá conforme a los artículos 10 y 99 de la LGPGIR, si bien la responsabilidad de estos recae en los municipios. Para ello, el promovente celebrará un contrato de Prestación de Servicios Públicos Municipales con el municipio de Sinanché, Yucatán.

En cuanto a los Residuos de Manejo Especial generados durante la construcción, se contratarán los servicios de una empresa debidamente autorizada por la autoridad competente en términos del artículo 80 de la Ley, la cual llevará a cabo la gestión integral, incluyendo la recolección, el traslado, el procesamiento y la disposición final de los mismos.

De esta manera, se asegura que todas las actividades de manejo de residuos del Proyecto se realicen en estricto apego a las disposiciones de esta Ley.

### 3.5.3 Ley General de Vida Silvestre

Esta ley es de importancia pues regula la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre que se torna esencial para la biodiversidad del país y la preservación de los servicios ecosistémicos que brinda.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 56 para la elaboración de esta manifestación de impacto ambiental se revisó la 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, así como los anexos correspondientes a las listas de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación a fin de establecer las medidas necesarias para garantizar la protección y conservación de la vida silvestre.

### 3.5.4 Ley de Aguas Nacionales

Este Proyecto ubicado en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán, guarda una relación directa con la Ley de Aguas Nacionales, toda vez que requiere el uso del recurso hídrico para sus etapas de construcción y operación, así como para la descarga de aguas residuales.

En lo que refiere al abastecimiento de agua al Proyecto, y como se ha precisado en capítulos anteriores, el Proyecto obtendrá el recurso hídrico mediante la conexión a la red de agua potable del Municipio de Progreso, Yucatán, recurso subclasificado bajo el artículo 3 de esta Ley como agua de Uso Público Urbano.

Por otro lado, si bien para el desarrollo del Proyecto no se contempla la extracción de agua directamente del subsuelo, es indispensable la descarga de las aguas residuales tratadas. Por lo tanto, y en cumplimiento de los artículos 20 y 21 de esta Ley, el suscrito solicitará oportunamente ante la Comisión Nacional del Agua un título de concesión, en aras de obtener la autorización necesaria para la construcción, instalación y puesta en operación de una planta de tratamiento de aguas residuales modelo Ecotar® de la marca Ecoazur®. Esta infraestructura se utilizará para tratar la totalidad de las aguas residuales generadas durante la etapa de Operación del Proyecto.

Asimismo, en dicha solicitud de concesión se solicitará el permiso de descarga de la totalidad de las aguas residuales tratadas, descarga que se hará mediante la modalidad de riego, la cual será de utilidad para todas las áreas verdes que se contemplan para el Proyecto, haciéndolo de esta manera aún más sustentable.

## 3.6 Reglamentos Federales

### 3.6.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (R-LGEEPA en EIA)

En lo relativo al reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, se considera aplicable el artículo 5, debido a que el Proyecto que se pretende realizar, al ser un desarrollo que afecta un ecosistema costero, como se ha mencionado anteriormente, requiere de una autorización en materia de impacto ambiental emitida por la SEMARNAT.

Específicamente le resulta aplicable el inciso "Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS" del citado artículo 5, toda vez que el Proyecto consiste en la construcción y puesta en operación de un complejo de 60 departamentos ubicados en una zona costera, específicamente en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán., motivo por el cual se determina la competencia de esta Secretaría para la autorización de este proyecto en materia de impacto ambiental

### 3.6.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera (R-LGEEPA en PCCA)

El Proyecto se vincula con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera debido a las emisiones que se generarán durante sus etapas de Construcción y Operación.

De conformidad con el Artículo 6 de este ordenamiento, el desarrollo es considerado una fuente fija de emisión, la cual en su etapa constructiva generará contaminantes provenientes de dos fuentes principales: las partículas de polvo a la atmósfera, derivadas de los movimientos de tierra y el manejo de materiales y la combustión de gasolinas y diésel emanada de la maquinaria necesaria para la edificación del Proyecto en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán.

En atención al artículo 10, se prestará la debida atención a las emisiones producidas en ambas etapas. Por lo tanto, se aplicará también el artículo 17 del Reglamento, garantizando que todo tipo de maquinaria y equipos que se empleen en la construcción y operación, reciban el correcto y necesario mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de que sus emisiones a la atmósfera se mantengan dentro de los parámetros máximos estipulados por la regulación específica aplicable.

Se hace notar que el Proyecto en cuestión no generará un impacto significativo en los criterios estipulados por el artículo 13, ya que las emisiones generadas no afectarán la calidad del aire del asentamiento urbano en el que se encuentra, pues los impactos producidos serán temporales y el sistema se recuperará naturalmente.

Adicionalmente, el Proyecto, al tratarse de un complejo habitacional, no encuadra dentro de los supuestos y subsectores industriales específicos estipulados en el artículo 17 Bis, por lo que no será requerida la tramitación de la Licencia de Funcionamiento específica, estipulada en el Artículo 19 de este Reglamento.

En suma, durante la construcción y operación del Proyecto las emisiones a la atmósfera se mantendrán en todo momento dentro de lo previsto por la normatividad específica aplicable y, por ende, en estricto cumplimiento a este Reglamento, reiterando el compromiso de dar el mantenimiento adecuado a todos los equipos y maquinaria empleados en las mencionadas etapas, verificando que no se comprometa la calidad del aire en la zona.

### 3.6.3 Reglamento para la Protección del Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido (RPACCOER)

El Proyecto se vincula con el Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido, al generar una fuerza artificial emisora de ruido en atención al artículo 5, tanto en su etapa de construcción como en la de operación.

De conformidad con el artículo 6 del citado reglamento, la actividad constructiva del proyecto en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán, es caracterizada como una fuente fija de contaminación ambiental por emisión de ruido, debido a la generación de ruidos potencialmente fuertes que emanan del trabajo general de edificación, así como de la maquinaria necesaria para la preparación del terreno y levantamiento de la infraestructura.

En estricto apego a los límites máximos permitidos establecidos en el artículo 11, se garantizará que, durante las etapas de construcción y operación, no se rebasarán los niveles máximos de ruido de 68 dB para fuentes fijas en el horario diurno establecido, es decir, de las seis a las veintidós horas.

Finalmente, y en cumplimiento del artículo 15, el diseño y la construcción del complejo habitacional considerará un aislamiento acústico suficiente para que el ruido generado en el interior de los departamentos durante la etapa de operación no exceda los límites máximos establecidos en el propio Reglamento, protegiendo así el entorno y el bienestar de los futuros habitantes y vecinos.

### 3.6.4 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN)

El Proyecto ubicado en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán, se vincula con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, toda vez que de conformidad con el artículo 2 de este Reglamento, es necesaria la autorización de la Comisión Nacional del Agua en materia de descarga de aguas residuales tratadas, se solicitará, en el momento oportuno, el título de concesión y el permiso de descarga necesarios, en los términos de los artículos 29 y 30 de este Reglamento.

Esta solicitud tendrá por objeto la autorización de la instalación y puesta en operación de la planta de tratamiento de aguas residuales modelo Ecotar® de la marca Ecoazur®, diseñada para tratar la totalidad de las aguas residuales que se generen en la etapa de Operación del Proyecto. La solicitud incluirá la tramitación y obtención del permiso de descarga de dichas aguas residuales tratadas bajo la modalidad de riego, siendo utilizado en las áreas verdes del propio desarrollo.

Así mismo, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 134 del RLAN prevé que las personas físicas y morales que usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad quedan obligadas a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y para reintegrarlas en condiciones adecuadas, por lo que tal como ha quedado precisado, se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales que removerá los contaminantes del agua para que posterior a su tratamiento sea utilizada el agua tratada para el riego de las áreas verdes.

## 3.7 Leyes Estatales

### 3.7.1 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

El Proyecto guarda una estrecha vinculación con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán, especialmente en las materias de ordenamiento territorial, evaluación de impacto ambiental y control de emisiones.

En materia de ordenamiento territorial, se establece que el desarrollo del Proyecto es compatible con la regulación vigente. De conformidad con el artículo 17 de esta Ley, los predios donde se plantea el desarrollo del Proyecto son compatibles con la Unidad de Gestión Ambiental en la que se ubica, por lo que la construcción y puesta en operación es compatible a la luz del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán. No obstante, se advierte que el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán remite al Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Sinanché, mismo que a la fecha no se ha emitido. Este análisis, se ha efectuado a profundidad en apartados supra.

Respecto a la Evaluación de Impacto Ambiental, el Proyecto no está sujeto a la autorización prevista en esta Ley. El artículo 31 establece que la autorización ambiental estatal es requerida para proyectos de competencia estatal; sin embargo, el presente proyecto tal como se ha esgrimido en apartados anteriores, por tratarse de un proyecto de competencia federal, se excluye de la competencia del estado en materia de impacto ambiental, por lo que el estudio y autorización del presente

proyecto, en esta materia, recae exclusivamente en la Federación, a través de la SEMARNAT.

Adicionalmente, se advierte que el Proyecto no se encuentra ubicado dentro de la circunscripción territorial de algún Área Natural Protegida de carácter estatal, municipal, o federal.

Finalmente, en atención a los artículos 101 y 101 Bis de esta Ley, se estima que la industria de la construcción puede ser considerado como una fuente fija de emisiones de contaminación a la atmósfera de carácter estatal; empero para determinar los subsectores de esta industria que quedan incluidas en la obligación de presentar una Licencias Ambiental Única por considerarse una fuente fija es necesario acudir al reglamento de esta Ley en el que se encontrará que el único subsector incluido es el de la fabricación de estucos y adhesivos, por lo que el proyecto no se considera una fuente contaminante de competencia estatal.

### 3.7.2 Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el estado de Yucatán

El desarrollo del Proyecto en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán, se apegará estrictamente a la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán. En atención al artículo 6 de esta Ley, se ha identificado la generación de residuos a lo largo de sus dos primeras etapas. Durante la etapa de construcción, se generarán Residuos de Manejo Especial (RME), consistentes en aquellos desechos provenientes de las actividades de edificación y mantenimiento; simultáneamente, se producirán Residuos Sólidos Urbanos (RSU), derivados de las necesidades de alimentación y personales de los trabajadores.

Durante la etapa de operación, se mantendrá la generación de residuos sólidos urbanos provenientes de las actividades domésticas, consumo de productos, envases y embalajes de los residentes. Adicionalmente, se generarán residuos de manejo especial, consistentes en los lodos de tratamiento resultantes de la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales prevista para el proyecto.

Siendo así, el promovente garantizará la gestión de todos los RSU y RME generados con estricto apego a esta Ley, lo que implica el cabal cumplimiento y atención a las obligaciones contenidas en sus artículos 26 y 27.

Para la recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos toda vez que competen estas funciones a los municipios del estado de conformidad con lo dispuesto en el artículo 115, fracción III, inciso c) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y 9, fracción V de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán y que en las etapas de construcción y operación el proyecto generará residuos sólidos urbanos, por lo que se solicitará al municipio de Sinanché, Yucatán, la prestación del servicio público para el manejo integral de aquellos.

Por último, en observancia del artículo 81 y 82 de la Ley, el manejo integral de los RME estará a cargo de una empresa debidamente autorizada por la autoridad estatal

competente, la cual se encargará también de la transportación de dichos residuos generados en ambas etapas del Proyecto.

## 3.8 Reglamentos Estatales

### 3.8.1 Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Este proyecto que se plantea en el puerto de San Crisanto, municipio de Sinanché, estado de Yucatán, tiene una íntima vinculación con el Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán.

En materia de ordenamiento ecológico, y en apego al artículo 8 del Reglamento, se ha llevado a cabo en capítulos anteriores de este documento, el estudio y la vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán. Dicho análisis ha confirmado que este resulta compatible con la Unidad de Gestión Ambiental en la que se encuentran los predios en los que se plantea el desarrollo del Proyecto, asegurando su congruencia con la política de desarrollo territorial en materia ambiental del Estado.

El artículo 135 de este reglamento en relación con el 101 Bis de su Ley, dispone que sectores y subsectores pueden ser considerados como una fuente fija de emisiones contaminantes de competencia estatal, si bien el sector de la industria de la construcción está incluido en las actividades de competencia estatal

De conformidad con lo previsto en el artículo 152 y 153 de este Reglamento y toda vez que durante la etapa de construcción del proyecto se utilizará maquinaria y vehículos para el transporte de materiales, que se consideran fuentes móviles de contaminación, se manifestará a las propietarios y conductores de los citados vehículos que tomen las medidas necesarias para asegurar que las emisiones de estos no rebasen los límites máximos permitidos y se privilegiará el uso de vehículos que cuenten con su certificado y holograma de verificación vehicular de conformidad con lo dispuesto en el artículo 166 de este reglamento.

Así, en cumplimiento a lo dispuesto en el numeral 209 del presente reglamento, al tratarse de una obra en el territorio del Estado, el proyecto contará con área verde para cumplir con la función de generar oxígeno, mantener el clima de la zona y se compense la afectación del área en que se desarrollará el proyecto. Misma que rebasa el 15% de la superficie total del predio previsto en su artículo 210.

Del mismo modo, el artículo 211 establece que para el riego de las áreas verdes se utilizará agua pluvial capturada o aguas tratadas que cumplan con la NOM-003-SEMARNAT-1997. Con el sistema de tratamiento a instalar en el proyecto se cumplirá la NOM-0001-SEMARNAT-2021 que supera los parámetros establecidos en la NOM prevista en la disposición reglamentaria, por lo que se estima no solo se dará cumplimiento a lo previsto en el artículo citado sino también a lo mandatado en el 195 que dispone que las aguas residuales domésticas deberán ser vertidas a sistemas de tratamiento de aguas residuales que garanticen la reducción de contaminantes,

con respecto a los límites máximos permisibles en las normas oficiales vigentes en la materia.

### 3.8.2 Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

En cuanto a la vinculación del Proyecto con el Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán, es de importancia señalar que, al adquirir el carácter de generadores de residuos en términos de la Ley sustantiva, resulta de observancia y aplicación lo dispuesto en el artículo 42 de este ordenamiento.

Dicho artículo establece la obligación directa de clasificar, separar y acondicionar adecuadamente tanto los Residuos de Manejo Especial como los Residuos Sólidos Urbanos que se generen con motivo de las etapas de construcción y operación del Proyecto, facilitando así su posterior aprovechamiento o gestión. Por tanto, se llevará a cabo la implementación de un sistema de clasificación y almacenamiento temporal de los residuos hasta su entrega.

De manera indirecta, en la implementación del Proyecto se velará por que los servicios contratados para el manejo de los residuos cumplan con la normativa estatal. Esto implica la observancia de que la gestión de los RME y de los RSU generados, por parte tanto del Municipio de Sinanché, Yucatán, como de la empresa debidamente autorizada para la gestión integral de Residuos de Manejo Especial.

Así mismo, de conformidad con lo establecido en el artículo 56 y 58bis de esta disposición reglamentaria se tramitará la Licencia Ambiental Única por el manejo de RME, que se mantendrá vigente durante la etapa de construcción del proyecto y en caso de ser necesario se renovará.

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

## 4.1 Delimitación del sistema ambiental

El Sistema Ambiental, se define como el espacio geográfico descrito e integrado estructural y funcionalmente, por el área del proyecto y de su influencia por fuera de su polígono.

Para la delimitación del sistema ambiental del proyecto se consideró lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY) toda vez que el programa ha realizado diversos análisis bióticos, abióticos y socioeconómicos para el establecimiento de las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) de tal modo que éstas pueden interpretarse y emplearse como un sistema ambiental, al ser áreas que comparten características comunes. De esta forma, el sistema ambiental para el proyecto consiste en la UGA SIN02-BAR_URB.




Figura 9: Delimitación del sistema ambiental del proyecto (polígono rojo).

## 4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### 4.2.1 Medio biótico

Según la carta de vegetación y Uso de Suelo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) el sistema ambiental definido como la UGA SIN02-BAR_URB presenta 2 tipos de suelo principales: Asentamientos humanos (zona urbana o desprovisto de vegetación) y Agricultura de Temporal Permanente.

.

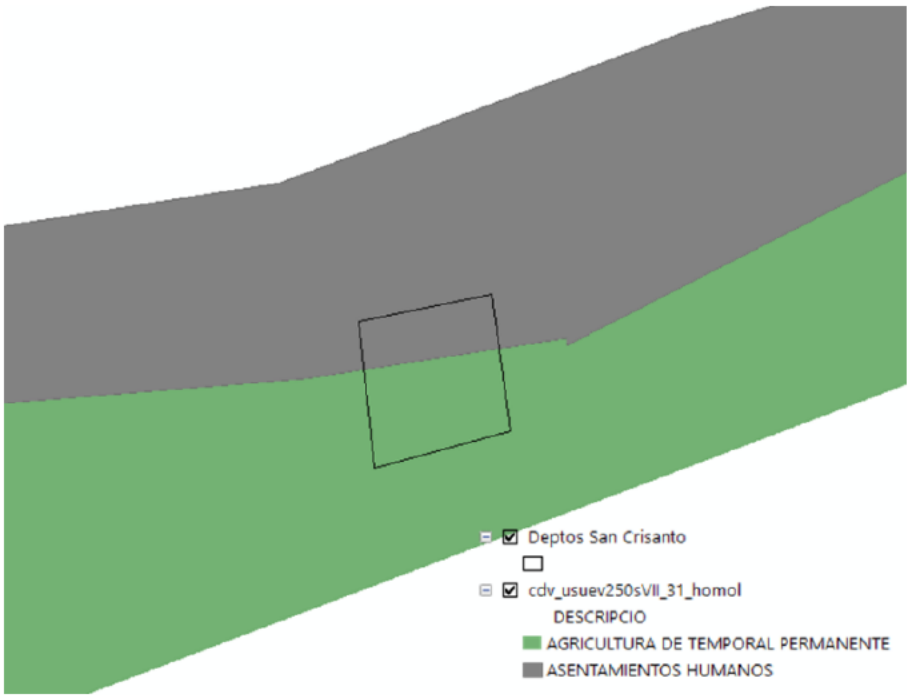



Figura 10: Tipos de uso de suelo en el sitio del proyecto (fuente: INEGI, serie VII).

Respecto a la vegetación natural, toda la costa Yucateca presenta (o debería presentar) vegetación de duna costera, sin embargo, el estado ha perdido mas de la mitad de este tipo de vegetación por diversos factores, siendo uno de los mas relevantes el crecimiento urbano de las comunidades costeras.

Esto ha provocado que en la localidad de San Crisanto la vegetación natural ha sido gradualmente sustituida por áreas urbanas o de aprovechamiento.

El sitio del proyecto colinda al sur con la carretera Telchac-Sinanché, y al sur de esta se encuentra vegetación modificada consistente en los antiguos cocales de San Crisanto.

## 4.2.2 Medio abiótico

### 4.2.2.1 Clima y fenómenos meteorológicos

En el estado de Yucatán el 85.5% de la superficie del estado presenta climas cálido subhúmedo y el restante 14.5% presenta clima seco y semiseco, que se localiza en la parte norte del estado. La temperatura media anual es de 26°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de 36°C y se presenta en el mes de mayo, la temperatura mínima promedio es de 16°C y se presenta en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 1 100 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a octubre.

El municipio de progreso tiene un tipo de clima seco muy cálido y cálido (66.64%) y Semiseco muy cálido y cálido (33.36%), con una temperatura media que oscila entre 24- 26° C y un rango de precipitación de 700 mm.

En las siguientes figuras se presentan los mapas de geología, temperaturas y precipitación del estado de Yucatán, indicando la ubicación del proyecto.

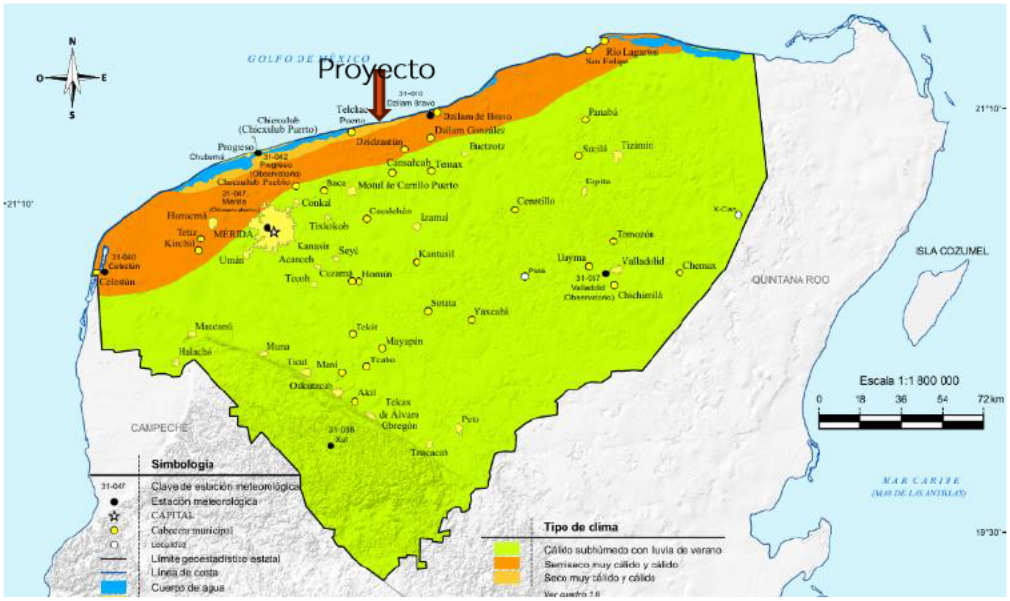



Figura 11: Tipos de climas de Yucatán.

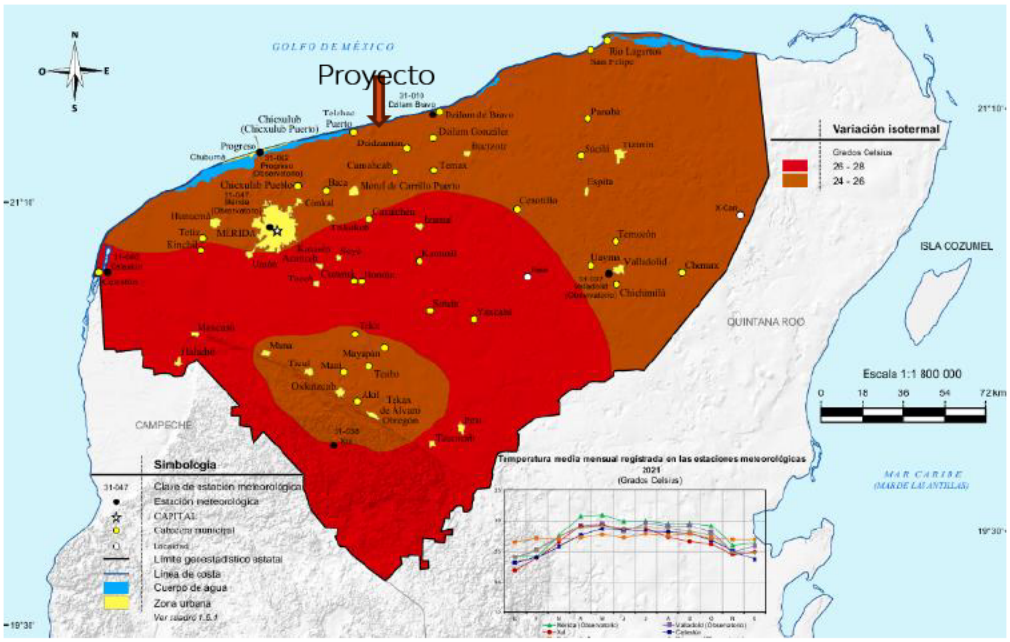



Figura 12: Variación de temperaturas en Yucatán.

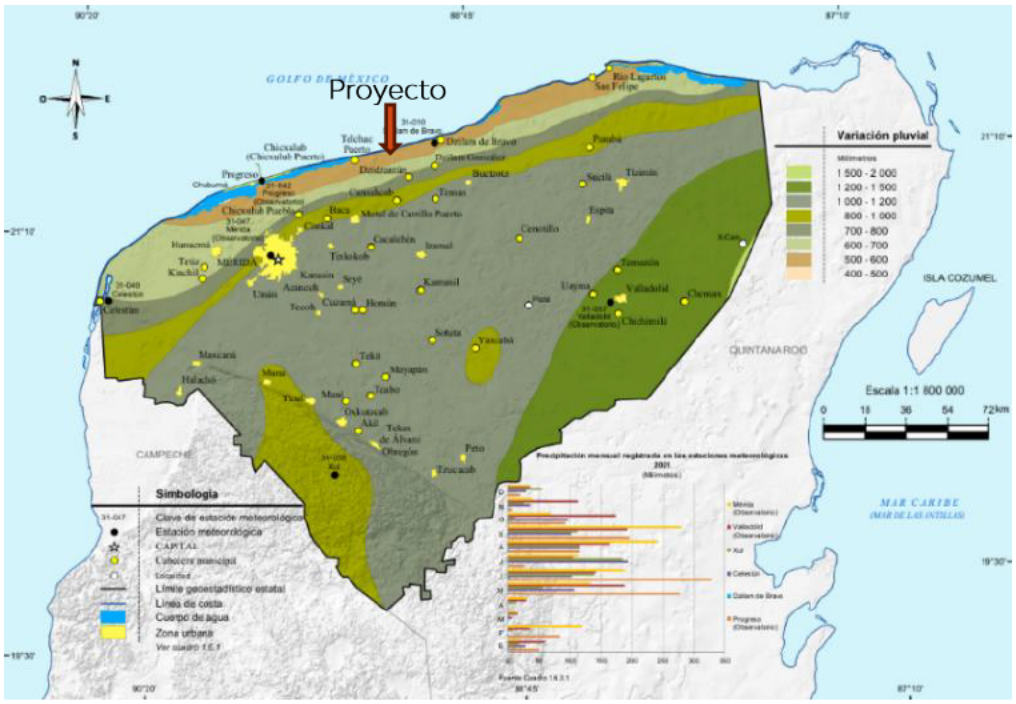



Figura 13: Distribución de precipitación en Yucatán.

Respecto a los fenómenos hidrometereológicos, los ciclones tropicales son fenómenos naturales, con vientos fuertes que rotan en sentido contrario a las manecillas del reloj y originan lluvias intensas e incremento en el oleaje. Estos sistemas de tormenta requieren de al menos calor y humedad para su formación; como consecuencia, sólo se desarrollan en los trópicos, entre las latitudes 5° y 30° norte y sur, en las regiones y temporadas en que la temperatura del mar es superior a los 26° C. (CENAPRED 2007). Cuando estos sistemas tropicales tocan tierra, especialmente a nivel continental, pueden disminuir su velocidad, generando intensas e inesperadas precipitaciones de lluvias.

Para la clasificación de fenómenos meteorológicos se emplean dos escalas, la primera es a de Beaufort que va del 0 al 12, correspondiente a calma y huracán respectivamente, pasando entre ellos las depresiones y las tormentas tropicales; mientras que para medir la intensidad de los Huracanes se emplea la escala Saffir-Simpson, la cual va del 1 al 5, según la velocidad de viento que alcancen.

El estado de Yucatán se encuentra en una zona donde está sujeta a afectaciones por fenómenos meteorológicos provenientes del Océano Atlántico, Mar Caribe y Golfo de México, siendo la "Temporada de huracanes" el periodo de tiempo de mayor probabilidad de ocurrencia y va del 1 de junio al 30de noviembre.

Del atlas de peligros por fenómenos naturales del estado de Yucatán, se extraen los siguientes mapas que proporcionan información sobre la ocurrencia (frecuencia) que han tenido estos fenómenos y el grado de vulnerabilidad de las zonas afectadas.

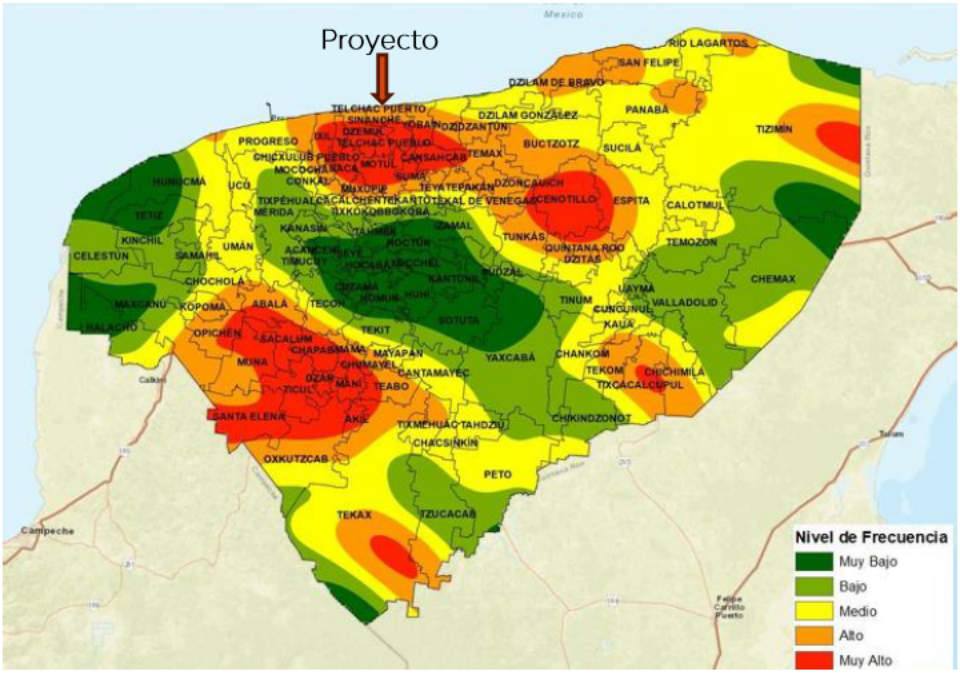



Figura 14: frecuencia relativa de ciclones tropicales.

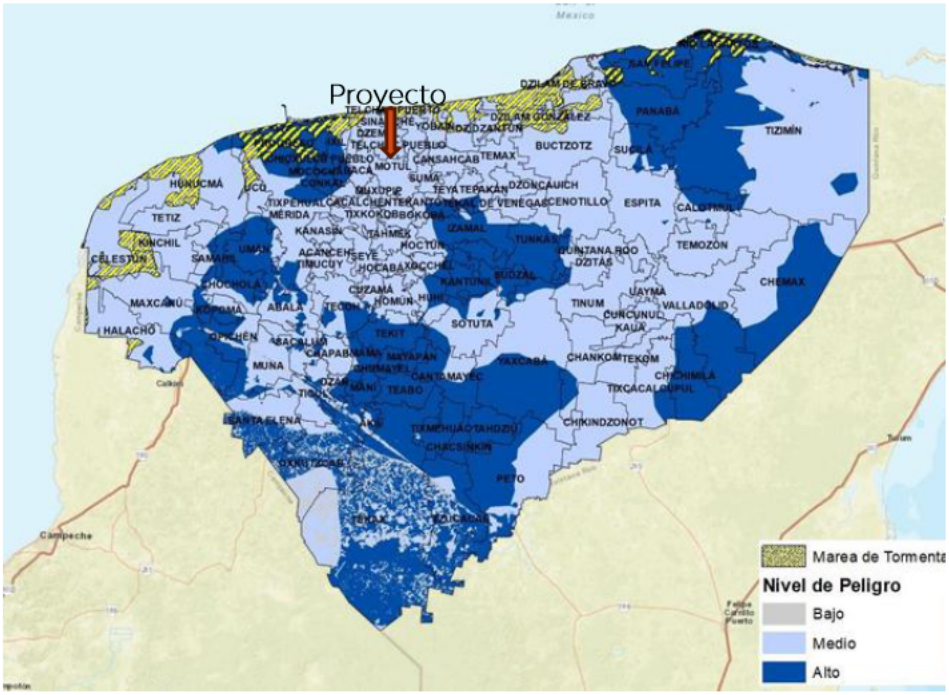



Figura 15: Nivel de peligro por inundación.

### 4.2.2.2 Geología y geomorfología

La superficie del municipio de Progreso se encuentra compuesto por una geología del periodo Neógeno (Neógeno (48.54%) y Cuaternario (33.64%), teniendo roca sedimentaria de tipo caliza en el 55.19%, suelo lacustre en el 26.33% y litoral en un 0.66%. Las zonas urbanas corresponden a un 5.66% y los cuerpos de agua lagunares al 12.16%.

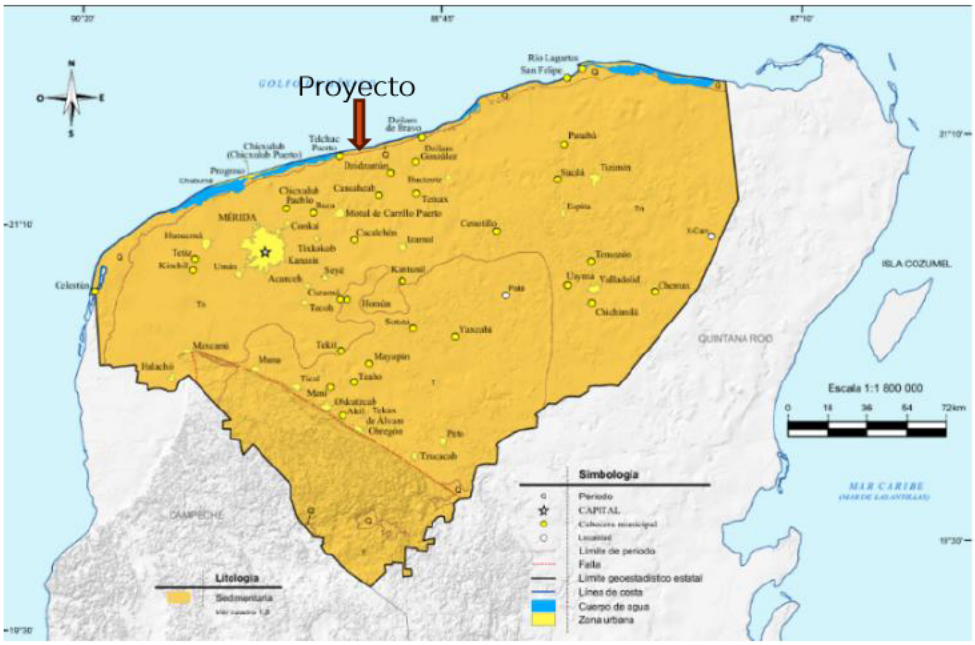



Figura 16: Mapa geológico del estado de Yucatán

### 4.2.2.3 Hidrología superficial y subterránea

El área de estudio del proyecto se encuentra en la Región Hidrológica XII denominada Península de Yucatán. Esta Región Hidrológica comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche (exceptuando el municipio de Palizada), siendo la parte correspondiente al norte de Yucatán y donde se establecerá el proyecto en la localidad de Chelem, municipio de progreso, la región hidrológica Yucatán norte (región 32).

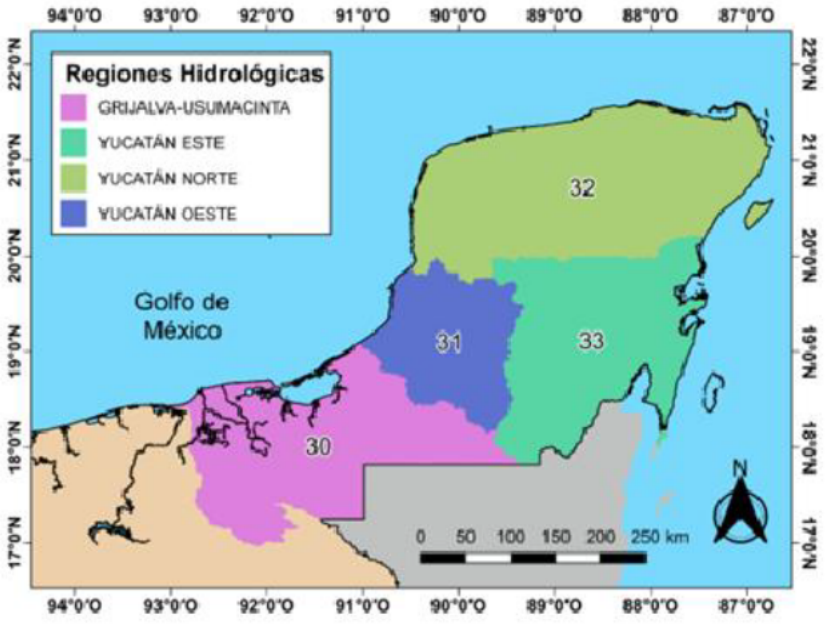



Figura 17: regiones hidrológicas de la península de Yucatán.

En el estado de Yucatán no existen corrientes superficiales como ríos o lagos, únicamente cuerpos de agua temporales debido a las características del subsuelo cárstico, por lo que la única fuente de abastecimiento es el agua subterránea.

Respecto al flujo de agua subterránea, ésta se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia las zonas de menor precipitación, lo que se traduce en un movimiento desde el sur del estado hacia la costa.

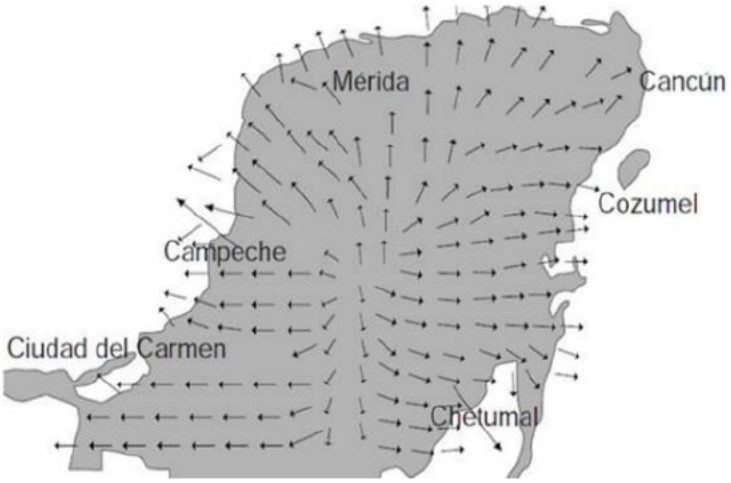



Figura 18: Flujos de agua subterránea en Yucatán.

#### 4.2.2.4 Suelos

Respecto a los tipos de suelo, el municipio de progreso presenta suelos de tipo Leptosol (56.94%), Solonchak (24.36%) y Arenosol (0.88%).

Los Leptosoles (del griego *leptos*, delgado) son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie, y son el tipo de suelo más común en México y en la península de Yucatán.

El suelo Solonchak corresponde a suelos con alto contenido de sales, y se forman en zonas áridas o semiáridas con altas condiciones de evaporación. En este tipo de suelos suele crecer vegetación herbácea y halófita.

El suelo arenosol tiene una textura gruesa y granulada (arenoso) y son propensos a la erosión, son suelos secos y porosos con un drenaje rápido por lo que presentan déficit en nutrientes y agua.

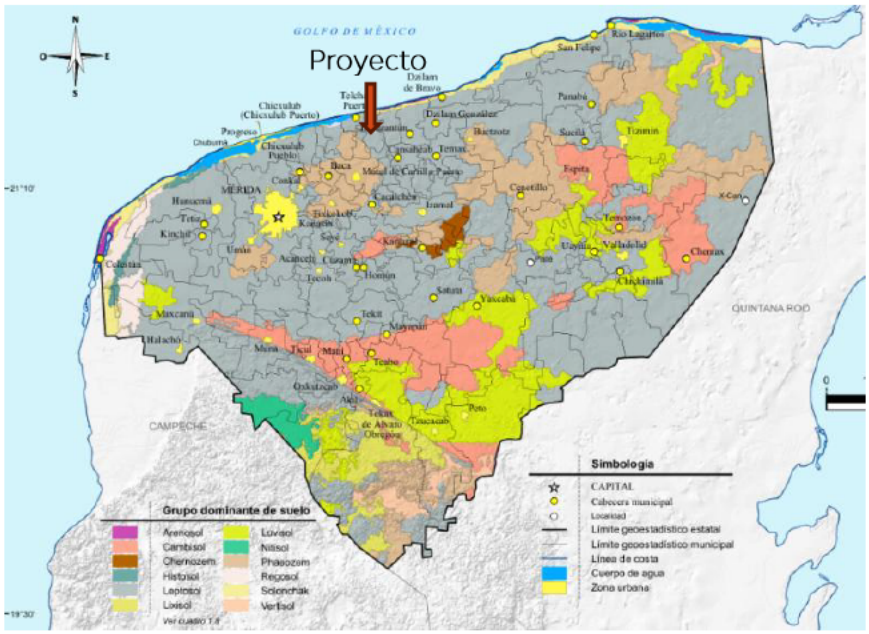



Figura 19: Mapa de distribución de suelos en el estado de Yucatán.

## 4.3 Delimitación del área de influencia

Se determina como el área de influencia directa o indirecta a los componentes físicos o ambientales (en este caso vegetación) que pueden ser alterados por actividades propias o vinculadas al proyecto.

Se usaron limites espaciales (aproximadamente 200 m hacia cada uno de los costados del predio) y límites físicos: el mar y la carretera principal (Norte y Sur). La poligonal de la Zona de influencia se muestra en la figura siguiente. Durante el recorrido de esta zona (a pie) se realizaron cuadrantes de 5x5 m en 4 predios diferentes y de fácil acceso, se tomaron registros de especie y número de individuos, registros fotográficos y auditivos para la identificación de las especies de flora y fauna.

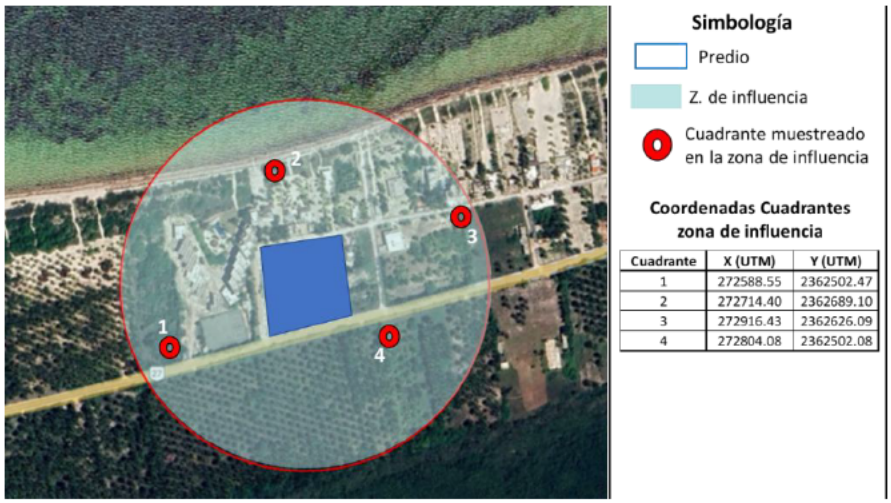



Figura 20: Cuadrantes muestreados en la Zona de influencia del proyecto.

En las siguientes figuras se presentan aspectos del muestreo en los cuadrantes de la zona de influencia y el estado general del entorno.



Figura 21: Aspectos del muestreo en cuadrante 1 de la zona de influencia del proyecto.



Figura 22: Aspectos del muestreo en cuadrante 2 de la zona de influencia del proyecto.



Figura 23: Aspectos del muestreo en cuadrante 3 de la zona de influencia del proyecto



Figura 24: Aspectos del muestreo en cuadrante 4 de la zona de influencia del proyecto.

Como puede observarse en las imágenes anteriores, debido principalmente al crecimiento y desarrollo que se presenta en la zona, en general se trata de una zona fragmentada con predios carentes de vegetación en la porción este de la zona de influencia y áreas con elementos emergentes de Matorral de Duna Costera con diferentes grados de perturbación.

### 4.3.1 Composición Florística de la Zona de Influencia

En la siguiente tabla se muestran los registros de vegetación existente en los cuadrantes muestreados, así como avistamientos en la zona de influencia, como se puede observar se pudieron identificar 42 especies distribuidas en 25 familias, siendo la Asteraceae mejor representada con 6 especies.

Tabla 12: Listado florístico de la Zona de influencia.

| No | Familia | Nombre científico | Nombre común |
|---|---|---|---|
| 1 | Amaranthaceae | *Alternanthera flavescens* | sak-mul |
| 2 | Asteraceae | *Ambrosia hispida* | margarita de mar, muuch' kook |
| 3 | Asteraceae | *Bidens pilosa var. minor* | té de milpa, k'an tumbuub |
| 4 | Acanthaceae | *Bravaisia berlandieriana* | juluub |
| 5 | Fabaceae | *Canavalia rosea* | frijolillo, haba de mar |
| 6 | Rubiaceae | *Chiococca alba* | huele de noche, k'anchak che' |
| 7 | Polygonaceae | *Coccoloba uvifera* | uva de mar |
| 8 | Arecaceae | *Cocos nucifera* | coco, cocotero |
| 9 | Commelinaceae | *Commelina erecta* | flor de la virgen |
| 10 | Boraginaceae | *Cordia sebestena* | anacahuita, siricote de playa |
| 11 | Euphorbiaceae | *Croton punctatus* | hierba de jabalí, sak chuum |
| 12 | Poaceae | *Dactyloctenium aegyptium* | chimes su'uk |
| 13 | Fabaceae | *Desmodium glabrum* | k'iin taj |
| 14 | Acanthaceae | *Dicliptera sexangularis* | k'u wech |
| 15 | Apocynaceae | *Echites umbellatus* | papa del diablo, aak'its |
| 16 | Euphorbiaceae | *Enriquebeltrania crenatifolia* | ch'iin took' |
| 17 | Asteraceae | *Flaveria linearis* | anis xiiw, k'an lool xiiw |
| 18 | Malvaceae | *Gossypium hirsutum* | algodón |
| 19 | Amaryllidaceae | *Hymenocallis littoralis* | lirio de mar |
| 20 | Menispermaceae | *Hyperbaena winzerlingii* | naranjillo, k'ooch' kitam |
| 21 | Convolvulaceae | *Ipomoea pes-caprae* | riñonina, campanilla |
| 22 | Amaranthaceae | *Iresine diffusa* | iresine |
| 23 | Fabaceae | *Leucaena leucocephala* | waaxim |
| 24 | Malvaceae | *Malvaviscus arboreus* | tulipán de monte, taman ch' iich' |
| 25 | Asteraceae | *Melanthera nivea* | sooj |
| 26 | Malvaceae | *Melochia tomentosa* | sak chi'chi'bej |
| 27 | Anacardiaceae | *Metopium brownei* | cheechem |
| 28 | Nyctaginaceae | *Okenia hypogaea* | hierba mora |
| 29 | Passifloraceae | *Passiflora foetida* | poch |
| 30 | Fabaceae | *Piscidia piscipula* | ja'abin |

| No | Familia | Nombre científico | Nombre común |
|---|---|---|---|
| 31 | Fabaceae | *Pithecellobium keyense* | ya'ax k'aax |
| 32 | Asteraceae | *Porophyllum punctatum* | hierba del piojo, uuk'xiiw |
| 33 | Capparaceae | *Quadrella incana* | bojk'anche' |
| 34 | Phytolaccaceae | *Rivina humilis* | coral, k'uxu'ub xiiw |
| 35 | Aizoaceae | *Sesuvium portulacastrum* | verdolaga de playa |
| 36 | Sapotaceae | *Sideroxylon americanum* | caimitillo, mul che' |
| 37 | Surianaceae | *Suriana maritima* | tabaquillo, pats'il |
| 38 | Fabaceae | *Tara vesicaria* | ya'ax k'iin che' |
| 39 | Boraginaceae | *Varronia globosa* | orégano silvestre, xopche' |
| 40 | Asteraceae | *Viguiera dentata* | tajonal |
| 41 | Lamiaceae | *Vitex trifolia* | lila árabe |
| 42 | Malvaceae | *Waltheria indica* | malva del monte, sak xiiw |

*Nota: ninguna de las especies se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

Los resultados de la caracterización por cada sitio en específico muestreado en la zona de influencia se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13: Especies registradas por cuadrante en la zona de influencia.

| Nombre científico | Cuadrante 1 | Cuadrante 2 | Cuadrante 3 | Cuadrante 4 |
|---|---|---|---|---|
| Alternanthera flavescens | 5 | | | 5 |
| Ambrosia hispida | 10 | | | |
| Bidens pilosa var. minor | 10 | 10 | 5 | |
| Bravaisia berlandieriana | | | | 15 |
| Canavalia rosea | 1 | | | 1 |
| Chiococca alba | | | 1 | |
| Coccoloba uvifera | 1 | | | |
| Cocos nucifera | | | 5 | |
| Commelina erecta | | 5 | 2 | |
| Cordia sebestena | | | 1 | |
| Croton punctatus | 5 | | | |
| Dactyloctenium aegyptium | | 20 | | 8 |
| Desmodium glabrum | | 5 | | |
| Dicliptera sexangularis | | | | 5 |
| Echites umbellatus | | | | 1 |
| Enriquebeltrania crenatifolia | | | 1 | |
| Flaveria linearis | | 2 | | |
| Gossypium hirsutum | | | | 6 |
| Hymenocallis littoralis | | 25 | | |
| Ipomoea pes-caprae | 2 | | | |
| Iresine diffusa | 2 | | | |
| Lantana involucrata | 2 | | | |
| Leucaena leucocephala | | | 15 | 16 |
| Malvaviscus arboreus | | | 8 | 15 |

| Nombre científico | Cuadrante 1 | Cuadrante 2 | Cuadrante 3 | Cuadrante 4 |
|---|---|---|---|---|
| Melanthera nivea | 5 | 3 | | 33 |
| Melochia tomentosa | | | | 2 |
| Metopium brownei | | | 30 | 1 |
| Okenia hypogaea | 4 | 5 | | |
| Passiflora foetida | 4 | 5 | | |
| Piscidia piscipula | | | | 1 |
| Pithecellobium keyense | | | 7 | |
| Porophyllum punctatum | 2 | 3 | 8 | 5 |
| Quadrella incana | | 5 | | |
| Rivina humilis | | | | 10 |
| Sesuvium portulacastrum | 3 | | | |
| Sideroxylon americanum | 1 | | | |
| Suriana maritima | 5 | | | |
| Tara vesicaria | | | | 10 |
| Varronia globosa | | 3 | | |
| Viguiera dentata | | | | 6 |
| Vitex trifolia | | 4 | | |
| Waltheria indica | | 25 | 2 | |

### 4.3.2 Problemática de la Zona de Influencia

La cobertura vegetal original se encuentra fragmentada e impactada por las actividades humanas. Los predios contiguos, en particular al norte y este del sitio del proyecto tienen parches de vegetación secundaria derivada de matorral de duna costera en estado de sucesión, generados principalmente por la construcción de viviendas unifamiliares o multifamiliares, actividades de deshierbe y limpieza de predios. También se observan terrenos libres de construcciones, pero con evidente presencia de afectación por su utilización como tiraderos a cielo abierto y/o por aperturas de brechas usadas para la medición y lotificación de predios.

Aunado a la pérdida de su función como comunidad vegetal debido a la alta fragmentación, se observan especies consideradas exóticas o invasoras que no corresponden al matorral de duna costera se encuentran la palma coco (*Cocos nucífera*).

## 4.4 Caracterización y análisis del sitio de proyecto

### 4.4.1 Medio biótico del sitio (Flora)

Para conocer el estado actual de la vegetación en el terreno del proyecto la información se procesó en dos fases: toma de datos en campo y análisis de gabinete. A continuación, se describe la metodología de muestreo.

Para el análisis florístico del sitio del proyecto, con ayuda de la imagen fotogramétrica realizada como parte del presente estudio se planificaron 6 transectos con una

longitud promedio de 46.22 m según el estrato a muestrear la metodología de muestreo fue:

Individuos arbóreos. A lo largo de todo el transecto en una franja de 4 metros de ancho (6 x 46.22 = 277.32 $m^2$). En cada cuadrante se tomaron los datos de especie o nombre común de los individuos con DAP igual o mayor a 6 cm y su altura total. Los individuos que no se pudieron identificar se recolectaron para su posterior identificación.

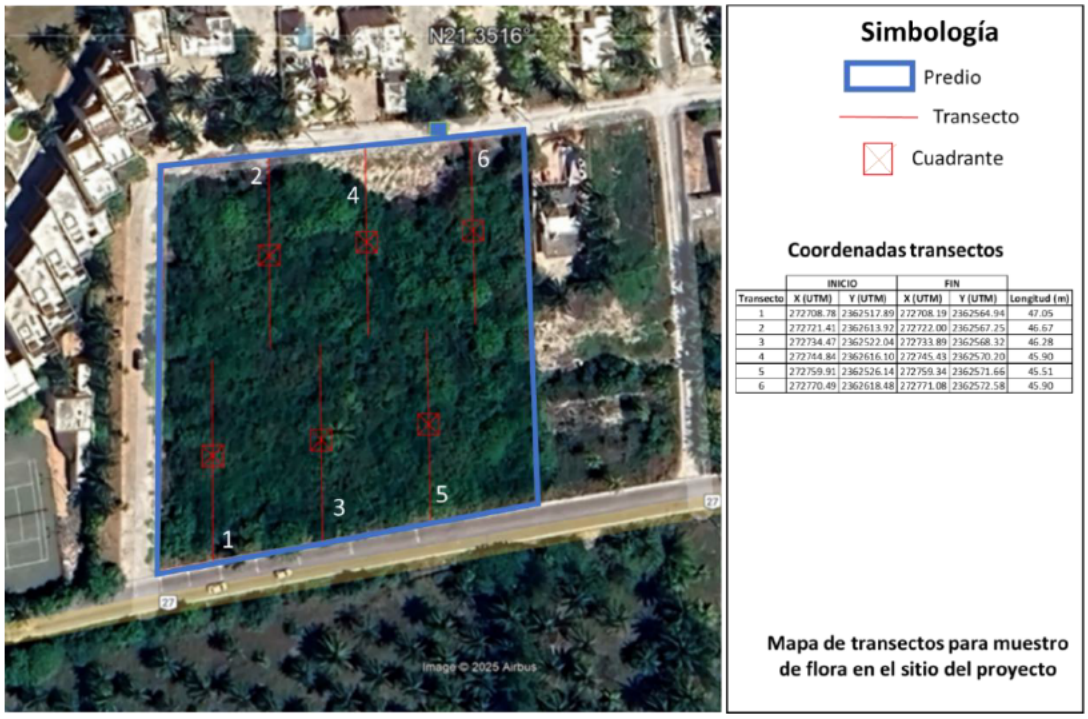
Individuos arbustivos. Se capturó especie y número de ejemplares de todos los individuos con DAP menor a 6 cm dentro de un subcuadrante de 5m x 5m (6 subcuadrantes).

Individuos herbáceos. Se cuantifico número de ejemplares por especie dentro de subcuadrantes de 1m x 1m (6 subcuadrantes).

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas XY (WGS84, zona 16N) de los puntos de inicio y fin de los transectos realizados al interior del predio del proyecto, y en la figura siguiente se presenta su ubicación sobre imagen satelital.

Tabla 14: Coordenadas XY de los transectos para la caracterización de flora.

| | INICIO | | FIN | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Transecto | X (UTM) | Y (UTM) | X (UTM) | Y (UTM) | Longitud (m) |
| 1 | 272708.78 | 2362517.89 | 272708.19 | 2362564.94 | 47.05 |
| 2 | 272721.41 | 2362613.92 | 272722.00 | 2362567.25 | 46.67 |
| 3 | 272734.47 | 2362522.04 | 272733.89 | 2362568.32 | 46.28 |
| 4 | 272744.84 | 2362616.10 | 272745.43 | 2362570.20 | 45.90 |
| 5 | 272759.91 | 2362526.14 | 272759.34 | 2362571.66 | 45.51 |
| 6 | 272770.49 | 2362618.48 | 272771.08 | 2362572.58 | 45.90 |




| Transecto | INICIO X (UTM) | INICIO Y (UTM) | FIN X (UTM) | FIN Y (UTM) | Longitud (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 272708.78 | 2362517.89 | 272708.19 | 2362564.94 | 47.05 |
| 2 | 272721.41 | 2362613.92 | 272722.00 | 2362567.25 | 46.67 |
| 3 | 272734.47 | 2362522.04 | 272733.89 | 2362568.32 | 46.28 |
| 4 | 272744.84 | 2362616.10 | 272745.43 | 2362570.20 | 45.90 |
| 5 | 272759.91 | 2362526.14 | 272759.34 | 2362571.66 | 45.51 |
| 6 | 272770.49 | 2362618.48 | 272771.08 | 2362572.58 | 45.90 |

Figura 25 Cuadrantes para muestreo florístico.

Para el análisis de datos se consideraron las siguientes características de la vegetación en la descripción de los resultados:

- Abundancia relativa.
- Frecuencia relativa
- Dominancia relativa
- Índice de Valor de importancia ecológica.

Los valores de las características evaluadas se obtienen con las siguientes ecuaciones:

Tabla 15: Variables consideradas para el análisis de caracterización de flora.

| Valor | Ecuación | Descripción |
|---|---|---|
| Abundancia relativa | $A_R$=ni/N (100) | $A_R$ = $A_A$ (Número de individuos de la especie i)/ número total de individuos (100) |
| Frecuencia de la especie | $F_A$= Ni/ Nt x 100 | $F_A$: Ni (Número de cuadrantes en el que aparece la especie *i*) / Nt (número total de cuadrantes) (100) |
| Frecuencia relativa | $F_R$=$F_A$/Fn (100) | $F_R$= $F_A$ (Frecuencia de la especie i) / Fn (suma de las frecuencias de todas las especies) (100) |
| Dominancia relativa | $D_R$=$D_A$/$D_T$ (100) | $D_R$= $D_A$ (Área basal de la especie i) / $D_T$)área basal de todas las especies) (100) |
| Índice de Valor de Importancia | IVI=$A_R$+$F_R$+$D_R$ | IVI = Abundancia Relativa ($A_R$) + Frecuencia Relativa ($F_R$) + Dominancia Relativa ($D_R$) |

Todos los individuos fueron identificados a nivel de especie, clasificados por familias, y se indicó su forma de vida correspondiente, así como su registro en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (en caso de estar sujeto a una alguna categoría especial). Algunos aspectos del muestreo de flora en el predio se presentan en la Figura 26.


Registro de especies


Registro de especies


Registro de DAP estrato arbóreo


Registro de DAP estrato arbóreo


Cuadrante para muestreo de herbáceas


Cuadrante para muestreo de herbáceas

Figura 26: Aspectos del muestreo en el predio

#### 4.4.1.1 RESULTADOS

Listado florístico.

En el predio objeto del proyecto, sitios muestreados en la zona de influencia de este (incluidos avistamientos fuera de los transectos de muestreo) se identificaron un total de 50 especies, pertenecientes a repartidas en 29 familias siendo las mejor representada la Fabaceae.

Tabla 16: Listado de especies en el predio. (Especies endémicas resaltadas en gris). (NOM 059 SEMARNAT 2010 -P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada).

| No | Familia | Nombre científico | Nombre común | Forma de vida | | | | | | | | | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Cactaceae | *Acanthocereus tetragonus* | tsakam | | | | | | | * | | | |
| 2 | Amaranthaceae | *Alternanthera flavescens* | sak-mul | | | | * | | | | | | |
| 3 | Asteraceae | *Ambrosia hispida* | margarita de mar, muuch' kook | | | | | | * | | | | |
| 4 | Asteraceae | *Bidens pilosa* var. *minor* | té de milpa, k'an tumbuub | | | | * | | | | | | |
| 5 | Primulaceae | *Bonellia macrocarpa* | lengua de gallo, chak sik'iix le' | | | * | | | | | | | |
| 6 | Acanthaceae | *Bravaisia berlandieriana* | juluub | | | * | | | | | | | |
| 7 | Fabaceae | *Canavalia rosea* | frijolillo, haba de mar | | | | | * | | | | | |
| 8 | Rubiaceae | *Chiococca alba* | huele de noche, k'anchak che' | | | * | | | | | | | |
| 9 | Polygonaceae | *Coccoloba uvifera* | uva de mar | | * | | | | | | | | |
| 10 | Arecaceae | *Cocos nucifera* | coco, cocotero | | | | | | | | * | | |
| 11 | Commelinaceae | *Commelina erecta* | flor de la virgen | | | | * | | | | | | |
| 12 | Boraginaceae | *Cordia sebestena* | anacahuita, siricote de playa | | * | | | | | | | | |
| 13 | Euphorbiaceae | *Croton punctatus* | hierba de jabalí, sak chuum | | | * | | | | | | | |
| 14 | Poaceae | *Dactyloctenium aegyptium* | chimes su'uk | | | | * | | | | | | |
| 15 | Fabaceae | *Desmodium glabrum* | k'iin taj | | | | * | | | | | | |
| 16 | Acanthaceae | *Dicliptera sexangularis* | k'u wech | | | | * | | | | | | |
| 17 | Apocynaceae | *Echites umbellatus* | papa del diablo, aak'its | | | | | | | | | * | |
| 18 | Euphorbiaceae | *Enriquebeltrania crenatifolia* | ch'iin took' | | * | | | | | | | | |
| 19 | Asteraceae | *Flaveria linearis* | anis xiiw, k'an lool xiiw | | | | * | | | | | | |
| 20 | Malvaceae | *Gossypium hirsutum* | algodón | | | * | | | | | | | |
| 21 | Euphorbiaceae | *Gymnanthes lucida* | ya'ay tiik | * | | | | | | | | | |
| 22 | Amaryllidaceae | *Hymenocallis littoralis* | lirio de mar | | | | * | | | | | | |
| 23 | Menispermaceae | *Hyperbaena winzerlingii* | naranjillo, k'ooch' kitam | * | | | | | | | | | |
| 24 | Convolvulaceae | *Ipomoea pes-caprae* | riñonina, campanilla | | | | | * | | | | | |
| 25 | Amaranthaceae | *Iresine diffusa* | iresine | | | | * | | | | | | |
| 26 | Rhamnaceae | *Krugiodendron ferreum* | quiebra hacha | | * | | | | | | | | |
| 27 | Verbenaceae | *Lantana involucrata* | orégano xiiw, sikil ja' xiiw | | | * | | | | | | | |
| 28 | Poaceae | *Lasiacis divaricata* | carricillo, siit | | | | * | | | | | | |

| No | Familia | Nombre científico | Nombre común | Forma de vida | | | | | | | | | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | Fabaceae | *Leucaena leucocephala* | waaxim | * | | | | | | | | | |
| 30 | Malvaceae | *Malvaviscus arboreus* | tulipán de monte, taman ch' iich' | | | * | | | | | | | |
| 31 | Asteraceae | *Melanthera nivea* | sooj | | | | * | | | | | | |
| 32 | Malvaceae | *Melochia tomentosa* | sak chi'chi'bej | | | * | | | | | | | |
| 33 | Anacardiaceae | *Metopium brownei* | cheechem | * | | | | | | | | | |
| 34 | Nyctaginaceae | *Neea psychotrioides* | ta'tsi' | | * | | | | | | | | |
| 35 | Nyctaginaceae | *Okenia hypogaea* | hierba mora | | | | * | | | | | | |
| 36 | Passifloraceae | *Passiflora foetida* | poch | | | | | | | | | * | |
| 37 | Fabaceae | *Piscidia piscipula* | ja'abin | * | | | | | | | | | |
| 38 | Fabaceae | *Pithecellobium keyense* | ya'ax k'aax | | * | | | | | | | | |
| 39 | Asteraceae | *Porophyllum punctatum* | hierba del piojo, uuk'xiiw | | | * | | | | | | | |
| 40 | Capparaceae | *Quadrella incana* | bojk'anche' | | * | | | | | | | | |
| 41 | Phytolaccaceae | *Rivina humilis* | coral, k'uxu'ub xiiw | | | | * | | | | | | |
| 42 | Aizoaceae | *Sesuvium portulacastrum* | verdolaga de playa | | | | * | | | | | | |
| 43 | Sapotaceae | *Sideroxylon americanum* | caimitillo, mul che' | | * | | | | | | | | |
| 44 | Surianaceae | *Suriana maritima* | tabaquillo, pats'il | | | * | | | | | | | |
| 45 | Fabaceae | *Tara vesicaria* | ya'ax k'iin che' | | * | | | | | | | | |
| 46 | Arecaceae | *Thrinax radiata* | ch'it, huano de costa | | | | | | | | * | | A |
| 47 | Boraginaceae | *Varronia globosa* | orégano silvestre, xopche' | | | * | | | | | | | |
| 48 | Asteraceae | *Viguiera dentata* | tajonal | | | | * | | | | | | |
| 49 | Lamiaceae | *Vitex trifolia* | lila árabe | | | * | | | | | | | |
| 50 | Malvaceae | *Waltheria indica* | malva del monte, sak xiiw | | | | * | | | | | | |

En el listado florístico se identificó una especie con categoría de Amenzada: *Thrinax radiata* (Ch'iit), bajo la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

Composición específica del predio

Específicamente en el predio se identificaron un total de 50 especies entre las arbóreas, arbustivas y las herbáceas y algunas especies que se identificaron en más de un estrato. A continuación, se presenta la gráfica de distribución general de las especies según su forma de vida.

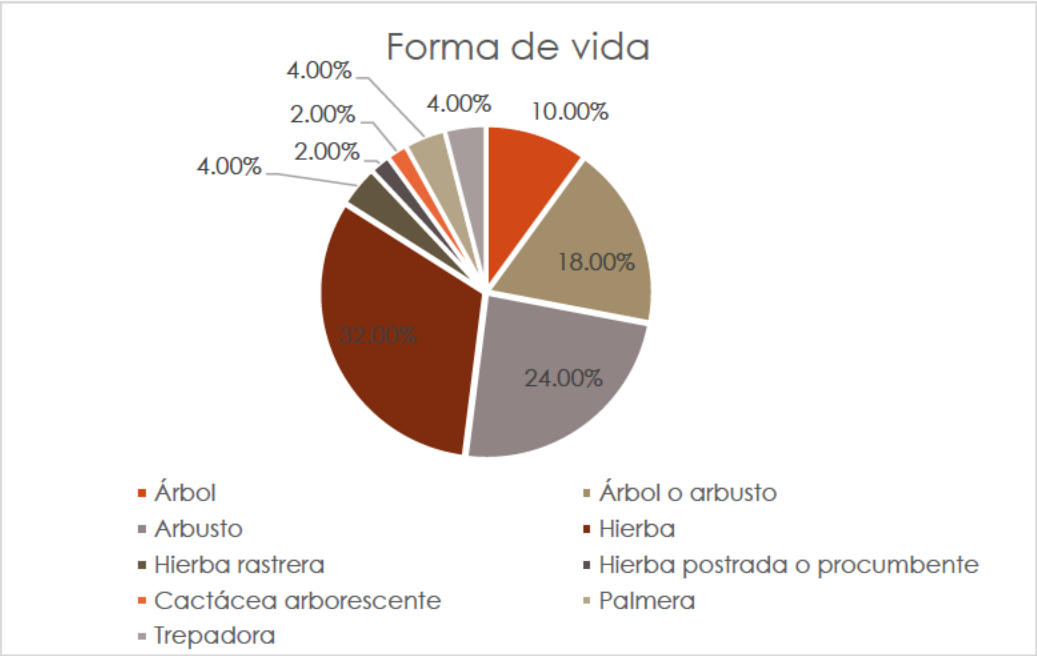



Figura 27. Distribución de la vegetación en el predio según forma de vida

De acuerdo con los resultados del levantamiento florístico se realizó, para cada estrato, la valoración por especie mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual identifica las especies de mayor relevancia considerando la abundancia, frecuencia y dominancia, los resultados se presentan a continuación.

## Estructura de la vegetación del estrato arbóreo

En las tablas siguientes se enlista el detalle de los individuos del estrato arbóreo registrados en cada transecto, de estos datos se obtiene que el DAP promedio es de 10.70 cm y la altura promedio es de 4.5 m.

Tabla 17: Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el transecto 1 (DAP en cm, Altura en m).

| Transecto 1 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 18.5 | 7 |
| *Coccoloba uvifera* | 9.9 | 6.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 23.9 | 7 |
| *Sideroxylon americanum* | 17.2 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 15.6 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.3 | 5 |
| *Pithecellobium keyense* | 7.6 | 4.5 |
| *Pithecellobium keyense* | 7.6 | 4.5 |
| *Pithecellobium keyense* | 8.0 | 4.5 |
| *Pithecellobium keyense* | 7.6 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 10.2 | 6 |

| Transecto 1 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 10.2 | 6 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 12.1 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 18.8 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 15.0 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 10.8 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.6 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 10.5 | 5 |
| *Coccoloba uvifera* | 15.6 | 6.5 |

Tabla 18: Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el transecto 2 (DAP en cm, Altura en m).

| Transecto 2 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 16.2 | 6.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 5 |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | 7.6 | 4.5 |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | 7.6 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.3 | 5 |
| *Quadrella incana* | 11.5 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.9 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.9 | 4 |
| *Metopium brownei* | 7.6 | 3.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 10.8 | 4 |
| *Metopium brownei* | 9.9 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 8.3 | 4.5 |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | 9.2 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 8.9 | 4.5 |
| *Quadrella incana* | 7.6 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 12.4 | 5 |
| *Metopium brownei* | 14.6 | 5 |
| *Metopium brownei* | 11.5 | 5 |
| *Metopium brownei* | 11.5 | 5 |
| *Metopium brownei* | 11.1 | 6 |
| *Metopium brownei* | 12.1 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4 |

| Transecto 2 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 12.1 | 4.5 |
| *Cordia sebestena* | 10.2 | 4 |

Tabla 19: Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el transecto 3 (DAP en cm, Altura en m).

| Transecto 3 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 25.5 | 5 |
| *Krugiodendron ferreum* | 8.6 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 14.0 | 6 |
| *Coccoloba uvifera* | 10.8 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.6 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 13.4 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 14.0 | 5 |
| *Metopium brownei* | 9.5 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 11.1 | 4.5 |
| *Gymnanthes lucida* | 8.3 | 4 |
| *Krugiodendron ferreum* | 9.2 | 3.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 4 |
| *Tara vesicaria* | 10.2 | 4 |
| *Gymnanthes lucida* | 7.6 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 10.2 | 5 |
| *Metopium brownei* | 9.5 | 5 |
| *Metopium brownei* | 12.4 | 5 |
| *Metopium brownei* | 11.8 | 5.5 |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | 8.6 | 5.5 |

Tabla 20: Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el transecto 4 (DAP en cm, Altura en m).

| Transecto 4 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Metopium brownei* | 11.1 | 5 |
| *Metopium brownei* | 12.1 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 10.5 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 8.9 | 4.5 |
| *Quadrella incana* | 84.7 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 7.6 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 7.6 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 7.6 | 4.5 |

| Transecto 4 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 11.5 | 5 |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | 8.3 | 4 |
| *Coccoloba uvifera* | 11.1 | 5 |
| *Metopium brownei* | 15.0 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 11.1 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 4.5 |
| *Gymnanthes lucida* | 8.0 | 4.5 |
| *Krugiodendron ferreum* | 10.8 | 4.5 |
| *Gymnanthes lucida* | 8.3 | 5 |
| *Gymnanthes lucida* | 10.2 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4.5 |
| *Krugiodendron ferreum* | 7.6 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 7.6 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 13.4 | 5.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 15.0 | 5.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 10.2 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.6 | 4 |
| *Gymnanthes lucida* | 8.0 | 4 |
| *Gymnanthes lucida* | 10.5 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.0 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.2 | 4 |
| *Krugiodendron ferreum* | 10.2 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 12.7 | 4.5 |

Tabla 21: Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el transecto 5 (DAP en cm, Altura en m).

| Transecto 5 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Quadrella incana* | 12.7 | 4.5 |
| *Quadrella incana* | 7.6 | 4 |
| *Metopium brownei* | 9.5 | 4 |
| *Metopium brownei* | 8.3 | 4 |
| *Metopium brownei* | 8.6 | 4 |
| *Krugiodendron ferreum* | 7.6 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 11.1 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 10.2 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 13.4 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 13.7 | 4.3 |
| *Quadrella incana* | 9.9 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 11.5 | 4.5 |

| Transecto 5 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Sideroxylon americanum* | 10.2 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 11.8 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 12.4 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.9 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 15.9 | 5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 10.2 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 8.3 | 4 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4 |
| *Cordia sebestena* | 10.2 | 4 |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | 7.6 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 10.2 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 7.6 | 3 |
| *Coccoloba uvifera* | 11.1 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 12.7 | 5 |
| *Coccoloba uvifera* | 13.4 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 8.6 | 4 |
| *Coccoloba uvifera* | 8.0 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 7.6 | 3 |
| *Metopium brownei* | 8.6 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 9.2 | 4.5 |

Tabla 22: Registro estrato arbóreo de especies encontradas en el transecto 6 (DAP en cm, Altura en m).

| Transecto 6 | | |
|---|---|---|
| Nombre científico | DAP | Altura |
| *Coccoloba uvifera* | 8.3 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 12.1 | 4.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 10.8 | 4.5 |
| *Hyperbaena winzerlingii* | 7.6 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 17.8 | 5 |
| *Metopium brownei* | 10.8 | 4.5 |
| *Gymnanthes lucida* | 7.6 | 3.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 6.4 | 3.5 |
| *Sideroxylon americanum* | 9.5 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 15.3 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 9.9 | 4.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 7.6 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 10.5 | 4.5 |
| *Metopium brownei* | 9.5 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 10.8 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 9.9 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 8.9 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 7.6 | 3.5 |
| *Coccoloba uvifera* | 7.6 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 8.6 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 8.3 | 3.5 |
| *Gymnanthes lucida* | 7.6 | 3.5 |
| *Metopium brownei* | 8.0 | 3.5 |

| | | |
|---|---|---|
| *Coccoloba uvifera* | 9.2 | 4 |

En la Figura 28 se presenta la gráfica de distribución de individuos arbóreos, puede observarse que la especie con mayor presencia *es en el predio es la Sideroxylon americanum*.

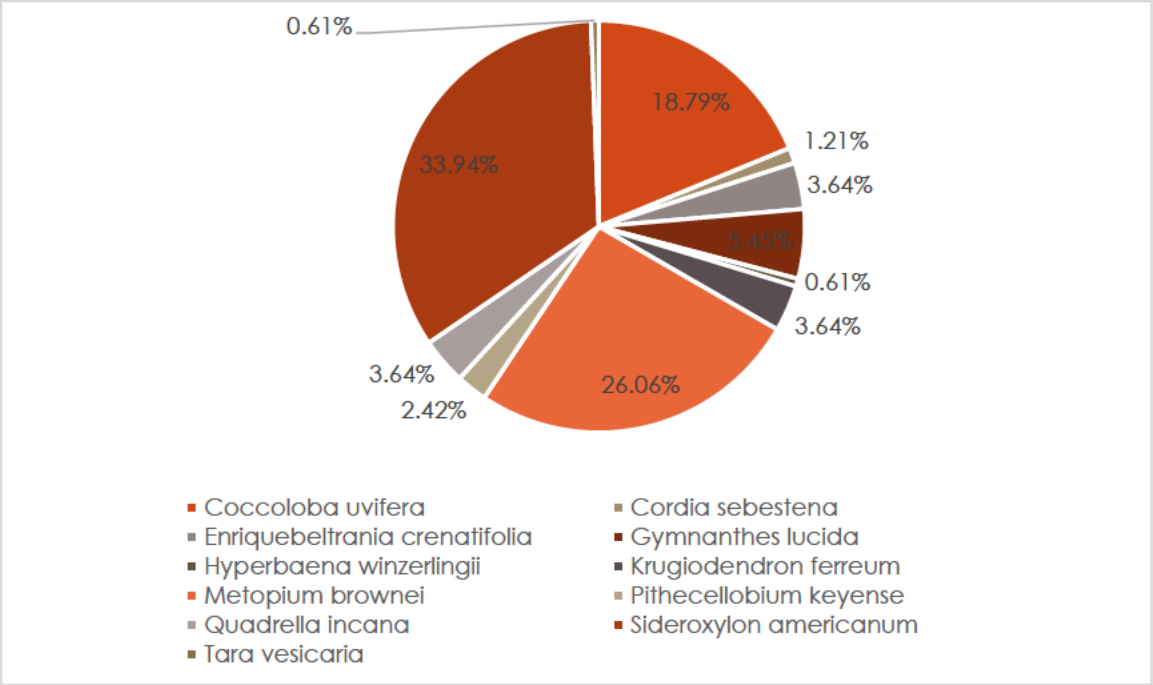



Figura 28. Distribución de individuos arbóreos

En la Tabla 23 se calcula el (IVI) de las especies del estrato arbóreo registradas, en la Figura 12 se muestra la gráfica correspondiente.

Tabla 23: Cálculo del Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

| Especie | AA | AR | FA | FR | Ai | DR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coccoloba uvifera | 31 | 18.79% | 100.00 | 17.14% | 0.3989 | 19.62% | 55.55% |
| Cordia sebestena | 2 | 1.21% | 33.33 | 5.71% | 0.0163 | 0.80% | 7.73% |
| Enriquebeltrania crenatifolia | 6 | 3.64% | 66.67 | 11.43% | 0.0316 | 1.55% | 16.62% |
| Gymnanthes lucida | 9 | 5.45% | 50.00 | 8.57% | 0.0513 | 2.52% | 16.55% |
| Hyperbaena winzerlingii | 1 | 0.61% | 16.67 | 2.86% | 0.0046 | 0.23% | 3.69% |
| Krugiodendron ferreum | 6 | 3.64% | 50.00 | 8.57% | 0.0390 | 1.92% | 14.13% |
| Metopium brownei | 43 | 26.06% | 83.33 | 14.29% | 0.3912 | 19.24% | 59.58% |
| Pithecellobium keyense | 4 | 2.42% | 16.67 | 2.86% | 0.0187 | 0.92% | 6.20% |
| Quadrella incana | 6 | 3.64% | 50.00 | 8.57% | 0.6029 | 29.64% | 41.85% |
| Sideroxylon americanum | 56 | 33.94% | 100.00 | 17.14% | 0.4711 | 23.16% | 74.24% |
| Tara vesicaria | 1 | 0.61% | 16.67 | 2.86% | 0.0081 | 0.40% | 3.86% |
| TOTALES | 165 | 100% | 583.33 | 100% | 2.0338 | 100% | 300% |

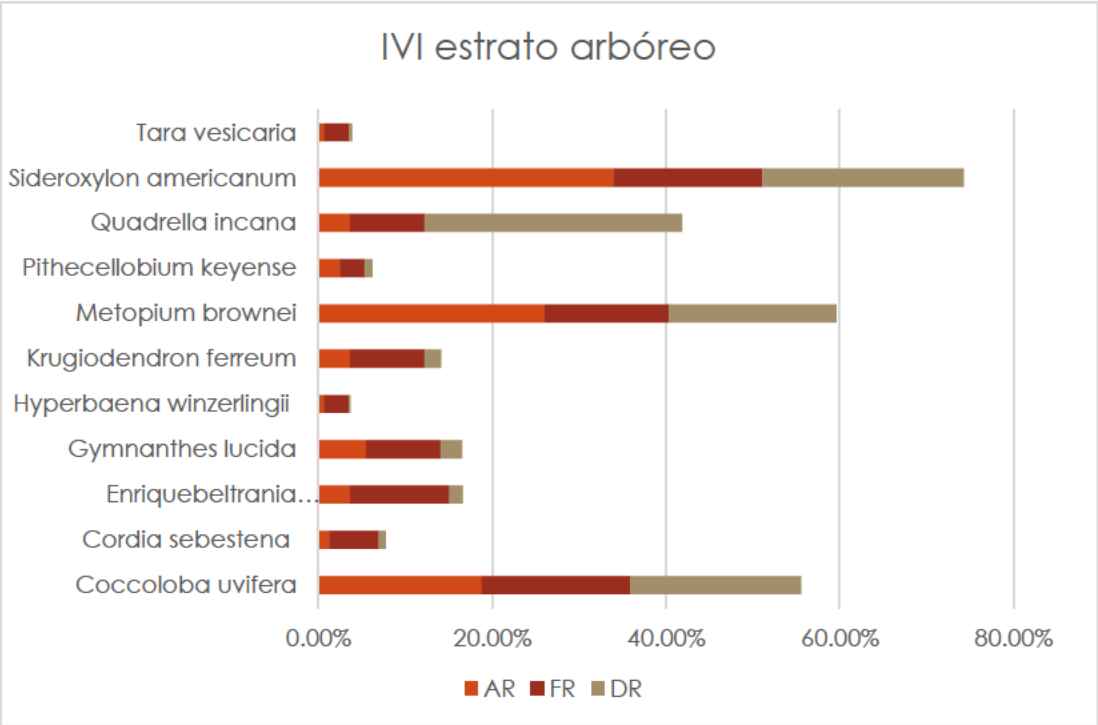



Figura 29. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

## Estructura de la vegetación del estrato arbustivo

Como se indicó anteriormente, para el estrato arbustivo se registraron el total de individuos existentes en los 6 cuadrantes definidos en los transectos (individuos con DAP menor a 7.5 cm) registrando su altura. La información se presenta en la Tabla 24, se registraron un total de 155 individuos, resultando que la altura promedio de este estrato es de 1.73 m.

Tabla 24: Registro estrato arbustivo de especies encontradas por cuadrante (Altura en m)

| Nombre científico | Cuadrante 1 | | Cuadrante 2 | | Cuadrante 3 | | Cuadrante 4 | | Cuadrante 5 | | Cuadrante 6 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura |
| *Acanthocereus tetragonus* | 1 | 1.2 | | | | | | | | | | |
| *Bonellia macrocarpa* | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| *Bonellia macrocarpa* | | | 2 | 1.5 | | | | | | | | |
| *Bonellia macrocarpa* | | | | | 2 | 1.5 | | | | | | |
| *Bonellia macrocarpa* | | | | | | | 1 | 2.5 | | | | |
| *Bonellia macrocarpa* | | | | | | | | | | | 1 | 2 |
| *Bravaisia berlandieriana* | 13 | 1 | | | | | | | | | | |
| *Bravaisia berlandieriana* | | | 5 | 1 | | | | | | | | |
| *Bravaisia berlandieriana* | | | | | 5 | 1 | | | | | | |
| *Bravaisia berlandieriana* | | | | | | | 5 | 1 | | | | |
| *Bravaisia berlandieriana* | | | | | | | | | 5 | 1 | | |
| *Bravaisia berlandieriana* | | | | | | | | | 2 | 1.5 | | |
| *Bravaisia berlandieriana* | | | | | | | | | | | 5 | 1 |

| Nombre científico | Cuadrante 1 | | Cuadrante 2 | | Cuadrante 3 | | Cuadrante 4 | | Cuadrante 5 | | Cuadrante 6 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura |
| *Echites umbellatus* | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | 3 | 1.5 | | | | | | | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | | | 2 | 1 | | | | | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | | | | | 1 | 2 | | | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | | | | | 1 | 2 | | | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | | | | | 5 | 1.5 | | | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | | | | | | | 4 | 1.5 | | |
| *Enriquebeltrania crenatifolia* | | | | | | | | | | | 3 | 1.5 |
| *Gymnanthes lucida* | | | 11 | 2.5 | | | | | | | | |
| *Gymnanthes lucida* | | | | | | | 2 | 1 | | | | |
| *Gymnanthes lucida* | | | | | | | 3 | 1.5 | | | | |
| *Gymnanthes lucida* | | | | | | | | | 1 | 1 | | |
| *Gymnanthes lucida* | | | | | | | | | | | 8 | 1.5 |
| *Gymnanthes lucida* | | | | | | | | | | | 2 | 2 |
| *Krugiodendron ferreum* | 2 | 1 | | | | | | | | | | |
| *Krugiodendron ferreum* | | | 5 | 1.5 | | | | | | | | |
| *Krugiodendron ferreum* | | | | | 4 | 1.5 | | | | | | |
| *Krugiodendron ferreum* | | | | | 1 | 11.2 | | | | | | |
| *Krugiodendron ferreum* | | | | | | | | | 2 | 1.5 | | |
| *Krugiodendron ferreum* | | | | | | | | | 1 | 2.5 | | |
| *Krugiodendron ferreum* | | | | | | | | | | | 2 | 1.5 |
| *Krugiodendron ferreum* | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| *Malvaviscus arboreus* | 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| *Malvaviscus arboreus* | | | | | 4 | 1 | | | | | | |
| *Malvaviscus arboreus* | | | | | | | | | | | 1 | 1.5 |
| *Malvaviscus arboreus* | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| *Metopium brownei* | | | | | | | | | | | 1 | 1.5 |
| *Neea psychotrioides* | | | | | | | | | | | 1 | 2 |
| *Pithecellobium keyense* | 2 | 2 | | | | | | | | | | |
| *Pithecellobium keyense* | | | 2 | 2 | | | | | | | | |
| *Pithecellobium keyense* | | | | | 2 | 2.5 | | | | | | |
| *Pithecellobium keyense* | | | | | | | 2 | 2 | | | | |
| *Pithecellobium keyense* | | | | | | | | | 2 | 1.5 | | |
| *Pithecellobium keyense* | | | | | | | | | 1 | 2.5 | | |
| *Pithecellobium keyense* | | | | | | | | | | | 3 | 2 |
| *Pithecellobium keyense* | | | | | | | | | | | 2 | 1 |
| *Quadrella incana* | | | 1 | 1.5 | | | | | | | | |
| *Quadrella incana* | | | | | 1 | 1.5 | | | | | | |
| *Quadrella incana* | | | | | | | | | 1 | 1.5 | | |
| *Quadrella incana* | | | | | | | | | | | 2 | 2 |
| *Sideroxylon americanum* | 2 | 2 | | | | | | | | | | |

| Nombre científico | Cuadrante 1 | | Cuadrante 2 | | Cuadrante 3 | | Cuadrante 4 | | Cuadrante 5 | | Cuadrante 6 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura | Cant. | Altura |
| *Sideroxylon americanum* | 1 | 2 | | | | | | | | | | |
| *Sideroxylon americanum* | | | | | 3 | 1 | | | | | | |
| *Sideroxylon americanum* | | | | | | | 1 | 2 | | | | |
| *Sideroxylon americanum* | | | | | | | | | 2 | 1.5 | | |
| *Sideroxylon americanum* | | | | | | | | | | | 2 | 1.5 |
| *Tara vesicaria* | | | | | | | 1 | 2.5 | | | | |

Con la información arriba descrita en la Tabla 24 se construye la gráfica de distribución de individuos para este estrato, misma que se muestra a continuación.

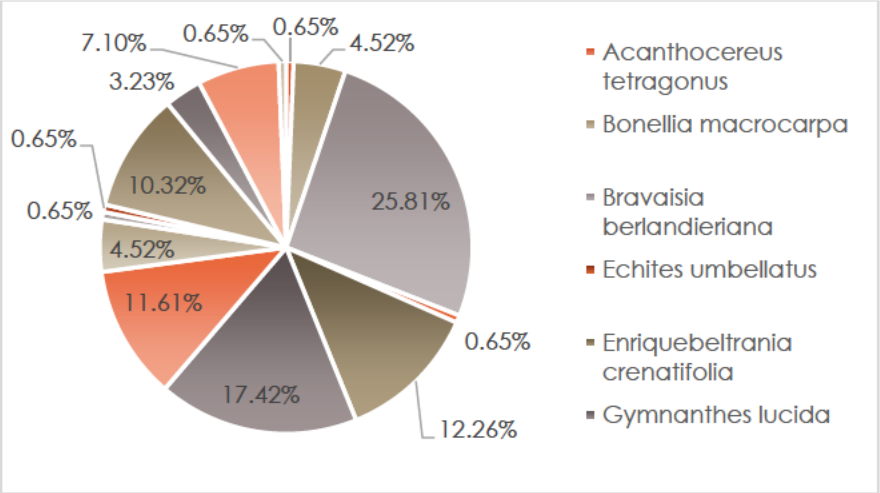



Figura 30. Distribución de individuos del estrato arbustivo

En la Tabla 25 se calcula el (IVI) de las especies del estrato arbóreo registradas, en la Figura 31 se muestra la gráfica correspondiente.

Tabla 25: Registro estrato arbóreo de especies encontradas

| Especie | AA | AR | FA | FR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|
| Acanthocereus tetragonus | 1 | 1.67% | 16.6667 | 2.08% | 3.75% |
| Bonellia macrocarpa | 5 | 8.33% | 83.3333 | 10.42% | 18.75% |
| Bravaisia berlandieriana | 7 | 11.67% | 100.0000 | 12.50% | 24.17% |
| Echites umbellatus | 1 | 1.67% | 16.6667 | 2.08% | 3.75% |
| Enriquebeltrania crenatifolia | 7 | 11.67% | 83.3333 | 10.42% | 22.08% |
| Gymnanthes lucida | 6 | 10.00% | 66.6667 | 8.33% | 18.33% |
| Krugiodendron ferreum | 8 | 13.33% | 83.3333 | 10.42% | 23.75% |
| Malvaviscus arboreus | 4 | 6.67% | 50.0000 | 6.25% | 12.92% |
| Metopium brownei | 1 | 1.67% | 16.6667 | 2.08% | 3.75% |
| Neea psychotrioides | 1 | 1.67% | 16.6667 | 2.08% | 3.75% |
| Pithecellobium keyense | 8 | 13.33% | 100.0000 | 12.50% | 25.83% |
| Quadrella incana | 4 | 6.67% | 66.6667 | 8.33% | 15.00% |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sideroxylon americanum | 6 | 10.00% | 83.3333 | 10.42% | 20.42% |
| Tara vesicaria | 1 | 1.67% | 16.6667 | 2.08% | 3.75% |
| TOTALES | 60 | 100% | 800.00 | 100% | 200% |

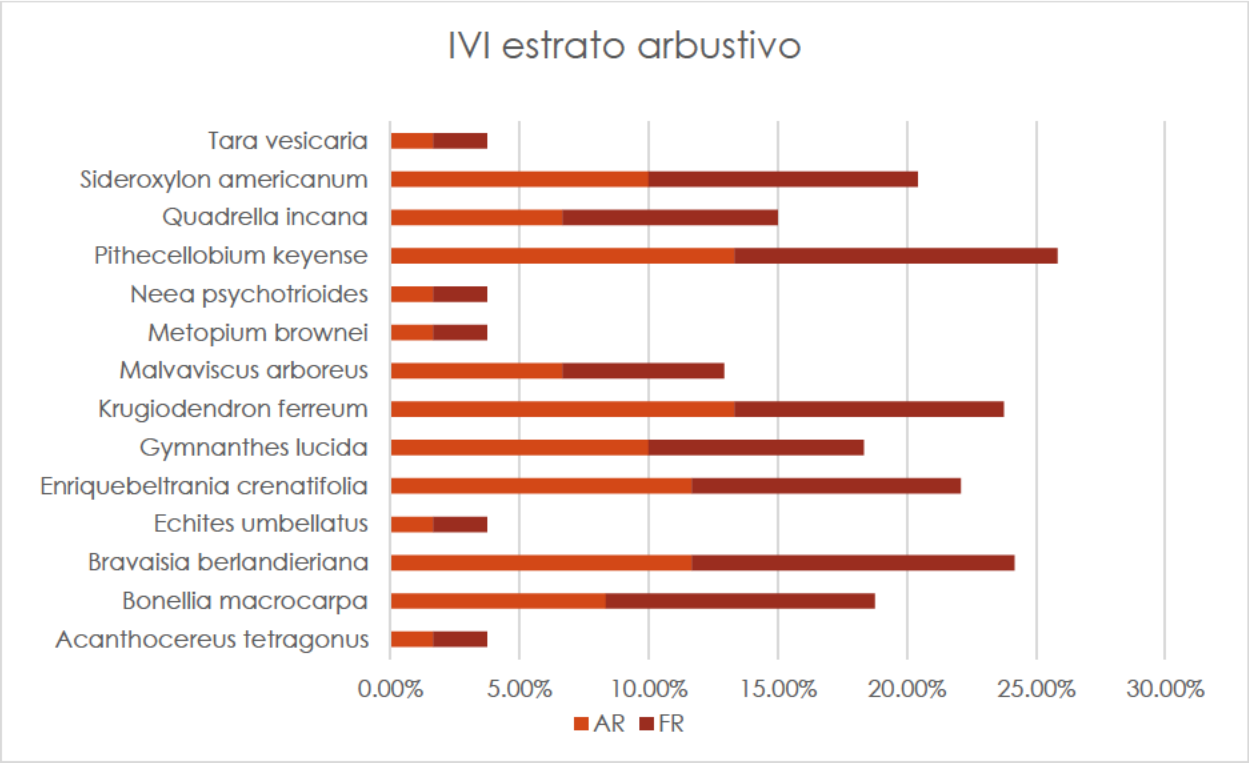



Figura 31. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo

Estructura de la vegetación del estrato herbáceo

En la siguiente tabla se muestran las especies y el número de individuos del estrato herbáceo contabilizados en los 3 subcuadrantes muestreados. El IVI (200%) para este estrato se calcula en la Tabla 27.

Tabla 26: Especies y número de individuos estrato herbáceo de especies encontradas por cuadrante.

| Nombre científico | Cuadrante 1 | Cuadrante 2 | Cuadrante 3 | Cuadrante 4 | Cuadrante 5 | Cuadrante 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acanthocereus tetragonus | 1 | | | | | 5 |
| Bravaisia berlandieriana | 5 | | 10 | 3 | 4 | |
| Commelina erecta | 1 | 2 | | | | |
| Gymnanthes lucida | 1 | 3 | | | | 12 |
| Krugiodendron ferreum | 1 | | 3 | 4 | 50 | 1 |
| Lasiacis divaricata | 3 | | | 2 | 1 | |
| Malvaviscus arboreus | 1 | 4 | | | 1 | 1 |
| Metopium brownei | 1 | | | | 1 | 1 |
| Rivina humilis | 3 | 1 | | 2 | 2 | |
| Thrinax radiata | 1 | | | 2 | | |

Tabla 27: Índices para las especies del estrato herbáceo encontradas en el predio.

| Especie | AA | AR | FA | FR | IVI |
|---|---|---|---|---|---|
| Acanthocereus tetragonus | 6 | 4.51% | 33.33 | 6.25% | 10.76% |
| Bravaisia berlandieriana | 22 | 16.54% | 66.67 | 12.50% | 29.04% |
| Commelina erecta | 3 | 2.26% | 33.33 | 6.25% | 8.51% |
| Gymnanthes lucida | 16 | 12.03% | 50.00 | 9.38% | 21.41% |
| Krugiodendron ferreum | 59 | 44.36% | 83.33 | 15.63% | 59.99% |
| Lasiacis divaricata | 6 | 4.51% | 50.00 | 9.38% | 13.89% |
| Malvaviscus arboreus | 7 | 5.26% | 66.67 | 12.50% | 17.76% |
| Metopium brownei | 3 | 2.26% | 50.00 | 9.38% | 11.63% |
| Rivina humilis | 8 | 6.02% | 66.67 | 12.50% | 18.52% |
| Thrinax radiata | 3 | 2.26% | 33.33 | 6.25% | 8.51% |
| TOTALES | 133 | 100% | 533.333 | 100% | 200% |

De la tabla anterior se tiene que 2 especies herbáceas presentan un IVI (200%) superior son: Azadirachta indica y Cenchrus echinatus ambos parámetros evaluados AR y FR con valores significativos.

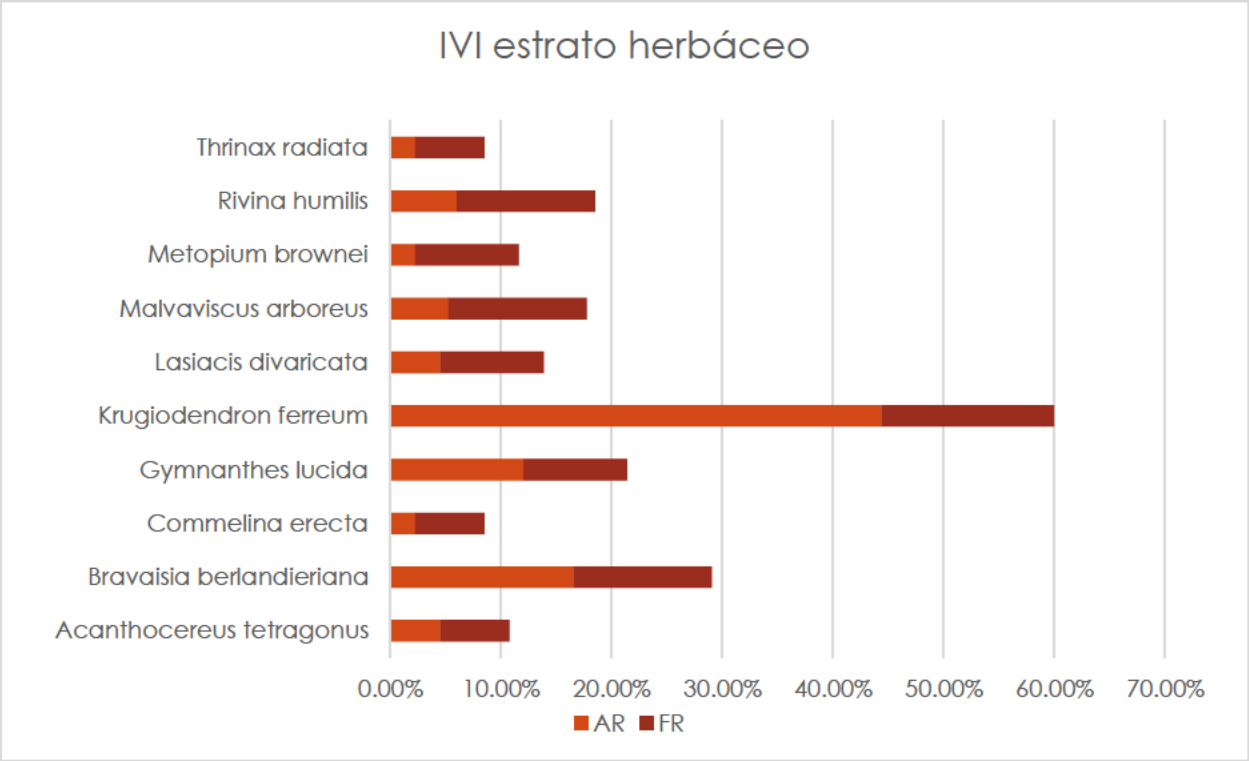



Figura 32. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo

*a) Diversidad y Equidad*

El análisis se llevó a cabo bajo con el índice de Diversidad de Shannon – Weaver (1949) H' Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. H' = índice de Shannon-Wiener que, en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.

Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H'max,). En la siguiente tabla se presenta el cálculo descrito para el muestreo que nos ocupa.

Tabla 28: Valores de diversidad y equidad para la flora del predio

| No | Nombre científico | *i* | *Pi* | *ln Pi* | *ln Pi * Pi* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Acanthocereus tetragonus* | 7 | 0.01545254 | -4.16998198 | -0.06443681 |
| 2 | *Bonellia macrocarpa* | 7 | 0.01545254 | -4.16998198 | -0.06443681 |
| 3 | *Bravaisia berlandieriana* | 62 | 0.13686534 | -1.98875774 | -0.27219201 |
| 4 | *Coccoloba uvifera* | 31 | 0.06843267 | -2.68190492 | -0.18352992 |
| 5 | *Commelina erecta* | 3 | 0.00662252 | -5.01727984 | -0.03322702 |
| 6 | *Cordia sebestena* | 2 | 0.00441501 | -5.42274494 | -0.02394148 |
| 7 | *Echites umbellatus* | 1 | 0.00220751 | -6.11589213 | -0.01350087 |
| 8 | *Enriquebeltrania crenatifolia* | 25 | 0.05518764 | -2.8970163 | -0.15987949 |
| 9 | *Gymnanthes lucida* | 52 | 0.11479029 | -2.16464841 | -0.24848061 |
| 10 | *Hyperbaena winzerlingii* | 1 | 0.00220751 | -6.11589213 | -0.01350087 |
| 11 | *Krugiodendron ferreum* | 83 | 0.18322296 | -1.69705152 | -0.3109388 |
| 12 | *Lasiacis divaricata* | 6 | 0.01324503 | -4.32413266 | -0.05727328 |
| 13 | *Malvaviscus arboreus* | 14 | 0.03090508 | -3.4768348 | -0.10745185 |
| 14 | *Metopium brownei* | 47 | 0.10375276 | -2.26574452 | -0.23507725 |
| 15 | *Neea psychotrioides* | 1 | 0.00220751 | -6.11589213 | -0.01350087 |
| 16 | *Pithecellobium keyense* | 20 | 0.04415011 | -3.12015985 | -0.1377554 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | *Quadrella incana* | 11 | 0.02428256 | -3.71799685 | -0.09028248 |
| 18 | *Rivina humilis* | 8 | 0.01766004 | -4.03645058 | -0.0712839 |
| 19 | *Sideroxylon americanum* | 67 | 0.14790287 | -1.91119951 | -0.28267189 |
| 20 | *Tara vesicaria* | 2 | 0.00441501 | -5.42274494 | -0.02394148 |
| 21 | *Thrinax radiata* | 3 | 0.00662252 | -5.01727984 | -0.03322702 |
| | Total | 453 | 1.00 | Diversidad $H' = -\Sigma\, pi\, \ln pi$ | 2.44053008 |
| | | | | Equidad $J' = H'/ H_{max}$ | 0.80161343 |

Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación se utilizan logaritmo natural, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

El valor calculado de H´ = 2.44 (H' > 2) lo que indica una mayor equidad y riqueza de especies. Aunque no es extremadamente diverso, el ecosistema tiene una distribución moderadamente equilibrada de individuos entre las especies presentes.

El índice de equidad J' (o índice de Pielou) es una medida que evalúa cuán equitativamente se distribuyen los individuos entre las diferentes especies presentes en una comunidad. Su propósito es complementar el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H'), mostrando si la diversidad observada se debe a una buena representación de todas las especies o si está influenciada por una dominancia de pocas especies. El índice J' viene dado por:

$$J' = H'/Hmax$$

Dónde: H' = índice de Shannon-Wiener, H'max = (ln S) que es la diversidad máxima que se obtendría o el número de especies (o riqueza), si las distribuciones de las abundancias de las especies en la comunidad fuesen perfectamente equitativas; Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

El valor J´ = 0.801, según lo antes planteado se puede inferir la comunidad tiene una distribución muy equilibrada de individuos entre las especies.

### *Vegetación de importancia*

En el predio (sistema ambiental micro y/o zona de influencia del proyecto) solo se identificó una especie endémica *Thrinax radiata*, catalogada como Amenazada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### 4.4.2 Medio biótico del sitio (Fauna)

Reconociendo que la fauna se distribuye conforme a características del hábitat tales, como la heterogeneidad y complejidad vegetal, las características del sustrato, la presencia de competidores y depredadores, así como en respuesta al grado de perturbación (entendida como la actividad atribuible al hombre). De acuerdo con lo anterior y a la ubicación del proyecto se puede mencionar que la fauna presente está adaptada a vivir en circunstancias críticas y urbanizadas, por lo que hasta cierto grado podría considerarse que estas especies son indicadoras de perturbación.

Dadas las dimensiones del predio objeto de estudio, se hizo un recorrido abarcando su totalidad, teniendo como resultado una reducida actividad de la fauna, debido a que el sitio se encuentra dentro de una zona medianamente urbanizada, fragmentada por construcciones, en su mayoría casas de veraneo, lo cual trae consigo actividades antropogénicas, como ruido y perturbación del hábitat terrestre.

Por tanto, para ampliar el estudio se realizaron recorridos en la zona de influencia del proyecto (a lo largo de las calles de los alrededores) con el propósito de presenciar avistamientos que avalen el hecho de la existencia de especies en el sitio.

Las metodologías empleadas consisten en registro directo, es decir, por medio de observaciones de manera directa o visual de los cualquier individuo u especie (anfibios, reptiles, aves, mamíferos); registro auditivo (comúnmente utilizado en aves); registros indirectos, como diferentes rastros que hayan dejado ciertas especies (huellas, excretas, madrigueras, huesos, rascadores, entre otros).

Las metodologías específicas para los diversos grupos de fauna se describen a continuación.

Anfibios y Reptiles: Para este grupo el registró en campo de reptiles y anfibios se realizó mediante recorridos por todo el sitio para realizar un censo, debido al tamaño del predio (Heyer et al., 1994). Los registros se realizaron en horario matutino, revisando de manera exhaustiva dentro de debajo de rocas, hojarasca, y arbustos sugerentes de la presencia de organismos (Heyer, 1973). Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela et al. (1995).

Aves: Para la observación y detección de las especies en la zona se recorrió todo el sitio para realizar un censo debido a que las dimensiones del predio lo permiten. Como apoyo para la identificación de aves se utilizaron guías de aves en campo (Howell y Webb, 1995; National Geographic Society, 2000; Peterson y Chalif, 1989), se registraron las especies que se encontraban dentro del predio, y se consideraron las especies detectadas en las colindancias inmediatas ya que, dado el área de actividad de estas, su presencia en el área de afectación es muy probable. Se consideraron todos los organismos en vuelo, perchados y en el suelo.

Mamíferos: Para la observación y detección de mamíferos en la zona se recorrió el sitio para realizar un censo debido a que las dimensiones del predio lo permiten; la presencia se registró mediante métodos directos (observaciones) e indirectos (huellas, excretas, pelos) que pudieran ser plenamente identificado. (Aranda. 2000 y Reid. 2009).

#### 4.4.2.1 Registro de resultados

Durante los recorridos realizados en el predio y en la zona de influencia definida, se logró registrar 1 especie de reptil, 4 especies de aves y 1 especies perteneciente a la clase de los mamíferos. De las especies registradas solo la iguana negra *(Ctenosaura similis)* está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Modificación del Anexo Normativo III; Lista de especies en riesgo (2019) como **Amenazada (A)**.

A continuación, se presenta un listado de las especies registradas en el área de estudio.

Tabla 29: Listado de Anfibios y reptiles, aves y mamíferos.

| ANFIBIOS Y REPTILES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FAMILIA | ESPECIE | Nombre común | ABUNDANCIA | REGISTRO | NOM 059 SEMARNAT 2010 (2019) |
| Iguanidae | *Ctenosaura similis* | Iguana negra | 3 | Avistamiento | A |

| AVES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FAMILIA | ESPECIE | Nombre común | ABUNDANCIA | REGISTRO | NOM 059 SEMARNAT 2010 |
| Liridae | *Leucophaeus atricilla* | Gaviota reidora | 5 | Avistamiento | |
| Icteridae | *Quiscalus mexicanus* | Cau | 3 | Avistamiento | |
| Trochilidae | *Amazilia yucatanensis* | Colibrí Vientre Canelo | 1 | Avistamiento | |
| Mimiade | *Mimus gilvus* | cenzontle tropical | 5 | Avistamiento | |

| MAMÍFEROS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FAMILIA | ESPECIE | Nombre comun | ABUNDANCIA | REGISTRO | NOM 059 SEMARNAT 2010 |
| Canidae | *Canis familiaris* | Perro | 1 | Excretas | |

*NOM-059-SEMARNAT-2010: P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada*

*Fauna de importancia*

En el sistema ambiental y zona de influencia del proyecto SE OBSERVÓ la presencia de una especie ***Ctenosaura similis*** catalogada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Modificación del Anexo Normativo III; Lista de especies en riesgo (2019) como **Amenazada (A)**.

## 4.5 Medio socioeconómico

El municipio de Sinanché, está ubicado al norte del estado de Yucatán y es considerado un municipio costero, cuenta con 32 localidades, una de las cuales es la localidad de San Crisanto. Según datos del INEGI, en la localidad de San Crisanto arriba transporte público, cuenta con bicitaxi o motaxi y este último lo conecta con la cabecera municipal Sinanché. Cuenta con una red de tuberías que se abastece de un pozo y no cuenta con disponibilidad de red pública de drenaje.

Así mismo, la localidad de San Crisanto, cuenta con servicio público de limpa de áreas públicas y recolección de basura domiciliaria, cuenta también con servicio de alumbrado público y la fuente de la energía eléctrica es proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad.

Según datos obtenidos del INEGI, en el último censo quinquenal, referido al 15 de marzo de 2020, mediante el cual se obtiene información relativa a conteos de población y vivienda, se presenta la siguiente información del sitio en el que se pretende desarrollar el proyecto:

### 4.5.1 Población

El municipio de Sinanché, cuenta con una población total de 3,206 personas, de las cuales 598 son población de más de cinco años que hablan alguna lengua indígena, predominando la lengua maya con 593 personas cifra de la cual únicamente el 0.3% es monolingüe de esa lengua indígena. De la totalidad de la población 1648 son hombres y 1558 mujeres.

Seguidamente se presenta una tabla comparativa en la que se presentará la información de la población del municipio de Sinanché para los años, 2005, 2010 y 2020, obtenida de los censos poblacionales elaborados por el INEGI en el año 2020.

Tabla 30: Datos de población en el municipio de Sinanché, Yucatán

| Datos / Año | 2005 | 2010 | 2020 |
|---|---|---|---|
| Población total | 2,972 | 3,126 | 3,206 |
| Mujeres | 1,412 | 1,504 | 1,558 |
| Hombres | 1,560 | 1,622 | 1,648 |

#### 4.5.1.1 Natalidad y mortalidad

A continuación, se presentará en la siguiente tabla, la información relativa a los nacimientos y fallecimientos registrados en el municipio de Sinanché durante los últimos cinco años registrados por el INEGI.

Tabla 31: Natalidad y mortalidad en el municipio de Sinanché, Yucatán

| Datos / Año | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nacimientos | 43 | 34 | 36 | 34 | 34 | Sin información |
| Mortalidad | 20 | 32 | 21 | 32 | 32 | 38 |

### 4.5.2 Vivienda

Cuenta con un total de 1,154 viviendas particulares, de cualquier clase, a saber: casa, departamento en edificio, vivienda o cuarto en vecindad, vivienda o cuarto de azotea, local no construido para habitación, vivienda móvil, refugios y clase no especificada. De la totalidad de viviendas 993 se encuentran habitadas y 344 no habitadas. Teniendo un promedio de habitantes por vivienda de 3.2% y una densidad poblacional de 23.9 habitantes por kilómetro cuadrado.

Las condiciones de las viviendas en el Municipio de Sinanché pueden apreciarse con los siguientes datos obtenidos, existen 802 viviendas con piso de material diferente a la tierra; 979 disponen de energía eléctrica y 975 de aquellas disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda; 913 cuenta con excusado o sanitario y 892 disponen de sistema de drenaje (INEGI, 2020).

### 4.5.3 Educación

En datos del último censo realizado, el grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años, es de 8.0 años de escolaridad y un porcentaje de 90.7% del total de la población de más de 15 años y más son alfabetas. Del total de la población de quince años en adelante, el 58.4% cuenta con escolaridad básica, 23% con instrucción media superior, 9.1% con educación superior y 9.4% sin escolaridad alguna.

Según datos del INEGI, del censo 2020, la localidad de San Crisanto cuenta con plaza o jardín público, cancha deportiva, espacio con juegos infantiles, biblioteca y salón de usos múltiples, que son considerados como espacios culturales y recreativos.

### 4.5.4 Salud

En el municipio de Sinanché la atención médica puede recibirse por los pobladores en cualquiera de las instituciones públicas que incluyen al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) o al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE). En estas instituciones se brinda asistencia médica, desde consultas generales y con especialistas, hasta operaciones mayores.

Según el INEGI en el 2020, en el municipio de Sinanché, la población derechohabiente a servicios de salud son 2,817, de los cuales 62.5% pertenecen al seguro popular, 34% al IMSS, 2.4% al ISSSTE y 0.1% al IMSS-PROSPERA o IMSS-BIENESTAR. Únicamente el 0.8% de la población usuaria de servicios de salud de servicios médicos privados. La localidad de San Crisanto cuenta con un centro de salud y un promotor(a) de salud.

### 4.5.5 Situación económica

De la totalidad de la población del municipio de Sinanché el 51.2% de las personas mayores de 12 años forman la población económicamente no activa y el 48.4% de las

personas se consideran económicamente activa (PEA). De esta PEA el 96.3% se encuentra ocupada.

En la localidad de San Crisanto, se cuenta con diversos comercios tales como: tienda de abarrotes, ferretería o tlapalería, tienda de ropa o calzado y venta de gas. No se realiza la actividad de algún cultivo, ni la actividad de cría o explotación de animales, así como tampoco la explotación de minas para consumo familiar. Es una localidad que realiza la actividad pesquera y elaboración de artesanías para venta. Siendo su principal actividad económica la pesca o caza de animales.

## 4.6 Paisaje

El análisis integral del área de estudio indica que el predio se ubica dentro de una matriz paisajística urbana, resultado del crecimiento y consolidación de la localidad de San Crisanto, Yucatán. En las inmediaciones del sitio se presenta una marcada **transformación antropogénica** que ha provocado la fragmentación, pérdida y modificación de hábitats, reduciendo significativamente la integridad ecológica del ecosistema original de duna costera.

El predio presenta un **aislamiento ecológico moderado**, condicionado por la barrera física y funcional del entorno urbano. La implementación del proyecto, bajo el esquema propuesto, no incrementará este aislamiento, y se prevé que la incorporación de un área de conservación y la revegetación con especies nativas contribuirán a mejorar la micro conectividad ecológica local.

## 4.7 Diagnóstico ambiental

Previo al levantamiento de campo, se efectuó una **revisión bibliográfica y cartográfica** (fuentes impresas y digitales, artículos científicos, bases de datos de biodiversidad y normatividad ambiental vigente), con el objetivo de establecer un marco de referencia físico-biótico preliminar. Posteriormente, mediante la aplicación de metodologías estandarizadas para la caracterización de flora y fauna (muestreo sistemático, registro fotográfico, identificación taxonómica y verificación con literatura especializada), se definió el **diagnóstico ambiental actual** del predio, que se resume a continuación:

Uso de suelo y contexto territorial

El predio se localiza en un **entorno urbano consolidado**, con predominio de uso habitacional temporal (segundas residencias y casas de veraneo). Este patrón de ocupación ha generado un paisaje **altamente fragmentado** y con baja conectividad ecológica.

Vegetación y flora

- La cobertura vegetal corresponde a **vegetación secundaria perturbada** de **matorral de duna costera espinosa**.
- En el predio el estrato arbóreo registró una **altura promedio** de 10.7 m, la especie con mayor presencia *es en el predio es la Sideroxylon americanum*.
- Dentro del predio el inventario florístico comprende **50 especies** distribuidas en **29 familias botánicas**, siendo las mejor representada la Fabaceae.
- Se registró un individuo de Thrinax *radiata* especie endémica de la Península de Yucatán, y enlistada como **Amenazada** (A) en el Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010 (2019)**, lo que implica la obligación de adoptar medidas específicas de manejo y conservación.
- En la zona de influencia del proyecto se pudieron identificar 25 especies distribuidas en 15 familias, siendo la Fabaceae, la mejor representada con 5 especies.

Fauna silvestre

- El muestreo faunístico registró **6 especies** de vertebrados, mayoritariamente **aves terrestres asociadas a ecosistemas de duna costera** y con presencia estacional en el predio.
- Se registró una especie con categoría de riesgo en la Modificación del Anexo Normativo III; Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (2019): la iguana negra (*Ctenosaura similis*), enlistada como **Amenazada (A)**.
- La cobertura vegetal actual no ofrece condiciones óptimas para grupos faunísticos de mayor movilidad o requerimientos específicos, como mamíferos medianos o grandes. Se detectó presencia de fauna doméstica (*Canis familiaris*), lo que constituye un factor de presión sobre la fauna nativa.

Recomendaciones de manejo ambiental

- Cumplir con los **lineamientos normativos** aplicables en materia de áreas verdes, revegetación y paisajismo, priorizando especies nativas y endémicas.
- Preservar in situ o reubicar ejemplares de vegetación de matorral original, conforme a lo establecido en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y en coordinación con las autoridades competentes.
- Prohibir la introducción de especies exóticas invasoras y sustituirlas por especies autóctonas que favorezcan la resiliencia ecológica, la regeneración natural y la disponibilidad de hábitats para fauna nativa.
- Implementar un programa de seguimiento post-obra para evaluar la supervivencia de la vegetación reubicada y el uso del sitio por fauna silvestre, con reportes periódicos ante la autoridad ambiental

# 5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## 5.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

Este capítulo se identifica y evalúan los posibles impactos ambientales y socioeconómicos que se presentarán durante las diferentes etapas del proyecto. Para tal efecto, las acciones y/o actividades del proyecto se interrelacionan con los componentes ambientales y socioeconómicos, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Las acciones derivadas del proyecto para aplicación de la siguiente metodología responden a los criterios siguientes: son significativos, son independientes y son medibles.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, y se realiza trabajo de campo en el lugar para obtener información de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, a base a los resultados obtenidos se puede determinar si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes y proponer las medidas pertinentes para eliminar o reducir al mínimo las afectaciones, y en caso de no ser suficientes, plantear medidas de compensación. Descripción de los indicadores de impacto.

### 5.1.1 Descripción de los impactos identificados para el proyecto

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del ambiente resultante de la acción del hombre, y cuando los efectos ambientales sobre estos aspectos ambientales se tornan significativos para el ser humano y los ecosistemas, adquieren la connotación de impactos ambientales y pueden ser positivo o negativo.

A su vez, los impactos ambientales se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.

Para el presente proyecto se elaboró un listado de las actividades que se realizaran durante las diferentes etapas del proyecto para una posterior identificación más de los impactos ambientales.

Tabla 32: Lista de actividades generales del proyecto.

| ETAPA | ACTIVIDADES DEL PROYECTO |
|---|---|
| Preparación del sitio | Topografía para la delimitación de las áreas de ocupación |
| Construcción | Despalme y nivelación del área de ocupación<br>Excavación<br>Construcción del inmueble<br>Acabados e instalaciones<br>Amenidades<br>Áreas Verdes<br>Planta de tratamiento de agua residual |
| Operación y Mantenimiento | Mantenimiento del inmueble |

En base al listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades.

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso. En base a lo antes mencionado se propone el siguiente listado de Indicadores Ambientales:

Tabla 33: Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

| Componente | Indicador | Descripción |
|---|---|---|
| Abióticos (Físicos y Químicos) | Calidad del aire | Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto.<br>Se refiere también a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo. |
| | Calidad del suelo | Se refiere a las posibles afectaciones derivadas del lixiviado de residuos en general.<br>Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material. |
| | Estabilidad del suelo | Se refiere a las modificaciones en la composición o forma del suelo que pudiera causar hundimientos y deslizamientos en el sitio. |

| | | |
|---|---|---|
| | Calidad de agua subterránea | Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración de contaminantes tales como lixiviados de residuos, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc. |
| | Disponibilidad de agua | Se refiere a las afectaciones que se pudieran ocasionar a la cantidad de agua disponible para los diferentes usos en la zona del proyecto. |
| | Generación de ruido | Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto. |
| Bióticos (Flora y Fauna) | Vegetación terrestre | Se refiere al grado de afectación sobre la capa vegetal, medido como la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada. |
| | Fauna terrestre | Se refiere a los efectos directos sobre la fauna derivado de las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio. |
| | Hábitat terrestre | Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio. |
| | Especies catalogadas en la NOM 059 | Se refiere a las afectaciones que pudieran sufrir las especies vegetales y animales incluidas en NOM-059-SEMARNAT-2010 que estuvieran presentes en el área del proyecto. |
| Abióticos | Microclima | Este indicador hace referencia a las modificaciones que pudieran producirse en las condiciones climáticas de ambientes reducidos (microclima), los cuales tienen efectos sobre la biodiversidad, temperatura, humedad y comodidad humana. |
| | Estructura del paisaje | Se refiere a las afectaciones en la distribución y organización de las coberturas vegetales, como su composición, configuración espacial, y los aspectos abióticos que la conforman como agua, relieve y tipos de suelo.<br>Es un indicador complejo que se determina por el grado de desviación o modificación respecto al paisaje natural. |

| | | |
|---|---|---|
| | Calidad sanitaria del ambiente | Se refiere a las modificaciones a las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por las acciones del proyecto.<br>La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental. |
| Socio económicos | Empleo y mano de obra | Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos. |
| | Infraestructura y servicios | Hace referencia a servicios e infraestructura que el proyecto pudiera requerir, ya sea de empresas privadas o de servicios municipales. |
| | Calidad de vida | Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la zona, que pudieran ser afectados por el proyecto, la cual puede ser positiva o negativa. |
| | Patrones de vida | Se refiere a las modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y de las zonas aledañas derivado de las diversas etapas del proyecto. |

## 5.2 Metodología para evaluar los impactos ambientales

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impactos 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, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos nos permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

Se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos:

Carácter del impacto (CI): Se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Intensidad del impacto (I): Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

**Extensión del impacto (EX):** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

**Sinergia (SI):** Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

**Persistencia (PE):** Refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

**Efecto (EF):** 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.

**Momento del impacto (MO):** Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

**Acumulación (AC):** 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.

**Recuperabilidad (MC):** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

**Reversibilidad (RV):** 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; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.

**Periodicidad (PR):** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluaran los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto.

Tabla 34: Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| (CI) | Carácter del impacto | | | |
| | Se refiere al efecto benéfico o perjudicial | (+) | Positivo. | |
| | | (–) | Negativo. | |

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| | de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados. | (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, | (1) | No sinérgico | Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor. |

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| | pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado. | (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. | (1) | Directo o primario. | Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta. |
| | | (0) | 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. |

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| (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 del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana. | (1) | Recuperable de inmediato. | El efecto puede recuperarse parcialmente. |
| | | (2) | Recuperable a mediano plazo. | |
| | | (4) | Mitigable. | |
| | | (8) | Irrecuperable. | Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana. |

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| (RV) | Reversibilidad | | | |
| | Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales 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 iniciales en menos de 1 año. |
| | | (2) | Mediano plazo. | Retorno a las condiciones iniciales en entre 1 y 10 años. |
| | | (4) | Irreversible. | Imposibilidad o dificulta 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 de mencionada | (CO) | COMPATIBLE | Si el valor es menor o igual que 25 |
| | | (M) | MODERADO | si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 |

| | Denominación o significado del criterio | Valor | Clasificación | Impacto |
|---|---|---|---|---|
| | importancia del efecto (IM). | (S) | SEVERO | si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75 |
| | | (C) | CRÍTICO | Si el valor es mayor que 75 |

### 5.2.1 Evaluación de los impactos

Analizando cada factor ambiental se presentan a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son evaluados en una matriz para obtener el valor IM del impacto.

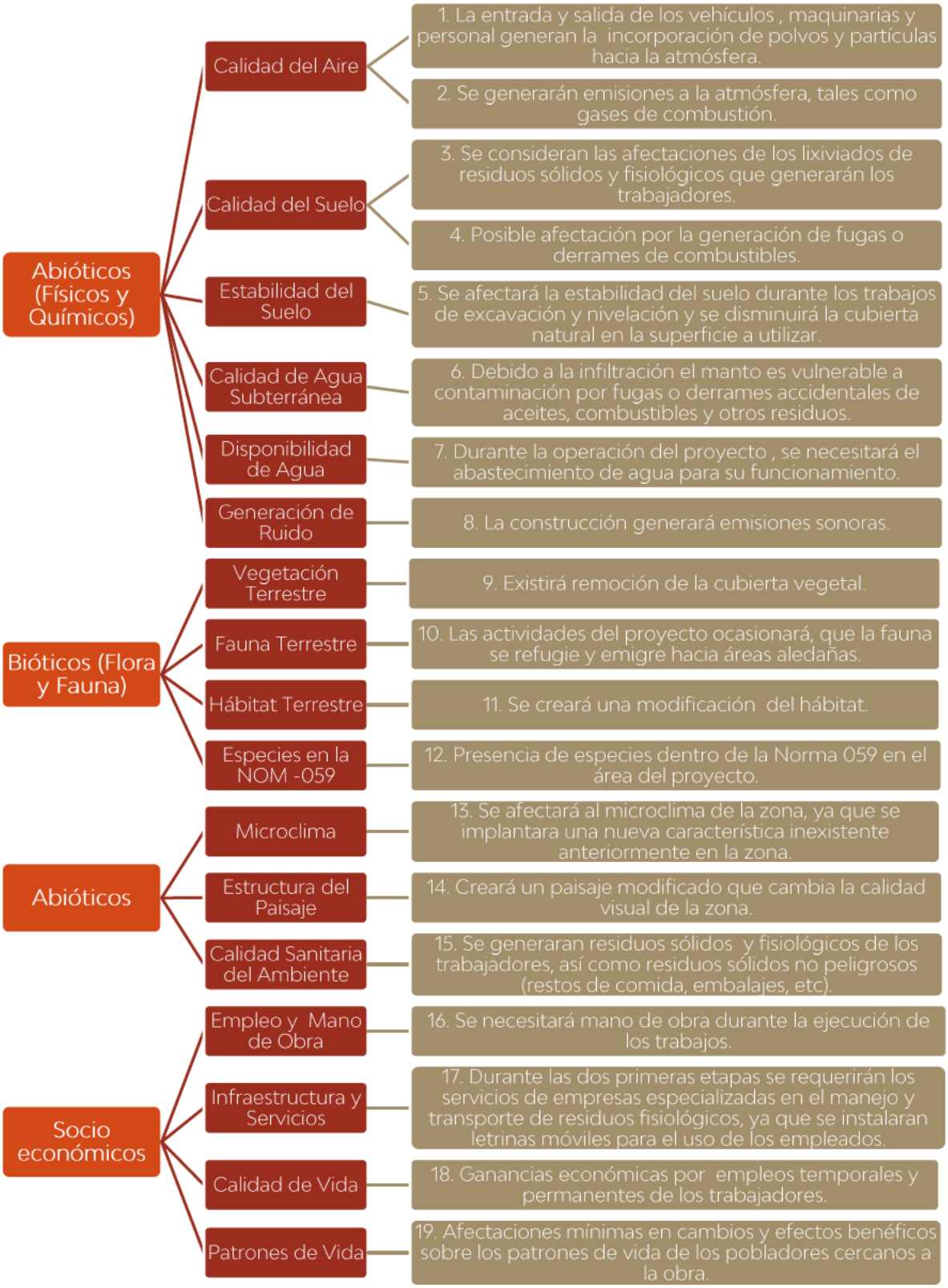



Figura 33: Árbol de Impactos identificados

Habiéndose identificado los principales impactos socio ambientales que se pudieran generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores proporcionados en la Tabla 34 para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como COMPATIBLE (CO), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M), cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRÍTICO (C).

Se elaboraron tres matrices, una para cada etapa del proyecto, debido a que las valoraciones numéricas de los impactos son variables de acuerdo con las diferentes etapas de construcción.

Tabla 35: Impactos de la etapa de preparación del sitio

| No. | CI | I | EX | SI | PE | EF | MO | AC | MC | RV | PR | IM | CLI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 2 | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 3 | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 4 | -1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 5 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | -26 | Moderado |
| 6 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 7 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Nulo |
| 8 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 9 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | -26 | Moderado |
| 10 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | -26 | Moderado |
| 11 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | -26 | Moderado |
| 12 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | -26 | Moderado |
| 13 | -1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | -32 | Moderado |
| 14 | -1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | -32 | Moderado |
| 15 | -1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -29 | Moderado |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | Compatible |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | Compatible |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | Compatible |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 17 | Compatible |

Durante la etapa de Preparación de sitio se identificaron 18 impactos ocurrentes del total de 19 que se presentan para las actividades ligadas al proyecto. Se puede observar en la tabla anterior, que el indicador referente a la Disponibilidad de Agua obtiene un valor Nulo, esto es así dado que el abastecimiento de agua para esta etapa se llevará a cabo mediante pipas, por lo que no existirá aprovechamiento de agua subterránea en el sitio.

Dadas las actividades a realizar en esta etapa (delimitación, desmonte, nivelación y topografía) los resultados de los impactos identificados resultan tener calificaciones elevadas. De manera general se obtiene que los factores abióticos obtienen en la mayoría de los casos valoraciones Compatibles, en este caso se observa que los referentes a la Calidad del Aire, Calidad del suelo, Calidad de Agua Subterránea y Generación de Ruido obtienen calificaciones entre los -20 y -23 salvo por la Estabilidad del Suelo que debido al desmonte entra en el rango de Moderado con una calificación de -26.

Se presentan 8 impactos con calificaciones de moderados correspondientes a la ya mencionada Estabilidad del Suelo, así como los de Vegetación, Fauna terrestre, Hábitat terrestre, Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Microclima, Estructura de paisaje, así como Calidad sanitaria del ambiente debido principalmente al desmonte que se realizará en la zona donde posteriormente se llevaran a cabo los trabajos de construcción.

En cuanto a impactos positivos se presentan 4, todos ellos son compatibles y concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad y patrones de vida.

Tabla 36: Impactos de la etapa de construcción

| No | CI | I | EX | SI | PE | EF | MO | AC | MC | RV | PR | IM | CLI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 2 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 3 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 4 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 5 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | -26 | Moderado |
| 6 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 7 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Nulo |
| 8 | -1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -22 | Compatible |
| 9 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 10 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 11 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 12 | -1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -20 | Compatible |
| 13 | -1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | -32 | Moderado |
| 14 | -1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | -32 | Moderado |
| 15 | -1. | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -23 | Compatible |
| 16 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | Compatible |
| 17 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | Compatible |
| 18 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | Compatible |
| 19 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | Compatible |

En la Etapa de Construcción ocurren 18 impactos, de los cuales 4 resultaron positivos y 14 impactos negativos. Nuevamente la disponibilidad de agua se presenta como impacto Nulo, como se mencionó antes, este impacto solo estará presente durante la etapa de operación y mantenimiento ya que durante la etapa de preparación del sitio y construcción se utilizarán pipas para el abastecimiento de agua.

Durante la construcción y dado el tipo de actividades y la carga de trabajo algunos impactos aumentan sus valoraciones, aunque se mantienen en el rango de Compatibles, esto ocurre con los factores abióticos referentes a la Calidad del Aire, Agua, Suelo y Generación de Ruido, todos estos obteniendo calificaciones de compatible o moderado. Para el caso de los factores bióticos ocurre lo contrario, estos disminuyen sus valoraciones debido a que el principal impacto se realizó durante el desmonte en la etapa anterior del proyecto. Los factores referentes a Vegetación, Fauna, Hábitat Terrestre obtienen valores de -20 siempre en el rango de Compatibles.

Continuando con los impactos negativos, en esta etapa solo 3 alcanzan el nivel de Moderados y estos son los referentes a la Estabilidad del Suelo con calificación de -26 y los de Microclima y Estructura del Paisaje, obteniendo estos los valores más altos con un -32 principalmente debido a la carga de trabajo, así como a los cambios en el sitio por el tipo de actividades a desarrollar durante esta etapa.

Los impactos positivos de nueva cuenta son referentes al efecto benéfico que tendrá el proyecto por el empleo de mano de obra en la zona, infraestructura y servicios que se requieran, así como sobre los patrones y calidad de vida de los pobladores de la zona.

Tabla 37: Impactos de la operación y mantenimiento

| No | CI | I | EX | SI | PE | EF | MO | AC | MC | RV | PR | IM | CLI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 2 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 3 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 4 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 5 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 6 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -15 | Compatible |
| 7 | -1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | -25 | Compatible |
| 8 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 9 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 10 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 11 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 12 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | -16 | Compatible |
| 13 | -1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -22 | Compatible |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 22 | Compatible |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 25 | Compatible |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 23 | Compatible |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 23 | Compatible |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 23 | Compatible |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 23 | Compatible |

Durante la Etapa de operación y mantenimiento, los impactos negativos ocurrentes en la etapa de construcción disminuyen sus valoraciones en la gran mayoría de los casos, los positivos se mantendrán en las etapas de mantenimiento en donde de nuevo se requerirá personal para el mismo, y aunque este será de manera

permanente también se debe considerar como mínimo en comparación con las otras etapas. Se presentan solo 13 impactos negativos, todos ellos compatibles, y siendo el referente a la Disponibilidad de Agua el que alcanza la valoración más alta con un -25.

En cuanto a los positivos se presentan 6 los cuales presentan valoraciones que van del rango del 22 al 25 aumentando su valor en comparación con las etapas anteriores al mantenerse de manera permanente la contratación del personal y mejorar las condiciones en cuanto a la Estructura del Paisaje y la Calidad Sanitaria del Ambiente.

Los impactos negativos remanentes tienen realmente un valor numérico mucho más bajo en esta etapa final ya que los mantenimientos periódicos no serán tan impactantes como en las etapas anteriores.

En la siguiente gráfica y tabla, se presentan los valores numéricos obtenidos en todas las etapas del proyecto, en los cuales se aprecia los cambios que sufren dichas valoraciones en las etapas del proyecto.

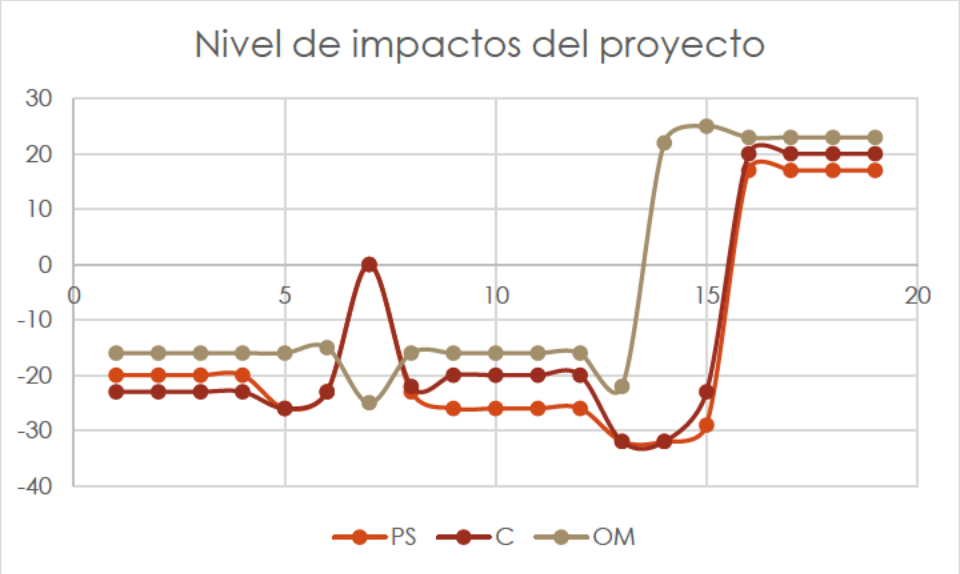
## 5.3 Conclusiones

Una vez realizada la identificación y evaluación de los posibles impactos que ocurrirán durante las actividades del proyecto, se tienen los siguientes hallazgos:

- Se identificaron 19 posibles impactos, siendo 15 negativos y 4 positivos, a ocurrir en las diversas etapas del proyecto.
- Dado que un mismo impacto identificado puede ocurrir en más de una etapa, se tiene que para el desarrollo del proyecto se presentaran 55 impactos.
- En total se tienen identificada la ocurrencia de 55 impactos, de los cuales 43 son negativos y 12 son positivos.
- En la etapa de preparación del sitio, ocurrirán 18 impactos, en la etapa de construcción 18 y en la etapa de operación 19.
- En la etapa de preparación del sitio ocurrirán 14 impactos negativos, siendo 10 con valoración compatible y 4 moderados, asi como 4 impactos positivos con valoración compatible.
- En la construcción ocurrirán 14 impactos negativos, siendo 11 con valoración compatible y 3 moderados, asi como 4 impactos positivos con valoración compatible.
- En la etapa operación y mantenimiento ocurrirán 15 impactos negativos, siendo todos con valoración compatible, asi como 4 impactos positivos con valoración compatible.
- De los impactos negativos, el 94% se clasifico como compatible, 6% como moderado, y ninguno como severo.

En la siguiente figura se presenta una gráfica donde se puede apreciar la evaluación de los impactos a lo largo del proyecto, observándose como la etapa que presenta el mayor impacto corresponde a la etapa de Construcción (C), seguida por la

preparación del sitio (PS) y la que presenta los menores impactos es la operación y mantenimiento (OM).



# 6 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO

## 6.1 Medidas de prevención y mitigación

Las medidas preventivas son aquellas que, como su nombre lo indican, tienen la función de prevenir la ocurrencia de un impacto negativo ocasionado por alguna actividad del proyecto. De tal modo que con su aplicación se evita la generación de dicho impacto.

Para los impactos que no pueden evitarse, se aplican medidas de mitigación, que son aquellas que reducen el nivel de dicho impacto hacia límites tolerables o bajo norma.

Además de las medidas de prevención y mitigación, existen otras como las medidas correctoras o de compensación que se aplican cuando un impacto negativo que no pueden ser evitados y que aun con medidas de mitigación, requiere de reparar los daños ocasionados o mejorar las condiciones en otro sitio para netear los efectos (compensar).

En este capítulo se presentan las medidas de prevención, mitigación o compensación para cada uno de los impactos socioambientales identificados en las diferentes etapas del proyecto y basados en un análisis de Presión-Estado-Respuesta (PER).

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad donde las actividades humanas ejercen presiones (P) sobre el ambiente modificando con ellos la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado); asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Respuestas). El PER agrupa los indicadores en tres categorías cuya interacción proporciona información sobre el proceso causa-efecto que hay detrás de diversas problemáticas

Presión: Describen las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de presión se clasifican a su vez en dos grupos: El primero, considera las presiones directas sobre el ambiente, frecuentemente ocasionadas por las actividades humanas; y el segundo, toma en cuenta las actividades humanas en sí mismas, es decir, las condiciones de aquellas actividades productivas o de otro tipo que generan la problemática.

*Estado.* Se refieren a la calidad del ambiente y la cantidad y estado de los recursos naturales. Los indicadores de estado deben estar diseñados para dar información sobre la situación del ambiente y sus cambios a través del tiempo. Este tipo de indicadores se consideran también los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro del ambiente.

*Respuesta:* Presentan los esfuerzos que realizan en la sociedad, instituciones o gobiernos, orientados a la reducción o mitigación de la degradación del ambiente.

Tabla 38: Medidas de prevención, mitigación y/o compensación.

| [redacted] | Impacto | CA | Tipo | Descripción de la medida | Costo |
|---|---|---|---|---|---|
| PS y C | Emisiones de polvos<br><br>Emisiones de GEI y partículas | [redacted] | P | 1. Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.<br>2. Emplear lonas en los camiones de transporte de material. | $20,000.00 |
| PS y C | Posibles afectaciones por los lixiviados de residuos sólidos | [redacted] | P | 3. Establecimiento de un área el acopio temporal de los residuos sólidos, diferenciado para RSU y residuos de la construcción y que cuente con botes de basura suficientes.<br>4. Llevar a cabo la separación de residuos, buscando su valoración.<br>5. Envío de residuos a sitios de disposición final autorizado.<br>6. Respecto a los residuos fisiológicos, se contarán con letrinas portátiles cuyo manejo y disposición final de las aguas correrá por cuenta de la empresa prestadora del servicio. | $120,000.00 |
| O | | | | 7. Durante la operación, realizar la contratación del servicio público municipal para la recolección de residuos. | |

| | Impacto | CA | Tipo | Descripción de la medida | Costo |
|---|---|---|---|---|---|
| PSC | Posibles afectaciones por fugas de combustibles y/o aceites. | | P | 8. No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área.<br>9. No se permitirá realizar trabajos de mantenimiento a vehículos y/o equipo dentro del área de trabajo.<br>10. En caso de elementos impregnados con solventes y/o pinturas o combustibles, como trapos o estopas, estos deben ser recolectados por separado | $15,000.00 |
| | | | Mi | 11. En caso de una contaminación accidental por lubricantes o combustibles que impregnen el suelo, se deberá realizar como primera opción, el retiro de la capa de suelo contaminada y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material se pondrá a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo. | $30,000.00 |
| PS | Remisión de suelo en las áreas a ocupar | | P | 12. El suelo removido durante el despalme y nivelación permanecerá en el predio y se reintegrará en las áreas verdes y de conservación del Proyecto.<br>13. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada. | $25,000.00 |

| | Impacto | CA | Tipo | Descripción de la medida | Costo |
|---|---|---|---|---|---|
| PS y C | Posibles afectaciones al subsuelo por lixiviados de residuos sólidos, o por fugas de combustibles y/o aceites | [redacted] | P | Medidas 6 y 8 | Costo incluido en la medida 6 |
| C | Se requerirá abastecimiento de agua para su funcionamiento. | [redacted] | P | 14. El agua requerida durante la construcción será a través de pipas, por loque no se extraerá agua del sitio. | $300,000.00 |
| O | | | | 15. Para el abastecimiento de agua en el desarrollo el proyecto requerirá de un pozo de extracción.<br>16. Se instalarán llaves y sistemas ahorradores de agua para la operación del proyecto.<br>17. Se utilizará agua residual tratada para el riego de las áreas verdes, con lo que se reducirá el consumo de agua. | |
| PS y C | Se generará emisiones sonoras por la maquinaria y activad constructiva. | [redacted] | P | 18. Todos los vehículos y camiones deberán contar con los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio del proyecto.<br>19. Para evitar problemas a la salud, todo el personal en obra se dotará del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos. | $15,000.00 |

| | Impacto | CA | Tipo | Descripción de la medida | Costo |
|---|---|---|---|---|---|
| PS | Se removerá la cubierta vegetal.<br><br>Se producirá una modificación del hábitat.<br><br>Modificación del paisaje urbano<br><br>Afectación al microclima del sitio por la construcción del proyecto | [redacted] | P | Medida 13<br>20. Estará estrictamente prohibida la extracción de especies de flora y/o fauna del sitio, o partes de estas, para uso comercial o alimento.<br>21. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. | Incluido en la medida 13 |
| | | | Mi | 22. El material vegetal removido se deberá trozar para reintegrarlo al suelo en otras áreas o para disponerlo en un sitio de disposición final.<br>23. El proyecto plantea la implementación de área de conservación de 23.93% de la área superficie total. | $12,000.00 |
| PS<br>C | Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas. | [redacted] | P | 24. Campaña de concientización para la prohibición de cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto. | $12,000.00 |
| PS, C y O | Posibles afectaciones por la generación de residuos sólidos | [redacted] | P | Medida 3.<br>Medida 7. | Incluido en la medida 7 |
| PS y C | Posibles afectaciones residuos fisiológicos | [redacted] | P | Medida 6 | incluido en la medida 6 |
| O | | | Mi | 25. En la etapa de operación el proyecto contará con una planta de tratamiento de agua residual. | $2,400,000.00 |

| | Impacto | CA | Tipo | Descripción de la medida | Costo |
|---|---|---|---|---|---|
| PSCO | Se requerirá mano de obra durante la ejecución de los trabajos.<br>Se requerirán servicios públicos y de empresas especializadas<br>Se obtendrán ganancias económicas por empleos temporales. | [redacted] | P | 26. Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.<br>27. Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales. | 0.00 |
| Total, medidas de prevención y mitigación (pesos) | | | | | $2,949,000.00 |

*CA: Componente ambiental; P: Medida preventiva; Mi: Medida de mitigación; C: Medida de Compensación.*

Adicionalmente se llevará a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental a cargo de una empresa consultora especializada, quien se encargará de velar por el cumplimiento de las medidas establecidas así como las condicionantes que la autoridad estime pertinentes en la autorización del proyecto. La implementación del PVA se contempla como parte de las medidas de prevención y tendrá una inversión estimada de 240,000.00 pesos anuales.

## 6.2 Impactos Residuales

Un impacto ambiental residual es aquel impacto que no puede evitarse con medidas de prevención, y que permanece después de haber aplicado las medidas pertinentes para su minimización.

Los impactos residuales del proyecto corresponden a la generación de residuos sólidos urbanos y la generación de aguas residuales, que si bien, se llevaran a cabo las medidas pertinentes para su correcto manejo, el efecto de estos continuará durante toda la operación del proyecto.

## 6.3 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (P.V.A) es un sistema que tiene la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que se establecieron en dicho estudio, dando seguimiento de las acciones del proyecto y detección de alteraciones no previstas en dicho estudio, que deberán ser

corregidas adecuadamente por medio de medidas correctoras. Así, el programa de vigilancia ambiental es una fuente para retroalimentar los resultados de la MIA.

Por ello, el aspecto más importante de un plan de seguimiento es la interpretación de la información recogida. Esta información sirve para poder interpretar el cambio de la situación ambiental, puesto que la simple desviación entre la situación previa y posterior a una obra no es totalmente válida. Las técnicas posibles para interpretar los cambios suelen basarse en tener una base de datos de un periodo importante anterior a la obra o su control en zonas testigo.

La retroalimentación de los resultados sirve para modificar los objetivos iniciales que se establecieron desde la MIA. Por ello, el Programa de Vigilancia debe ser flexible y encontrar un punto de equilibrio entre la conveniencia de no realizar cambios para aumentar la longitud de la serie temporal y la necesidad de modificar el programa para reflejar la problemática ambiental.

### Objetivos

Establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación propuestas en el Manifiesto de Impacto Ambiental

### Objetivos Específicos

- Identificar cuantitativa y cualitativamente cada afección para todas y cada una de las variables ambientales, seguir las operaciones de obra que provocan impacto, describir el tipo de impacto y ejecutar las medidas preventivas y correctoras propuestas para prevenirlo o minimizarlo.
- Comprobar la eficacia de las medidas propuestas, y en su defecto, determinar las causas de la desviación de los objetivos y establecer los mecanismos de diagnóstico y rectificación.
- Detectar posibles impactos no previstos y establecer las medidas adecuadas para reducirlos, compensarlos o eliminarlos.
- Comprobar que las acciones a desarrollar en el seguimiento ambiental, durante los procesos de ejecución de la obra, están vinculadas con el mayor grado de eficacia posible a aquellas actividades de prevención.
- Seleccionar indicadores ambientales fácilmente mensurables y representativos.
- Proporcionar resultados específicos de los valores reales de impacto ambiental alcanzado por los indicadores ambientales preseleccionados, respecto a los previstos.

### Alcance

El alcance general del presente documento incluye:

- La realización de inspecciones visuales durante las visitas a la obra y reporte fotográfico Informes periódicos, en los que se detallan las medidas

preventivas, correctoras y de mitigación que se están llevando a cabo y mencionando los incumplimientos.
- Informe Final que detalla los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias ejecutadas.

Estrategias

En el P.V.A. se especifican los responsables y las funciones a desempeñar por los mismos durante el seguimiento ambiental. El control y seguimiento de las medidas es responsabilidad de la Dirección de Obra que es el encargado de adoptar las medidas preventivas y correctoras, ejecutar el Programa de Vigilancia Ambiental, emitir informes técnicos periódicos sobre el cumplimiento de las medidas propuestas y remitirlos al organismo competente.

Para las cuestiones medioambientales se designa un responsable técnico de gestión medioambiental el cual dentro de sus responsabilidades tendrá:

- Supervisión de las actividades a realizar y los procedimientos constructivos de acuerdo con las condicionantes del resolutivo en materia de impacto ambiental.
- Velar la implementación correcta de las medidas de prevención y mitigación establecidas en la manifestación de impacto ambiental.
- Redactar informes mensuales de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental y remitir a la Dirección de la Obra cuantas incidencias se vayan produciendo.
- Elaboración y entrega de reportes de cumplimiento ante la autoridad.

Entregables

Dentro de las actividades a realizar se enlistan las siguientes:

Antes del inicio de las obras:

- Informe del estado preoperacional, incluyendo el análisis y mediciones realizadas, reportaje fotográfico, visitas a la obra e inspecciones visuales.
- Plan de Seguimiento y Control Ambiental de la fase de obras con indicación expresa de los recursos materiales y humanos a emplear.

Durante la ejecución de las obras:

- Informes periódicos, en los que se detallan al menos: Medidas preventivas, correctoras y de mitigación que se están llevando a cabo, y en caso de existir, partes de no conformidad.

Previo al término de la obra:

- Informe Final que detalla al menos: los resultados de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias realmente ejecutadas, los resultados de la inspección final efectuada para la verificación de la limpieza de la zona de

obras y entorno inmediato, así como la comprobación de la retirada de restos de residuos, materiales o instalaciones ligados a las obras.

### Calendario de actividades

El desarrollo del proyecto contempla tres etapas principales, que comprenden: la Preparación del Sitio, Construcción, así como la Operación y Mantenimiento. Entre las 2 etapas se prevé abarcar un periodo de 6 años (24 trimestres), las principales actividades a desarrollar durante ese periodo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 39: Calendario de actividades PVA.

| Actividad | Periodicidad |
|---|---|
| Programa de Vigilancia Ambiental | Mensual |
| Informes parciales de seguimiento | Trimestral |
| Informe de cumplimiento ante la autoridad | Anual |
| Informe final | Al término de la etapa de construcción, año 6. |

# 7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## 7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Como se ha podido constatar a lo largo del presente documento, el área donde se pretende desarrollar el proyecto consiste en una zona urbana con un alto grado de afectación por presencia de inmuebles (viviendas, desarrollos inmobiliarios) así como carreteras y caminos costeros, los cuales le otorgan un alto grado de perturbación y fragmentación al sistema ambiental y al área de influencia.

El escenario ambiental sin la ejecución del proyecto nos muestra una zona con una distribución de matorral de duna que ha sufrido las presiones de crecimiento urbano, donde la vegetación natural se ha fragmentado por los elementos mencionados anteriormente y que en un futuro se afectaran aún más dada la política de uso de suelo urbano de la localidad de Sinanché, que gradualmente ira modificando el entorno hacia un paisaje cada vez más urbano.

## 7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El escenario con proyecto no dista mucho respecto al escenario actual y escenario futuro sin proyecto, ya que en el área de influencia (y en general el sistema ambiental) corresponde a una zona urbana con tendencia a la ocupación de espacios vacíos para el desarrollo de viviendas, villas, departamentos, comercios y servicios.

De este modo, el proyecto se integra a ese escenario urbano hacia el cual se dirige la localidad, por lo que la aplicación de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos son de gran importancia, para contener al mínimo la afectación del proyecto.

En este sentido, una medida primordial es el tratamiento a las aguas residuales, por lo que la obligación normativa se cumplirá a cabalidad mediante la instalación y operación de una planta de tratamiento de agua residual (PTAR) modelo Ecotar®, y de esta forma evitar la contaminación del manto acuífero, ya que en la localidad no existe sistema de drenaje ni planta de tratamiento municipal a la cual el proyecto pudiera conectarse.

En este escenario futuro, resulta relevante la generación de residuos sólidos urbanos durante la operación del proyecto, los cuales incrementaran la demanda de servicios municipales. Sin embargo, como parte del proyecto se contará con medidas encaminadas al manejo integral de los mismos para que su afectación sea mínima.

Y finalmente, la ejecución del proyecto se generan fuentes de empleo durante la temporada de construcción y operación en donde la prioridad son los habitantes de la comunidad.

## 7.3 Evaluación de alternativas

Los sitios alternativos para la realización del proyecto consisten en predios costeros localizados a lo largo de la costa Yucateca.

Con el objeto de contar con una compatibilidad con el uso de suelo, se realizó un análisis de las Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Yucatán (POETY) para identificar aquellas que tengan suelo urbano, que se encuentren en segunda fila para evitar impactos a la primera dura, que cuenten con al menos 8,000 m2 de superficie, que no requiera de apertura caminos de acceso, y un precio contenido para ser económicamente viable el proyecto.

Es así como se encontraron 2 predios colindantes en la localidad de San Crisanto que cumplen con los requisitos establecidos.

## 7.4 Conclusiones

Una vez realizados los estudios de campos pertinentes, la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables, la identificación de impactos y la determinación de las medidas de prevención/mitigación, se concluye lo siguiente:

- La actividad propuesta a realizar consistente en Departamentos (desarrollo inmobiliario) es congruente con la política de Uso de Suelo Urbano de la localidad de San Crisanto, y encaja en el entorno, dada la existencia de desarrollos similares en el área de influencia y sistema ambiental.
- Los niveles de impacto obtenidos en la evaluación determinan que el proyecto es compatible con el medio natural, a la vez que la implementación de medidas de prevención y mitigación reducirán los niveles de impactos negativos.
- La realización del proyecto generara impactos positivos derivados de la contratación de personal para la construcción y de servicios varios durante la etapa de operación.
- De tal modo, que el proyecto al no ocasionar impactos ecológicos graves, ser congruente con la vocación de uso de suelo del sitio, y contemplar medidas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales, se considera ambientalmente factible de realizar.

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

## 8.1 Planos

Anexo 1: Plano arquitectónico del proyecto

## 8.2 Fichas técnicas

Anexo 2: Ficha del sistema de tratamiento Ecotar®

## 8.3 Referencias bibliográficas

Playa Platino 2025, Consultable en: https://playaplatino.com/playa-san-crisanto

Campbell, J. A. 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize*. Oklahoma University Press, Norman.

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Flores S., Duran R. y Ortíz J. (2010). Comunidades vegetales Terrestres. Ecosistemas y Comunidades. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA 125-126 pp.

Flores-Villela et al. 1995. Recopilación de Claves para la determinación de Anfibios y Reptiles de México.

Heyer, W. R. 1973. Systematics of the marmoratus group of the frog genus Leptodactylus (Amphibia, Leptodactylidae). Contributions in Science. Natural History Museum of Los Angeles County 251: 1–50.

Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC

Howell S., Webb S. 1995. A Guide to Birds of México and Northen Central América. Oxford University Press.

Lee, 1996. Amphibians and Reptiles of the Península de Yucatán. Departament of Biology, The University of Miami. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Coral Gables, Florida.

National Geographic. 2002. Field guide of the birds of Northen America. NatGeo. Fourth Edition. Washington, D.C.

Peterson, Roger Tory; Chalif, Edward D. (1989). Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador, México: Editorial Diana, 1989, 473 p

Torres W, Durán R. y Espejel I. (2010). Vegetación de dunas costeras. Ecosistemas y Comunidades. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA 136-137 pp.

## 8.4 Marco legal consultado

*Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (1988). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de abril de 2024. México. Consultable en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

*Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* (2003). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de mayo de 2023, México. Consultable en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

*Ley General de Vida Silvestre* (2000). Última reforma publicada el 16 de julio de 2025. México. Consultable en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf

*Ley de Aguas Nacionales* (1992). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de mayo de 2023. México. Consultable en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, publicada el 30 de diciembre de 2010. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. Consultable en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental

Reglamento de La LGEEPA en materia de prevención y control de contaminación a la atmósfera

Reglamento para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Ley de Protección al Medio Ambiente del Yucatán

Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán

Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán



# SYNTHESIS SP

CONSULTORÍA ESTRATÉGICA
PARA LA SOSTENIBILIDAD