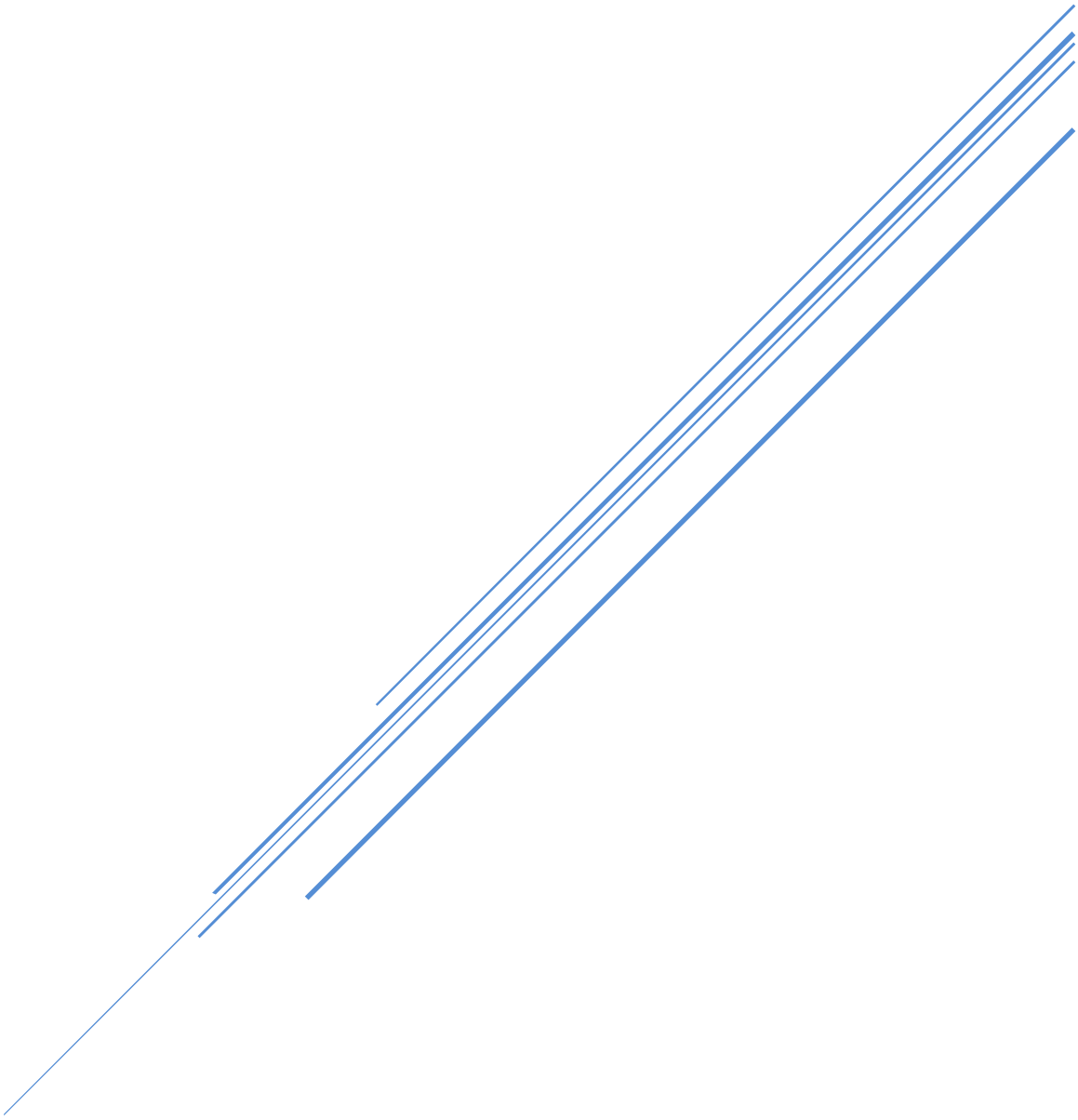
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
LOCALES COMERCIALES



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

I.1 DATOS GENERALES E IDENTIFICACIÓN

Apartado	Información
Nombre del proyecto	Locales Comerciales Chicxulub Puerto
Promovente	José Alberto Jiménez Gaber
Responsable de elaboración	Gustavo Ynurreta Ferrer
Correo electrónico	[redacted]

I.1.1 Ubicación del proyecto

Dato	Descripción
Entidad federativa	Yucatán
Municipio	Progreso
Localidad	Chicxulub Puerto
Predios	Predios 200 y 210, calle 19, polígono III, manzana 25, letra A, sección catastral 2
Superficie total	9,855.00 m²
Referencia	Aproximadamente 450 m de la línea de costa del Golfo de México

La imagen de ubicación, el cuadro de coordenadas UTM y los planos georreferenciados se integran en el cuerpo del presente estudio y en los anexos físicos correspondientes.

I.1.2 Descripción específica de las obras y actividades

Elemento	Descripción
Obra principal	Conjunto comercial de uso mixto con 25 locales, distribuido en los sectores A, B y C
Estacionamiento	79 cajones, incluidos espacios para personas con discapacidad, mujeres embarazadas y adultos mayores
Obras hidráulicas y sanitarias	Cisterna, red hidráulica y sanitaria, planta de tratamiento de aguas residuales y pozos de absorción para el efluente tratado

Manejo pluvial	Red independiente y conducción hacia áreas permeables o sistemas de infiltración
Residuos	Cuarto de basura de 81.03 m² y contenedores para el acopio temporal y separación
Obras temporales	Almacén provisional, sanitarios portátiles y áreas temporales para materiales y maquinaria
Supuesto reglamentario	Obras y actividades sometidas a evaluación federal conforme al artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Precisar el inciso y la fracción aplicables antes del ingreso.

I.1.3 Inversión y duración

Concepto	Monto
Inversión total	$8,500,000.00
Infraestructura	$7,900,000.00
Medidas ambientales	$600,000.00
Etapa	**Duración estimada**
Preparación del sitio y construcción	24 meses
Operación y mantenimiento	50 años
Cierre y abandono	No se prevé; se prolongará la vida útil mediante mantenimiento. En caso de cierre deberá presentarse el programa correspondiente.

I.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. I.2.1 Información general del proyecto

Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrolla en dos terrenos, el primero es el predio 200 ubicado en la calle 19 polígono III manzana 25 letra "A" sección catastral 2 con una superficie de 4,907.00 m^2 y el segundo es el predio 210 ubicado en la calle 19 polígono III, manzana 25 letra "A" sección catastral 2 con una superficie de 4,948 m^2, ambos pertenecientes a la localidad de Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, Yucatán. Sumando una superficie total para el desarrollo del proyecto de 9,855 m2

El predio se emplaza a una distancia aproximada de entre 450 metros de la línea de costa del Golfo de México, en una zona de transición entre el área urbana consolidada de Chicxulub Puerto y los ecosistemas costeros adyacentes.



Imagen 1.1. Mapa de Ubicación

Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto tendrá una duración de 2 años para la etapa de preparación del sitio y construcción y 50 años para la etapa de operación, tal como lo desglosa el cronograma de trabajo en el apartado I.2.5.1 de esta MIA-P.

El proyecto Locales Comerciales Chicxulub Puerto consiste en el desarrollo de un conjunto comercial de uso mixto emplazado sobre una superficie total de 9,855 m², organizado en tres sectores (A, B y C) distribuidos de forma lineal sobre un predio de geometría trapezoidal. El conjunto alberga 25 locales comerciales con superficies que van desde los 66.27 m² hasta los 211.41 m², complementados con dos núcleos de baños colectivos, un cuarto de basura y áreas de servicio estratégicamente ubicadas entre sectores.

La circulación vehicular se resuelve mediante 79 cajones de estacionamiento frente a los locales, con acceso directo desde la vialidad, incluyendo espacios diferenciados para personas con discapacidad, mujeres embarazadas y adultos mayores.

Las áreas verdes se integran de forma intercalada a lo largo del conjunto, junto con una franja de zona protegida en la colindancia posterior del predio. El manejo de aguas residuales se atiende mediante una planta de tratamiento, con pozos de absorción para el efluente tratado. Los escurrimientos pluviales se manejan a través de bajadas de Ø100 mm conectadas a pozos de absorción pluvial de 6 m de profundidad, aprovechando la permeabilidad del sustrato kárstico regional

1.1.1. Dimensiones del proyecto

A continuación, se presenta el cuadro de coordenadas en formato UTM de la ubicación del predio donde se pretende realizar el proyecto.

Imagen 1.2. Tabla de áreas

Tabla de Áreas		
Espacio	Área	Porcentaje
Área de Zona Protegida	3,008.99 m²	31%
Área de Pasillo de Servicio	580.01 m²	6%
Área de Vialidades y Estacionamiento	2,899.71 m²	29%
Área de Establecimientos	2,167.89 m²	22%
Área de Banquetas	424.22 m²	4%
Área Verde	486.41 m²	5%
Área de Servicios	287.78 m²	3%
TOTAL	**9,855.00 m²**	**100%**

Tabla 1.1. Cuadro de coordenadas UTM del polígono total del proyecto

Coordenadas UTM		
Vértice	X	Y
1	232612.94	2357089.81
2	232605.98	2357132.09
3	232941.08	2357190.98

4	232942.99	2357170.93
5	232872.92	2357163.98
1	232612.94	2357089.81

1.1.2. I.2.3 Inversión requerida

A continuación, se presenta la inversión total del proyecto y la inversión en costos de medidas de mitigación y prevención.

Inversión requerida	Total	Infraestructura	Costos por la implementación de medidas de Prevención y Mitigación
	$8,500,000.00	$7,900,000.00	$600,000.00

1.1.3. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio donde se desarrollará el proyecto Locales Comerciales actualmente se encuentra en abandono siendo un sitio o terreno baldío, con un uso de suelo de asentamientos humanos. Asimismo, cuenta con la infraestructura necesaria para gozar de los servicios públicos como alumbrado público, servicio de agua y de energía.

La zona cuenta con servicios urbanos básicos de:

1) Agua potable: Es brindado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del municipio de Progreso. El agua para consumo humano se proporcionará a los trabajadores en envases de empresas purificadoras, obtenidos en expendios que se encuentran en la cercanía del proyecto. Del agua potable, el abastecimiento del agua potable será través de la autorización del H. Ayuntamiento de Progreso, quien brinda servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a las comisarías de Chicxulub puerto, Chuburná y Yucalpetén.

Adicional al servicio básico de agua potable el promovente tramitará los permisos ante SMAPAP para el suministro de agua potable desde la que se alimentará una cisterna dimensionada para almacenar un día del consumo de agua.

2) Energía Eléctrica: Para el abastecimiento de energía eléctrica necesaria durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento será a través de los servicios de la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Actualmente para la zona se cuenta con este servicio y con la infraestructura y equipo necesarios. El promovente tiene que solicitar el servicio de CFE bajo contratación.

3) Recolección de Residuos Sólidos Urbanos: Este servicio lo brinda el H. Ayuntamiento de Progreso, mediante camiones colectores los cuales tienen un horario y rutas establecidas, para posteriormente trasladarlos al relleno sanitario municipal. Por parte del municipio de Progreso, existen concesiones a empresas autorizadas para la recolección de residuos sólidos generados en sus localidades. Estas empresas brindan el servicio bajo contratación, y se encargan de trasladar los residuos sólidos generados a sitios de disposición final autorizados. El proyecto en su etapa de construcción y operación (incluido el mantenimiento) generará residuos sólidos no peligrosos, los cuales serán almacenados temporalmente en el predio, posteriormente ahí serán recogidos por la empresa contratada para que esta los traslade al sitio de disposición final autorizado. Para los residuos de manejo especial y los residuos peligrosos que se generen, se les deberá dar el manejo adecuado señalado en los diversos instrumentos normativos aplicables.

4) Manejo de aguas residuales domésticas: se instalará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales BIOSPLANTS-25, que cumple con los requerimientos normativos (NOM-001 SEMARNAT-2021), para el tratamiento y manejo de las aguas que se generen de la actividad doméstica.

5) Sanitarios: En el sitio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, se encuentra urbanizado y cuenta con todos los servicios, sin embargo, el contratista suministrará letrinas portátiles para el uso obligatorio de los empleados, posteriormente en la operación del proyecto se contempla que cada local cuente con su propio sanitario.

I.2.5 Características particulares del proyecto

El proyecto se ejecutará en 3 etapas, en la primera etapa se llevarán a cabo las actividades de preparación del sitio: excavación, nivelación y trazo, posteriormente la etapa de construcción (vialidades, infraestructura y áreas verdes) y finalizando con la operación que incluirá la renta de locales y su funcionamiento. No se considera la etapa de abandono del sitio, ya que la duración del proyecto se prolongará con los mantenimientos adecuados de las instalaciones.

N° de Etapa	ETAPA
I	Preparación del sitio

II	Construcción
III	Operación y mantenimiento.

Obras asociadas o complementarias

De acuerdo con la constructora a la cual se asigne el proyecto de construcción para cada zona del proyecto, se promoverá la habilitación de almacenes temporales construidos con vigas de madera y lámina galvanizada y/o de cartón para resguardo de materiales y herramientas diversas, así como para vigilancia diurna y nocturna, durante la etapa de construcción.

Este almacén, que se ubicará dentro del área de trabajo, se construirá con materiales como madera y lámina de cartón, de rápido desmantelamiento al término de sus funciones.

Una vez concluida la obra será desmantelada y sus materiales serán reutilizados. La maquinaria de construcción permanecerá en el predio cuando no se encuentre laborando para evitar trastornos viales en las áreas adyacentes.

I.2.5.1 Programa de trabajo

Se contempla que el programa de ejecución de la obra sea en un plazo de 24 meses para la urbanización (habilitación de caminos de accesos y vialidades, la construcción de la infraestructura y áreas verdes). Dicho proyecto se pretende iniciar cuando se cuente con todos los permisos correspondientes para su construcción. Se presenta a continuación el Programa General Calendarizado con las actividades del proyecto tal y como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 1.2. Cronograma del proyecto

CONCEPTO	MESES (BIMESTRES)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del Sitio												
Excavación												
Terracerías												
Pavimentación												
Construcción												
Guarniciones y banquetas												
Electrificaciones												
Señalamiento y nomenclatura												
Cimentación												
Muros												
Azoteas												
Acabados												
Albañilería interior												
Instalaciones												
Puertas y ventanas												
Obra exterior												
Pintura												
Operación												
Separación de residuos												→
Utilización de contenedores plásticos												→
Contratar servicios privados de recolección de residuos sólidos urbanos												→
Mantenimiento PTAR												→
Mantenimiento												→

1.1.4. Representación gráfica local

Se anexa el proyecto arquitectónico contemplado para el proyecto.

1.2. Etapa de Preparación del sitio y construcción

1.2.1. Preparación del Sitio

Para este proyecto en particular esta etapa iniciará en reunir las condiciones necesarias la nivelación de pisos, excavaciones, deslinde del Terreno se fijarán mojoneras de concreto en cada vértice de este, no se requiere realizar el desmonte ni despalme del predio, ya que se trata de un predio cuya superficie es arena, únicamente será removida la escasa vegetación, cuyos residuos, producto de esta remoción serán dispuestos en un sitio autorizado para este fin, trazo y delimitación de Áreas de Aprovechamiento, tapiado con el objetivo de delimitar el sitio de obra, evitando con esto generar un impacto al paisaje dadas las actividades de construcción.

El material de escombro será dispuesto por empresas autorizadas para el manejo y disposición de los mismos. Dado que se esperan pocos restos vegetales producto del desmonte, éstos serán dispuestos en los alrededores como mejorador del suelo.

Excavaciones, Compactaciones, Rellenos y/o Nivelaciones

1. Limpieza y preparación del terreno con el retiro de capa vegetal perteneciente a herbáceas. La tierra será aprovechada para las zonas de jardines, se almacenará en un lugar acondicionado para evitar la contaminación.
2. Construcción de espacios e instalaciones provisionales (de fácil montaje y desmontaje): almacén, oficinas, laboratorio, instalaciones de energía eléctrica e hidro-sanitarias.
3. Se determinarán los niveles del terreno de acuerdo a un nivel de referencia determinado.
4. Los trabajos de excavación serán realizados con maquinaria para el trabajo grueso, pero la confirmación final se hará manualmente.
5. El material producto de la excavación será retirado fuera del predio por medio del contratista dándose como subproducto, en este proceso y durante la carga se almacenará en lugares destinados para dicho fin, ocasionalmente se utilizará equipo de trituración.

La terracería para la nivelación del área se realizará con el material de banco, el cual será extendido y compactado con la ayuda de una moto conformadora y un rodillo neumático, Para lograr la compactación adecuada, se humedecerá el terreno. El material sobrante de las excavaciones será utilizado posteriormente para el relleno, por lo que la generación de residuos pétreos o material sobrante de esta actividad será nula o muy seca. En cualquier caso, los sobrantes de material de relleno serían utilizados durante la cimentación y construcción en caso procedente.

1.2.2. Construcción

Cimentación de concreto armado, según mecánica de suelos. compensada a base de una losa de cimentación con ampliación en su espesor según se requiera para desplantar muros de concreto y columnas de acuerdo al espacio que se tenga disponible. El sistema estructural del edificio será a base de Marcos de concreto Viga-Columna y Muros de

contención. El sistema de piso será a base de losa nervada en dos direcciones en los pisos habitacionales y área común, losa solida de concreto en planta baja (área de cisterna), así como losa sólida en cubiertas de escalera y elevador.

Cimentación

En la Península de Yucatán, el subsuelo presenta características particulares derivadas de su origen kárstico, con presencia de roca caliza, cavidades y zonas de material suelto. Para este proyecto, la cimentación se definirá con base en el estudio de mecánica de suelos, considerando el sistema de zapatas aisladas de concreto armado o losa de cimentación compensada, según la capacidad de carga del terreno. Se realizarán perforaciones exploratorias con barrenos a una profundidad mínima de 3 m para verificar la solidez y continuidad del subsuelo, garantizando la seguridad estructural ante la posible presencia de oquedades o materiales de baja resistencia propios de la región.

I. Cuando se llega a la profundidad del desplante, se verifica la calidad del terreno para la cimentación, mediante perforaciones aleatorias con barrenos de 3 m, para garantizar la solidez y confirmación del subsuelo.
II. Se construirán zapatas aisladas de concreto. La profundidad y la anchura de las mismas que se indican en el proyecto estructural.
III. Se construirán muros de contención de concreto. La profundidad, la anchura y el espesor se indican en el proyecto estructural.

a) Estructura

El sistema estructural consistirá en marcos de concreto armado tipo viga-columna, con columnas como elementos verticales y trabes como elementos horizontales, conformando una estructura tridimensional rígida.

Dado el contexto climático de Yucatán —caracterizado por alta humedad, vientos intensos y ciclones tropicales—, el diseño estructural deberá cumplir con las especificaciones del Reglamento de Construcciones vigente y las cargas de viento establecidas para la zona. El sistema de entrepiso se resolverá mediante losa nervada en dos direcciones en niveles habitacionales y losa sólida de concreto en áreas de cisterna, cubiertas de escalera y accesos.

b) Albañilería

Los muros de división y cerramiento se construirán con block hueco de concreto, material ampliamente utilizado en Yucatán por su disponibilidad regional, resistencia térmica y facilidad de ejecución. Se contempla también el uso de muros divisorios prefabricados en zonas donde las especificaciones del proyecto lo permitan. Dada la agresividad del ambiente costero —con alta salinidad y humedad—, todos los elementos de albañilería incluirán aditivos impermeabilizantes y anticorrosivos en las mezclas, así como recubrimientos exteriores con pinturas especializadas para garantizar durabilidad a largo plazo.

c) Instalación eléctrica

La red eléctrica se diseñará conforme a la NOM-001-SEDE-2022 vigente, contemplando instalaciones de media y baja tensión con tableros de distribución, canalizaciones, dispositivos de protección y control.

El suministro se realizará mediante acometida de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con medidores individuales por local. Considerando las condiciones climáticas de la zona costera, se utilizarán materiales con protección a la corrosión en conductores, ductos y tableros, y se preverán sistemas de pararrayos y tierras físicas para protección ante descargas eléctricas, fenómeno frecuente en la Península de Yucatán durante la temporada de lluvias.

d) Instalación hidráulica y Sanitaria

La red hidráulica interior distribuirá agua potable proveniente de una cisterna de almacenamiento dimensionada para un día de consumo, con sistema de bombeo hacia tinacos o red presurizada.

Las tuberías serán de CPVC o polietileno de alta densidad (PEAD), materiales recomendados para zonas con agua de alta dureza como las de la Península de Yucatán, donde el contenido de minerales calcáreos genera incrustaciones en tuberías metálicas. La red sanitaria conducirá las aguas residuales hacia la Planta de Tratamiento de Aguas

Residuales (PTAR) modelo BIOSPLANTS-25, que dará cumplimiento a los parámetros de descarga establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

La red pluvial se diseñará de forma independiente, captando escurrimientos superficiales y orientándolos hacia áreas permeables o sistemas de infiltración al suelo, aprovechando la alta permeabilidad del sustrato calcáreo regional.

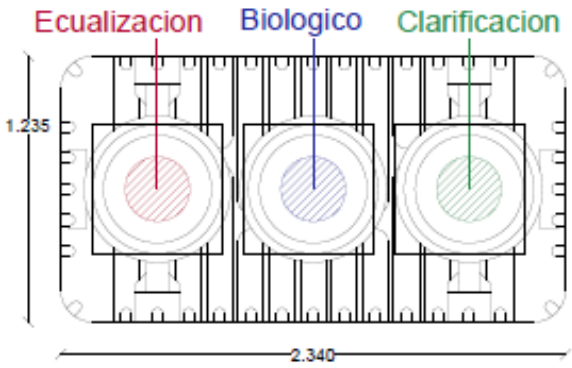


Imagen 1.3. Diseño de Planta de Tratamiento

Para el manejo de las aguas residuales generadas durante la etapa de operación del proyecto, se contempla la instalación de una **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales BIOSPLANT-25®**, fabricada por **Biosoluciones S.C.**, empresa con sede en Mérida, Yucatán. El equipo está fabricado en **polietileno de alta densidad (HDPE) de 5 mm de espesor**, lo que le confiere alta durabilidad, resistencia a la corrosión y capacidad para instalarse de forma subterránea, incluso bajo superficies de estacionamiento, característica relevante dada la limitación de espacio en desarrollos comerciales.

El sistema cuenta con una capacidad de 2,000 litros por día por módulo, con posibilidad de escalar mediante configuración modular según el volumen de aguas residuales generado por el proyecto. La superficie mínima requerida para su instalación es de 10 m². Para su correcta operación se requiere la aplicación semestral de ESO-BIOS (1 litro para digestión de materia orgánica) y una pastilla de cloración semanal para desinfección, insumos incluidos con el equipo.

El sistema ha sido diseñado para dar cumplimiento a los parámetros de descarga establecidos en la **NOM-001-SEMARNAT-2021**, garantizando que el efluente tratado no

represente un riesgo de contaminación para el acuífero kárstico de la Península de Yucatán, sistema altamente vulnerable por su alta permeabilidad y la escasa profundidad del nivel freático en la zona costera de Chicxulub Puerto. La elección de este sistema responde a criterios de bajo costo operativo, diseño compacto y sostenibilidad ambiental, alineados con las medidas de mitigación propuestas en esta MIA.

e) Exteriores

El área de estacionamiento incluye espacios para motocicletas, topes de concreto, señalización horizontal y una pendiente del 8% para el desalojo de aguas pluviales hacia la red de drenaje correspondiente.

Se contempla un área de banqueta perimetral frente a los locales comerciales que funciona como corredor peatonal de acceso, garantizando la circulación continua entre sectores. Las superficies de rodamiento y andadores se diseñarán con pavimentos de concreto hidráulico o asfalto, considerando pendientes mínimas del 1% al 2% para el adecuado escurrimiento pluvial hacia los registros y pozos de absorción del sistema de drenaje pluvial.

Las áreas verdes se distribuyen de manera intercalada entre los sectores comerciales, con superficies individuales sumando una superficie total ajardinada significativa dentro del conjunto. Estas áreas se plantarán con vegetación nativa o adaptada a las condiciones de la zona costera de Chicxulub Puerto, considerando especies tolerantes a la salinidad, los vientos y la escasa profundidad del suelo característicos de la región.

El proyecto incluye un cuarto de basura de 81.03 m² ubicado en el Sector A del conjunto, destinado al acopio temporal y separación de residuos sólidos urbanos generados por los locales comerciales, con capacidad instalada para 20 contenedores

I. Obras y servicios provisionales en esta etapa

Se instalará una bodega para el resguardo de materiales a base de estructura de lámina ondulada. Conforme avance la obra y se construya en todos los espacios disponibles, esta bodega será desmantelada, los materiales serán enviados a almacenamiento en otros sitios

o a disposición final. No habrá necesidad de restaurar el sitio, pues no se prevé afectación alguna.

A continuación, se presentan las tablas de requerimientos generales y de personal del proyecto:

Tabla 1.3. Servicios y actividades

Servicios	Actividad
Arrendamiento de maquinaria y equipo pesado y ligero.	Para excavaciones, cimentación, edificación, etc, en su mayoría se efectuarán mediante trascavos. Se requieren trascavos, retroexcavadoras, zanjadora, motoconformadoras, vibro compactadoras de rodillo, minicargadores frontales, camiones de volteo, camiones pipa, revolvedoras, bailarinas, herramienta menor, etc.
Personal operador de maquinaria,	Operación de la maquinaria ligera para el desarrollo del proyecto desde la preparación del sitio y construcción.
Combustible para vehículos y maquinaria	Serán adquiridos en la estación de servicio PEMEX cercanos, a los alrededores del centro de Mérida, se cuentan con estaciones de servicio. Para maquinaria y vehículos mayores de 3 ton, se empleará diésel; para vehículos y equipo menor, se utilizará gasolina sin plomo.
Mano de obra general y especializada	El desarrollo del proyecto se efectuará mediante diferentes compañías constructoras, las cuales deben contar con albañiles, electricistas, plomeros, carpinteros, ayudantes diversos, etc. Se promoverá la contratación de pobladores de la zona.
Materias primas	Material pétreo para rellenos (material de banco), materiales de construcción como bloques, vigas, acero etc., así como agua para la mezcla y construcción.
Servicio de traslado y disposición final de residuos	Residuos como los vegetales y excesos de material de despalme, de relleno, de excavaciones, de cimentación.
Servicios de jardinería	Para la reforestación del predio y mantenimiento de las áreas verdes.

A continuación, se describirán los requerimientos de personal, que serán necesarios para la realización del presente proyecto.

Tabla 1.4. Personal y servicios necesarios durante el proyecto.

PERSONAL	CANTIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Topógrafo y ayudante	8	Delimitación topográfica, trazo y supervisión de terracerías	Operador de estación total y nivel óptico, prisma y estadal.
Peón	12	Construcción Limpieza	Cargar el volquete con los desperdicios producidos durante el proceso de despalme. Ayudantes de albañilería.
Albañiles	20	Construcción	Construcción en general
Operador de retroexcavadora	1	Desmonte y despalme	Operar la retroexcavadora durante el proceso de desmonte y despalme del terreno
Operador de volquete	5	Desmonte y despalme Limpieza	Trasladar los desperdicios orgánicos del desmonte a su disposición final Transporte de material para terracería
Operador de pipa	2	Aplanado y Compactación	Realizar el riego de impregnación
Operador de compactador y bailarina	2	Aplanado y Compactación	Operar el apisonador monocilindro para la compactación del de las distintas capas del camino y operar la bailarina. Compactadora tras el aplanado en cada capa del camino.
Operador de asfaltadora	1	Colocación de carpeta asfáltica	Colocar el chapopote para posteriormente ser compactado.
Supervisor de obra	2	Supervisión	Supervisar todas las actividades constructivas

PERSONAL	CANTIDAD	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Aluminiero	5	Colocación de ventanas y puertas	Instalación de ventanas y puertas.
Pintores	5	Pintura	Pintura general de las viviendas
Carpintero	5	Colocación de estructuras de madera	Instalación de estructuras de madera
Electricista	5	Instalación eléctrica	Instalación de infraestructura eléctrica
Plomero	5	Instalación hidráulica y sanitaria	Instalación de infraestructura hidráulica y sanitaria
Velador	1	Vigilancia	Vigilar el sitio

1.3. Requerimientos de la obra

Alojamiento

No se requiere de campamentos de trabajo ni puestos de alimentación ya que el sitio se encuentra cerca de centro poblacionales siendo factible la contratación de trabajadores de la comunidad.

Servicios sanitarios

Se tendrán disponibles, para el personal empleado en las etapas iniciales del proyecto, sanitarios portátiles (1 por cada 10 trabajadores) los cuales serán distribuidos de manera estratégica y serán los proveedores del servicio los responsables del tratamiento y disposición de las aguas residuales.

Agua

Para consumo humano el agua se proporciona a los trabajadores en envases de 20 l de agua purificada. El agua requerida para el riego que servirá para evitar la dispersión y generación de polvos, así como el que se empleará en la combinada con los materiales de construcción, se obtendrá mediante pipas de 20,000 L., que su recarga será de una toma autorizada.

Energéticos

Dado que los generadores requieren combustibles, estos serán suministrados en las cantidades necesarias para operar durante la jornada, por lo que no se almacenarán combustibles en el sitio. Al igual que para los generadores eléctricos, se requerirá combustible (diésel) para la operación de la maquinaria. De igual forma, únicamente se suministrará la cantidad que se requiera para completar la jornada de trabajo.

Almacén temporal de materiales y equipos

Para resguardo y protección de herramientas, materiales de construcción e insumos vulnerables al ambiente. Este almacén será construido a base de láminas de cartón y tablas de madera que podrán ser reutilizadas con el mismo fin para otras obras. El almacén será proporcionado por el contratista. La función principal de este almacén es controlar los insumos, materiales y equipos que se necesitan para la realización de las obras.

Área de materiales pétreos

Al momento de efectuar los rellenos que sean necesarios para la conformación del proyecto, se realizará el movimiento de tierras y materiales pétreos, los cuales serán almacenados temporalmente; posteriormente este material se empleará para realizar la nivelación del proyecto donde se requiera.

Manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial

Para el acopio de residuos que se generen, se dispondrán contenedores para depositar en su interior los residuos inorgánicos (empaques, envases, botellas, metal y plásticos).

Los residuos orgánicos (madera, restos de alimentos, bebidas, papel y cartón) se dispondrán en contenedores que serán colocados de manera estratégica para su posterior traslado al sitio que autorice la autoridad municipal y con la señalización correspondiente.

El personal contratado para la construcción no deberá cocinar en el predio en cuestión, con el fin de evitar algún riesgo de incendio.

1.4. Etapa de operación y mantenimiento

a) Programa de Operación

La operación de los locales comerciales, estará a cargo de cada arrendador del inmueble, además se realizó el programa calendarizado por un período indefinido, debido a que con el mantenimiento adecuado se extenderá indefinidamente.

- Separación de residuos. Se recomendará a los habitantes de los locales comerciales separar sus residuos en orgánicos e inorgánicos.
- Utilización de contenedores plásticos con tapa. Se recomendará a los habitantes de los locales comerciales utilizar contenedores plásticos con tapa que permitan almacenar temporalmente los residuos dentro de los domicilios y sacarlos los días de recolección.
- Contratar servicios privados de recolección de residuos sólidos urbanos que los recolectan un mínimo de 3 veces por semana. Se cuidará que estos servicios de recolección cuenten con los permisos necesarios para transportarlos y los dispongan en el relleno sanitario de la ciudad.

b) Programa de Mantenimiento

Al igual que la operación, el mantenimiento de los locales comerciales será responsabilidad de los propietarios del inmueble.

1.5. Etapa de abandono del sitio

No se pretende el abandono del sitio.

1.6. Utilización de explosivos

No se contempla el uso de explosivos y quedará prohibido su uso durante las tres etapas que contempla el proyecto.

1.7. Generación de gases efecto invernadero

En cuanto a las emisiones a la atmósfera se tendrán las siguientes:

La generación de humo de los vehículos de combustión interna que utilizan gasolina y diésel como combustible, los cuales serán utilizados durante la etapa de preparación del sitio (excavación, relleno y compactación).

No se prevé que se generen emisiones por fuentes fijas durante la operación, exclusivamente se generarán emisiones a la atmósfera por la maquinaria requerida para la construcción (Volquetes).

Se presentan las estimaciones de las emisiones:

Tabla 1.5. Maquinaria necesaria para el sitio

Equipo	Etapa	Cantidad	Horas de trabajo diario	Decibeles emitidos	Emisiones a la atmosfera (kg/h)2	Tipo de combustible
Camión de volteo	Preparación y Construcción	5	8	65	2.3	Diesel
Camión con cisterna	Preparación y Construcción	2	8	65	2.3	Diesel
Revolvedora	Preparación y Construcción	2	8	65	0.2	Gasolina
Vibrador	Preparación y Construcción	2	8	65	0.1	Gasolina

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

II.1 MATRIZ GENERAL DE VINCULACIÓN

La vinculación detallada se desarrolla en los apartados y tablas subsecuentes. El siguiente cuadro funciona como ruta de consulta para el expediente físico.

Instrumento	Disposiciones y restricciones	Congruencia o cumplimiento del proyecto
LGEEPA	Evaluación previa de los impactos; prevención y control de la contaminación; protección de ecosistemas.	La MIA se presenta antes de ejecutar el proyecto y propone medidas, seguimiento y manejo ambiental.
Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA	Supuestos del artículo 5 y contenido de la MIA conforme al artículo 12.	El proyecto se somete a evaluación federal. Precisar el inciso y la fracción aplicables antes del ingreso.
Ordenamientos ecológicos	POETCY UGA PRO08-BAR_AP1 y POETY UGA 006-APROV-DZE.	La vinculación criterio por criterio se presenta en las tablas del presente capítulo.
Desarrollo urbano	Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso y regulación de uso de suelo aplicable.	Verificar y anexar la constancia o autorización urbana vigente y su congruencia con los planos.
Áreas naturales protegidas	El estudio señala que el proyecto no se ubica dentro de ANP federal, estatal o municipal.	Se incorporan el análisis cartográfico y la evidencia correspondiente.
Normas Oficiales Mexicanas	Normas sobre agua residual, residuos, ruido, emisiones, instalaciones y especies en riesgo.	La vinculación específica y las acciones de cumplimiento se desarrollan en este capítulo y en las medidas ambientales.

II.2 POBLACIÓN INDÍGENA Y AFROMEXICANA

Estado	Municipio	Localidad	Resultado
Yucatán	Progreso	Chicxulub Puerto	Pendiente de confirmar con la actualización vigente del Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del INPI antes del ingreso.

ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS

Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024

México establece dentro de la Agenda Nacional las prioridades en la conservación y protección de los recursos naturales, esta política ambiental que preside el ejecutivo federal por conducto de la Secretaria en llevar a cabo la estrategia nacional en la protección del ambiente que dará el eje en la agenda nacional del Plan Nacional de Desarrollo, en donde las prioridades es la protección del medio ambiente y que los recursos naturales inducir un desarrollo sustentable, acción que debe sercompartida con todos los sectores y con los niveles de gobierno. El mismo Plan establece que se deben emplear los ordenamientos jurídicos y que den la seguridad en la protección de los recursos, acciones orientadas en una política en armonía con un desarrollo equilibrado y sustentable. Entre sus ejes, dicho plan establece que se debe de promover un desarrollo sustentable que sea compatible con los usos del suelo, asumiendo que la prioridad es la protección y conservación de la biodiversidad, y que se alcanzar un equilibrio entre el desarrollo y los recursos naturales que permita el funcionamiento del medio ambiente; el Plan indica que se debe estimular a las actividades productivas o inversionistas para la que generen empleos que beneficien a los habitantes de zona.

Vinculación: Con la finalidad de asegurar la congruencia entre el desarrollo del proyecto y las condiciones ambientales presentes en la zona y sus áreas colindantes, se deberán observar las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como en los demás instrumentos jurídicos aplicables en materia de protección ambiental. De igual forma, se deberá garantizar la compatibilidad del uso de suelo conforme a lo señalado en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, el Programa de Ordenamiento Ecológico Costero del Territorio del Estado de Yucatán y el Programa de Desarrollo Municipal de Progreso, por lo que la ejecución del proyecto deberá apegarse a los lineamientos, disposiciones, leyes, reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas vigentes en materia de conservación de los recursos naturales, asegurando el cumplimiento de cada uno de ellos.

El proyecto se llevará a cabo bajo un enfoque de protección ambiental, mediante la implementación de medidas preventivas y de mitigación que permitan disminuir los

posibles impactos negativos sobre los elementos naturales presentes en el área de influencia.

Asimismo, la realización del proyecto contribuirá al impulso del desarrollo económico y social, fomentando la generación de empleos.

En su apartado II. Política Social: - Desarrollo sostenible

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

Vinculación: Es importante señalar que el área donde se ubica el proyecto se encuentra comprendida dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Yucatán (POETY) así como en el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY). En este sentido, se consideran e integran medidas de prevención y/o mitigaciones orientadas al aprovechamiento sustentable de los recursos. Si bien dicho instrumento no resulta aplicable de manera retroactiva al proyecto, se realiza su vinculación con el fin de corroborar la viabilidad ambiental y la sustentabilidad del mismo.

II.3.2 Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030

El Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 del Estado de Yucatán, es el instrumento que guiará los objetivos y estrategias para el desarrollo del Estado, de un crecimiento equilibrado, fomento económico; inversión en capital humano y legalidad, entre otros; estos aspectos enmarcan las políticas sociales que son los pilares del desarrollo de la región.

Para lograr que el Plan sea verdaderamente el instrumento rector del estado y la guía que defina las principales acciones para Yucatán durante los próximos años, se requiere establecer de manera muy clara y ordenada las prioridades plasmadas en objetivos y estrategias de largo alcance, que de forma directa impacten los sectores con mayor relevancia para la población.

Las directrices del desarrollo (vertientes) son el apartado sustantivo que precisamente ordena y sistematiza el PDE y son los siguientes:

1.- Gobierno honesto, humanista y cercano al pueblo.

2.- Bienestar social para la salud de todas y todos.

3.-Educación, cultura y deporte pilares del renacimiento.

4.- Economía con prosperidad compartida y rescate del campo.

5.- Infraestructura para un desarrollo territorial ordenado y sostenible.

6.- Justicia, seguridad ciudadana y cultura de la paz.

7.- Pueblo maya, raíz y razón de ser.

Por otra parte, es importante mencionar que la expansión de las zonas urbanas sin una adecuada planeación contribuye a un deterioro ambiental. El uso de suelo y vegetación presenta un proceso altamente cambiante y constante a lo largo de los años, este proceso pone en riesgo la biodiversidad existente en los ecosistemas característicos del estado; una amenaza actual es el alto peligro de deforestación, derivado del incremento de la frontera agrícola y pecuaria, el crecimiento urbano descontrolado que acelera la pérdida de hábitat de especies prioritarias de la región.

Es por ello que uno de los objetivos del plan estatal es disminuir la degradación ambiental del territorio haciendo énfasis en el manejo integral de residuos sólidos y el incremento de aguas residuales tratadas, recuperando así los espacios contaminados.

Vinculación: En atención a lo anterior, el proyecto contempla la implementación de diversas prácticas sustentables orientadas a reducir de manera significativa los impactos derivados de su operación, mediante acciones como la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales y la ejecución de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Estas medidas tienen como finalidad contribuir a la protección y conservación de las especies que pudieran encontrarse dentro del predio. De esta manera, el proyecto se alinea y da cumplimiento a los objetivos establecidos en el apartado ambiental del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Yucatán.

II.3.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán POETCY

El POETCY, decretado en Julio de 2007, es en la actualidad el principal instrumento rector de los lineamientos a seguir para el desarrollo de las zonas costeras del Estado de Yucatán. Este se elaboró bajo una aproximación interdisciplinaria y rigurosa basada en el conocimiento de los ambientes marino-costeros.

Dentro de los objetivos y metas principales del POETCY, destacan:

- Promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de losrecursos naturales.
- Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes, normas y programas vigentes en la materia
- Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable.
- Promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y accionesde las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, Estatal y Municipal en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación y otros ordenamientos aplicables.

Decreto 309/2015 mediante el cual se modifica el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

En el marco de este Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) correspondiente a PRO08-BAR_AP1, la cual cuenta con características específicas en cuanto a su vocación, lineamientos y criterios ecológicos aplicables para el aprovechamiento, conservación y restauración del territorio. En la siguiente figura

se señala la ubicación del sitio con respecto al POETCY:



Imagen 2.1. UGA POETCY del proyecto de Locales Comerciales

En la tabla siguiente se presentan las políticas y usos de suelo de la UGA PRO08-BAR_AP1.

Tabla 2.1. Política y usos de suelo de la UGA PRO08-BAR_AP1.

Actuales	• 2.- Aprovechamiento tradicional de flora y fauna • 9.- Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales). • 22.- Vivienda Unifamiliar.
Compatibles	• 1.- Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas. • 2.- Aprovechamiento tradicional de flora y fauna • 3.- Apicultura • 4.- Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético. • 9.- Agricultura de plantaciones perennes (Henequén, Coco, Frutales) • 20.- Turismo de muy bajo impacto (pasa día, palapas, senderos, pesca deportiva (en mar o ría) observación de aves, fotografía, acampado) • 21.- Turismo alternativo (hoteles y servicios ambientales compatibles) • 22.- Vivienda Unifamiliar. • 23.- Turismo tradicional de mediano impacto (hoteles, vivienda multifamiliar, restaurantes, venta de artesanías y servicios conexos).

	• 25.- Desarrollos inmobiliarios de acuerdo con la Ley de Desarrollos Inmobiliarios del Estado de Yucatán.
No compatibles	• 5.- Pesca de consumo doméstico o pesca deportiva. • 6.- Acuacultura artesanal o extensiva • 7.- Acuacultura industrial o intensiva • 8.- Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de ramoneo. • 10.- Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato) • 11.-Ganadería extensiva (bovinos, ovinos) en potreros. • 12.- Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves). • 13.- Extracción artesanal de sal o artemia • 14.- Extracción industrial de sal • 15.- Extracción de arena • 16.- Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos • 17.- Extracción industrial de piedra o sascab. • 18.- Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua • 19.- Industria en general. • 24.- Campos de golf. • 26.- Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos. • 27.- Desarrollos portuario-marinos y servicios relacionados. • 28.- Aprovechamiento forestal maderable y no maderable • 29.- Industria eoloeléctrica

Tabla 2.2. Vinculación con el POETCY UGA PRO08-BAR_AP1

No.	CRITERIO	VINCULACIÓN
5	Con base en el principio de precautoriedad, la extracción de agua para abastecer la infraestructura de vivienda, turística, comercial, industrial o de servicios se deberá limitar al criterio de extracción máxima de agua de hasta 2 l/s, con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 10 l/s si se demuestra, con un estudio geohidrológico detallado del predio, que la capacidad del acuífero lo permite; en este caso la autorización deberá supeditarse a que se establezca un sistema de monitoreo con registro continuo del acuífero y a la inscripción y participación activa del usuario en el Consejo de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua CNA, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	*Cumple. El caso de que el proyecto solicitará el permiso de extracción de agua ante la CONAGUA, contemplando cumplir con la normativa vigente y en caso de que se requiera mayor volumen de agua que el otorgado por el municipio de Progreso.*
9	La extracción de arena queda supeditada a la autorización de los permisos por parte de las autoridades municipales y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, con excepción de las zonas de acumulación en las escolleras orientales de los puertos de abrigo habilitadas como bancos de préstamo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y aquellos que se encuentren en zonas federales, en cuyo caso, deberán contar con autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y en aquellas que se encuentren en áreas naturales protegidas, deberán contar con la autorización de la dirección de la reserva.	*No aplica. El proyecto no contempla la extracción de arena, sin embargo, en caso de requerirse para la construcción del proyecto, se solicitarán los permisos necesarios y se le dará aviso a la autoridad.*
10	Se deberá promover la elaboración de programas de desarrollo urbano para planear y regular la expansión de los asentamientos humanos, regularizar los existentes, evitar invasiones en zonas federales de ciénagas, prever la creación de centros de población, y delimitación de fondos legales y reservas de crecimiento. Asimismo, se promoverá la coordinación de los municipios conurbados en los términos de lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Yucatán.	*Cumple. El proyecto está dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Progreso (PDU) que es compatible con los usos y destinos de uso de suelo.*

11	De acuerdo con lo establecido en los artículos de la Ley General de Vida Silvestre, cuando se requiera delimitar los terrenos particulares, fuera de zonas urbanas y los bienes nacionales que hayan sido concesionados, con previa autorización de la autoridad competente, esta delimitación se deberá realizar garantizando el libre paso de las especies y que no fragmenten el ecosistema.	*Cumple. Se va a tomar en cuenta acciones de cuidado de la fauna en el sitio, dejando espacios para el flujo de la fauna.* *Toda vez que el proyecto contempla la delimitación del terreno, sin embargo, esto no interferirá en el paso continua de la fauna y se aplicará en caso de requerirlo previo a los inicios de obra el programa de rescate y reubicación de fauna. El proyecto contempla un área de conservación en un solo bloque para evitar la fragmentación del ecosistema.*
12	La construcción e instalación de infraestructura en zonas federales que afecten la dinámica del transporte litoral, tales como, espigones, espolones, escolleras, geotubos y bardas, que obstruyan o modifiquen los cauces principales del flujo y reflujo de marea, así como proyectos de restitución de playas, quedarán restringidas y sujetas a evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la presentación de un programa de monitoreo y mantenimiento de transporte litoral de sedimentos.	*Cumple. El proyecto se somete a evaluación de la Secretaría a través de un estudio de impacto ambiental.*
19	Las autorizaciones de construcción de hoteles, condominios, villas, casas-habitación, desarrollos habitacionales y urbanos, piscinas, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles y calles de los predios ubicados frente a la playa requerirán de una delimitación de la zona federal marítimo terrestre y los promoventes deberán identificar en un plano topográfico la primera duna, o en su caso, la presencia de matorral costero, el cual deberá ser protegido, por lo que no nivelarán ni destruirán la primera duna y respetarán la vegetación rastrera y de matorral existente tanto en la duna como en la playa. Se exceptúa de este criterio la instalación de estructuras que no requieran de cimentación y que sean desmontables y fácilmente removibles manteniendo la condición de protección total a la vegetación de duna presente. Estos criterios aplican también a los permisos para ampliación, remodelación, o reconstrucción de edificaciones preexistentes, los cuales también requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental.	*Cumple. El proyecto contempla la delimitación de la zona en donde se tendrá un área de conservación en un solo bloque para evitar la fragmentación del ecosistema. El proyecto también contempla un programa de rescate y reubicación de flora y fauna previo inicios de obra.*

20	Para las autorizaciones de construcción de predios ubicados frente a la playa cuyas dimensiones no les permitan cumplir con la disposición señalada en el criterio anterior, podrán optar por sistemas de construcción elevados sobre pilotes, que mantengan la duna y la vegetación, previa evaluación en materia de impacto ambiental.	*No aplica. El predio del proyecto no se ubica frente a la playa.*
21	En caso de que la primera duna esté alterada o poco definida, las construcciones deben incluir trampas de arena para reconstruirla; si la vegetación está alterada, es escasa o inexistente, la obra debe incluir la reforestación con vegetación rastrera y de matorral desde la duna hasta la playa.	*No aplica. El predio del proyecto no se ubica frente a la playa.*
22	Las construcciones en la barra arenosa de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios deberán sujetarse al procedimiento del cálculo de la capacidad de carga (anexo I), se podrá exceptuar los resultados del anexo I en los predios cuya capacidad de carga sea menor que el resultado del estudio de contexto. Las construcciones se apegarán a los reglamentos de construcción municipales, en su caso. En paisajes fuera de la barra arenosa, los desarrollos de tipo habitacional, turístico, comercial y de servicios no requerirán del análisis del anexo I. En todos los casos se requerirán evaluaciones de impacto ambiental.	*Cumple. El proyecto se someterá al estudio de capacidad de carga previo al inicio de obra, el cual quedará sujeto a aprobación por parte de la autoridad competente.*
23	El diseño por viento de las construcciones en la barra arenosa deberá considerar velocidades de 250 km/h.	*No aplica. El predio del proyecto no se ubica en la barra arenosa.*
24	La altura máxima de los edificios construidos en la barra arenosa dentro del área que resulte del estudio de capacidad de carga determinada por el anexo I o el estudio de contexto será equivalente a la que determine el número máximo de lotes unifamiliares que pudiera establecerse en todo el predio. Se tomará como base para este cálculo lotes con una superficie mínima de 300 m2 y las restricciones por concepto de vialidades o circulaciones y áreas de destino o áreas comunes.	*No aplica. El predio del proyecto no se ubica en la barra arenosa.*
25	Los desarrollos urbanos y turísticos sometidos a autorización de la autoridad competente deberán contar con un programa integral de manejo de residuos sólidos.	*Cumple. El proyecto contemple el Programa de manejo de residuos sólidos, incluido en el desarrollo del manifiesto de impacto ambiental.*

30	Los accesos peatonales a la playa, ya sean públicos o privados; deberán consistir en andadores elevados sobre pilotes para no destruir la vegetación fijadora de la arena, o accesos serpenteados no mayores a un 1.5 m de ancho	*No aplica. El proyecto por su naturaleza se trata de la construcción y operación de locales comerciales, por tanto, no considera accesos peatonales a la playa.*
31	Las áreas actuales ocupadas por desarrollos turísticos, vivienda y las de futura expansión deberán contemplar el acceso público a zona federal marítimo terrestre, de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, recomendándose distancias máximas de 200 m.	*No aplica. El proyecto por su naturaleza se trata de la construcción y operación de locales comerciales, al momento de presentar el estudio no se ha iniciado ningún trabajo de construcción.*
32	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos motorizados, así como la realización de otras actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, áreas de anidación de tortugas marinas y la porción correspondiente a la primera duna costera, salvo en casos de inspección, vigilancia y emergencias.	*No aplica. El predio del proyecto no se ubica en la primera duna costera.*
33	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas, durante el periodo de anidación y eclosión se debe restringir la iluminación directa al mar y a la playa durante dicho período.	*Cumple. El proyecto tomará las medidas necesarias para mitigar los posibles daños a la fauna.*
34	Con el objeto de no perturbar a las tortugas marinas durante el periodo de anidación y eclosión, se controlará el acceso a las playas tortugueras durante dicho periodo.	*Cumple. El proyecto tomará las medidas necesarias para mitigar los posibles daños a la fauna.*
35	De acuerdo con el artículo 122, fracción VI, de la Ley General de Vida Silvestre, se considera una infracción el manejar ejemplares de especies exóticas fuera de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre de confinamiento controlado. Solo en casos justificados o de ornato se permitirá el uso de palma de coco (enano malayo) en la duna costera.	*No aplica. El proyecto no utilizará en ningún momento algunas especies considerada como exótica.*

37	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos lagunares con el mar requerirán de evaluación en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, excepto cuando tengan como finalidad el drenaje de cuerpos lagunares o charcas salineras derivados de fenómenos hidrometeorológicos severos.	*Cumple. El proyecto se somete a evaluación de la Secretaría a través de un estudio de impacto ambiental.*
38	Las vialidades de acceso público a las playas deberán mantener su permeabilidad por lo que cualquier propuesta de recubrimiento o pavimentación deberá cumplir con este requisito.	*Cumple. El proyecto tomará las medidas necesarias para mantener la permeabilidad.*
39	La construcción de nuevos caminos, así como el ensanche, cambio de trazo y pavimentación de los caminos existentes requerirán de una evaluación en materia de impacto ambiental en los términos de lo establecido en las leyes federales y estatales correspondientes excepto en el caso que conlleve acciones de restauración de flujos hidráulicos en el caso de zonas inundables extendidas en sabanas, lagunas y manglares. A reserva de que los estudios hidráulicos en el trazo vial determinen especificaciones precisas, en carreteras existentes o futuras, se deberá procurar que exista al menos un 30% del área libre de flujo y deben realizarse sobre pilotes y/ó puentes en los cauces principales de agua.	*Cumple. El proyecto se somete a evaluación de la Secretaría a través de un estudio de impacto ambiental.*
40	El uso del fuego deberá considerar las regulaciones que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley de Prevención y Combate de Incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.	*No aplica. El proyecto no contempla el uso de fuego en ninguna etapa de la obra.*
41	Se considera que el aprovechamiento de especies silvestres será compatible con la protección de este ecosistema siempre y cuando sea en unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, cuyo programa de manejo sea autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	*No aplica. El proyecto trata de la construcción y operación de locales comerciales, y no pretende en sus objetivos el aprovechamiento de especies silvestre, por lo tanto, este criterio no aplica al proyecto.*

55	No se permiten las descargas de aguas residuales de ningún tipo, según lo dispuesto en el artículo 121 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	*Cumple. El proyecto contará con una Planta para el tratamiento de sus aguas residuales, instalada en la obra y que garantice el cumplimiento de la normatividad vigente para garantizar que no se esté descargando agua residual sin tratamiento.*
57	Los proyectos de construcción de viviendas, desarrollos turísticos de hospedaje y servicios, los desarrollos urbanos y, en general, cualquier edificación sometida a la evaluación de la autoridad competente deben incluir la implementación de sistemas ahorradores de agua y sistemas integrales de tratamiento y disposición de aguas residuales previendo la separación de aguas grises de las negras.	*Cumple. El proyecto contará con una Planta para el tratamiento de sus aguas residuales construido en obra que cumple con la NOM 001 SEMARNAT 2021.*
58	Se restringe el uso de fertilizantes químicos, herbicidas, defoliantes pesticidas y se deberá fomentar el uso de productos ambientalmente compatibles para el control integral de plagas, enfermedades o control biológico.	*No aplica. El proyecto en ninguna de sus etapas contempla el uso de fertilizantes químicos ni herbicidas dañinos para el mantenimiento de las áreas verdes.*
61	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	*No aplica. El proyecto se trata de la construcción y operación de locales comerciales, y no se contempla en sus etapas ser destino final de los residuos generados.*
63	Los residuos de la actividad pesquera como eviscerados, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en dicha actividad, están regulados por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, por lo que su disposición en las playas está restringida.	*No aplica. El proyecto se trata de la construcción y operación de locales comerciales, por tanto, no se generarán residuos de la actividad pesquera.*
64	No se permite el vertimiento de salmueras a los humedales, lagunas, manglares y blanquizales.	*Cumple. El proyecto no permitirá el vertimiento de salmueras en ninguna de sus etapas.*

II.3.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán POETY

Decreto 629/2023 por el que se formula y expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán.

Mediante el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se establece el "Modelo de Ocupación del Territorio" para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Este modelo es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño de la ocupación del territorio a futuro y al cómo conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado.

En este modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la UGA 006-APROV-DZE, tiene una superficie total de 8.41 km2, sus principales características, así como los lineamientos para la protección, aprovechamiento, conservación y restauración. En la siguiente figura se señala la ubicación del sitio con respecto al POETY:



Imagen 2.2. UGA POETY del proyecto de Locales Comerciales

Los usos de suelo de la unidad de gestión ambiental UGA006 la cual tiene una política de Aprovechamiento Sustentable se presentan en siguiente tabla:

Tabla 2.3. Usos de la UGA006

UGA006-APROV-DZE		
LINEAMIENTOS AMBIENTALES		
Propiciar el aprovechamiento sustentable de 0.015 km2 para el desarrollo de las actividades compatibles.		
CRITERIOS GENERALES		
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15		
MATRIZ DE COMPATIBILIDADES		CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA
Acuacultura de agua dulce	C	1, 2, 19, 20
Acuacultura salobre	C	1, 2, 19, 20
Agricultura tecnificada	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Agricultura extensiva	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Apicultura	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Energía eólica	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Energía fotovoltaica	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Infraestructura	COND	6, 9, 17, 18
Forestal	COND	6, 9, 17, 18
Industrial	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Milpa maya	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Minería no metálica	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Pecuario bovino	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Pecuario porcino	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Pecuario avícola	INC	3, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16
Pesca	COND	6, 9, 17, 18
Turismo de naturaleza	C	1, 2, 19, 20
Turismo de sol y playa	C	1, 2, 19, 20
Turismo convencional	COND	6, 9, 17, 18

Asentamientos humanos	COND	6, 9, 17, 18

A continuación, se vinculan los criterios ambientales de la UGA 006 los criterios generales con el Proyecto.

Tabla 2.4. Criterios ecológicos generales para la UGA-006 del POETY.

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 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. Vinculación: Se cumple, el proyecto contempla realizar la implementación de un tratamiento general a través de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para la operación del proyecto, el cual va a permitir cumplir con las normas aplicables y lograr una operación sustentable.
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. Vinculación: Se cumple, el proyecto tiene contemplado tener un plan de manejo de residuos, además de diferencias los botes de residuos para promover su separación y valorización. Existirá un almacén de residuos, los cuales serán manejados por un proveedor autorizado por el municipio y por la SDS Yucatán si es que lo corresponde.
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. Vinculación: El proyecto contará con una Licencia Ambiental Única de construcción y operación ante la SDS Yucatán.
4	Todo proyecto, obra o actividad que requiera el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas 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. Vinculación: El proyecto contempla contar con su Título de Concesión autorizado por la CONAGUA, así como el permiso de descarga, mismo que será solicitados

	una vez obtenido la resolución del impacto ambiental, ya que es un requisito para dicho trámite.
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. Vinculación: Dentro del terreno del proyecto no se identificó oquedades, cavernas o cenotes en el predio.
	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. Vinculación: Dentro del terreno del proyecto no se identificó zonas inundables y, en caso de encontrarse, las zonas se destinarán para áreas verdes de conservación.
6	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. Vinculación: El proyecto contempla zonas permeables dentro de las distintas zonas del proyecto que permitan la infiltración natural del agua.
7	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. Vinculación: Dentro del proyecto no se identificó vegetación forestal, sin embargo, se ha dejado un porcentaje de áreas verdes y 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. Vinculación: El proyecto contempla las medidas de prevención y mitigación para reducir cualquier afectación que se pudiera llegar a dar.
9	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. Vinculación: El caso de ser necesario se solicitarán los permisos pertinentes.
10	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales (cenotes, poljes, uvalas, 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. Vinculación: El proyecto contempla la identificación de estas áreas para poder realizar las practicas sustentables pertinentes, de la misma forma se contemplan áreas verdes.
11	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. Vinculación: Dentro del proyecto, y para su operación, no se realizan actividades de extracción de agua salobre.
12	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. Vinculación: El proyecto contempla un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, con cumplimiento en la normatividad requerida.
13	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: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad. Vinculación: El proyecto contará con un Programa de Protección Civil durante la etapa de operación del proyecto, procurando la seguridad de todos los usuarios

	ante emergencias y eventualidades que pudieran poner en riesgo a los usuarios. Durante la etapa de preparación y construcción del sitio, se seguirán las medidas y normas de seguridad y se proveerá a los empleados el equipo adecuado para su seguridad.
14	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 y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas. Vinculación: El proyecto contará con pozos de absorción donde se descargan aguas tratadas y en cumplimiento con las normas.

A continuación, se vinculan los criterios ambientales del Sector Infraestructura de la UGA006-APROV-DZE:

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	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. El proyecto no es una planta desalinizadora, sino que se trata de la construcción y operación de locales comerciales, el proyecto contempla contar con la administración necesaria y buenas prácticas de gestión ambiental.*
2	Las obras de infraestructura deberán mantener los humedales libres de todo tipo de afectación a sus condiciones hidrodinámicas (o hidrológicas), con el objeto de mantener los procesos hidrodinámicos naturales a fin de minimizar los impactos negativos directos, indirectos o a distancia sobre éstos.	*Si aplica. El proyecto contará con medidas de prevención y mitigación ante cualquier afectación que pueda llegar a generarse en alguna de las etapas de construcción y operación.*
3	Las obras de infraestructura que requieran de bancos de préstamo de material pétreo, únicamente podrán apresurarlos en la misma UGA donde se realice el proyecto, debiendo justificar el beneficio social de la obra,	*Si aplica. En caso de ser necesario, se asegurará de que el material pétreo que se utilice provenga de un sitio autorizado dentro de la misma UGA.*

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	y únicamente podrá ser utilizado el material en dicha obra.	
4	El establecimiento de sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) deberá contar con los análisis de fragilidad geoecológica, riesgo ante eventos naturales, así como con los elementos técnicos necesarios para garantizar la no afectación al suelo y subsuelo por infiltraciones de lixiviados como el empleo de cubiertas plásticas (liner).	*No aplica. El proyecto no es un sitio de disposición final de RSU, sino que se trata de la construcción y operación de locales comerciales.*

II.4 Instrumentos normativos

En este capítulo se debe incluir las disposiciones normativas aplicables al proyecto, esto es, relacionar la forma de acatar las disposiciones legales que le obligan cumplir en las diferentes etapas del proyecto;

II.4.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es la base legal fundamental en México para la protección y conservación del medio ambiente. Promulgada en 1988, esta ley establece el marco normativo que regula el uso, la preservación y la restauración de los recursos naturales, buscando un balance entre el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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.	*SE CUMPLE* *Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental ante SEMARNAT para la construcción y operación del proyecto. Se describen las medidas de prevención y mitigación para la etapa que le corresponde al proyecto.*

ARTICULO 110. Frac. II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	*SE CUMPLE* *El proyecto contará con supervisión ambiental y apoyo del personal continuamente para garantizar el cumplimiento.* *En cuanto a los artículos 110 y 113, la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto contempla el uso de vehículos y maquinaria, los cuales serán sometidos al mantenimiento necesario para poder operar de la manera más adecuada, con la finalidad de minimizar las emisiones de gases contaminantes que puedan emanar de estos vehículos.*
ARTICULO 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	
ARTICULO 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo y subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	*SE CUMPLE* *El proyecto contempla el uso de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.*
ARTICULO 150.- Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, la regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, rehúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.	*SE CUMPLE* *Los lodos provenientes de las aguas residuales serán manejados, separados y almacenados de acuerdo a lo dispuesto en la presente ley, su reglamento y las normas oficiales que lo establezcan.*

ARTICULO 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	*SE CUMPLE* *En caso de que se llegasen a generar residuos peligrosos durante alguna de las etapas del proyecto, se contratará una empresa especializada en el rubro, a la cual se le entregarán los residuos para su correcta disposición final.*
ARTICULO 203.- Sin perjuicio de las sanciones penales o administrativas que procedan, toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad, será responsable y estará obligada a reparar los daños causados, de conformidad con la legislación civil aplicable. El término para demandar la responsabilidad ambiental, será de cinco años contados a partir del momento en que se produzca el acto, hecho u omisión correspondiente.	*SE CUMPLE* *El promovente del proyecto es consciente de la normatividad aplicable a cada una de las etapas, por lo que se hace responsable para minimizar, mitigar o compensar los daños que puedan ocasionarse al ambiente y solicitar todos los permisos ambientales pertinentes.*
ARTÍCULO 89.- Los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en: II. El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;	*SE CUMPLE* *El proyecto contempla la obtención de los permisos pertinentes con la CONAGUA para los permisos de descarga y extracción en caso de que se requiera.*
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país; IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su	*SE CUMPLE* *Mediante el uso de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales se prevendrá la contaminación del agua.*

descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.	
ARTÍCULO 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: La contaminación del suelo; Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	*SE CUMPLE* *Dentro del proyecto no se contempla la disposición final de ninguno tipo de residuos, únicamente la separación. Los residuos serán manejados por proveedores autorizados.*
ARTÍCULO 155.- Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	*SE CUMPLE* *En la operación del proyecto no se prevé la generación de ruido por encima de los niveles máximos permitidos en la NOM-080-SEMARNAT-2001.*

II.4.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental** es una herramienta clave para regular las actividades que pueden afectar el medio ambiente en México. Este reglamento establece los procedimientos y criterios para la evaluación del impacto ambiental, asegurando que los proyectos de desarrollo se lleven a cabo con responsabilidad ambiental y en cumplimiento con la legislación vigente.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5°. - Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: (...)	*SE CUMPLE* *Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental ante SEMARNAT para la construcción y operación del proyecto.*
ARTICULO. 58.- Para los efectos del presente capítulo, las medidas correctivas o de urgente aplicación tendrán por objeto evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente, los ecosistemas o sus elementos; restablecer las condiciones de los recursos naturales que hubieren resultado afectados por obras o actividades; así como generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente, los ecosistemas y sus elementos que se hubieren identificado en los procedimientos de inspección.	*SE CUMPLE* *En la presente manifestación de impacto ambiental, se informa sobre las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos identificados.*

II.4.3 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto

Artículo 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	*SE CUMPLE* *Dentro de las medidas de prevención y mitigación se contemplan las referentes a las emisiones atmosféricas.*
ARTÍCULO 16.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas…	*SE CUMPLE* *El proyecto cuenta con supervisión ambiental y apoyo del personal continuamente para garantizar el cumplimiento.* *En cuanto a los artículos 16 y 28, las medidas de mitigación y prevención contemplan acciones para las emisiones y la calidad atmosférica.*
ARTICULO. 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría.	

II.4.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido

Artículo 32. Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores… rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

Vinculación: El proyecto no ha comenzado con la construcción, sin embargo, en cuando se tengan los permisos pertinentes y comience la etapa de preparación del sitio, el uso de automóviles, maquinaria y vehículos se tiene previsto, sin embargo, y como medida de mitigación y prevención se realizará el mantenimiento adecuado para que se los niveles de ruidos no sean superiores a los permisibles.

II.4.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Vinculación: SE CUMPLE, el proyecto contempla la separación de los residuos con la finalidad de fomentar la valorización de aquellos con potencial de ser reutilizados, antes de ser enviados a su disposición final por una empresa autorizada por la SDS.

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Vinculación: SE CUMPLE, los residuos de manejo especial que se lleguen a generar en la operación del proyecto serán almacenados y manejados de manera correcta, los lodos provenientes del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales también serán manejados por empresas autorizadas para que estos sean entregados a un sitio de disposición final autorizado.

II.4.6 Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

Vinculación: SE CUMPLE, durante ninguna etapa del proyecto se dispondrá de los residuos en ningún cuerpo de agua receptor o de zonas federales, se contempla tener una correcta disposición de las aguas que sean resultado del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

II.4.7 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Artículo 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas... a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Vinculación: SE CUMPLE, durante la etapa de operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que cumple con la NOM 001 SEMARNAT 2021 las cuales se describen en los planos de áreas verdes del proyecto.

Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales... y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos...

Vinculación: SE CUMPLE, durante todas las etapas del proyecto se tendrá una correcta disposición de los residuos que se puedan llegar a generar, se evitará en todo momento la contaminación del acuífero.

II.4.8 Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán

La Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán es el marco normativo que regula las acciones para la conservación, restauración y protección de los recursos naturales en el estado. Esta ley establece las bases para el desarrollo sustentable, promoviendo el equilibrio entre el progreso económico y la preservación del medio ambiente, con un enfoque especial en las características únicas de la región, como sus ecosistemas kársticos y biodiversidad.

En este contexto, la ley busca garantizar un entorno sano para las generaciones presentes y futuras, estableciendo obligaciones para las autoridades, las empresas y la ciudadanía, y fomentando una participación activa en la gestión ambiental.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 78. Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes,	*SE CUMPLE* *Durante la etapa de operación, todos los vehículos y la maquinaria que sean utilizados se encontrarán en buen estado y se les realizará el mantenimiento pertinente para controlar las emisiones contaminantes. Los automóviles que*

con la periodicidad y con las condiciones que el Ejecutivo del Estado establezca.	*estén a cargo de los contratistas deberán contar con su mantenimiento oportuno y se encontraran en buen estado con la finalidad de mitigar las emisiones de estos.*
Artículo 81. Fracción II y III. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se consideran los siguientes criterios: deberán ser controlados los residuos de cualquiera índole, en tanto que puedan constituir una fuente de contaminación de los suelos; racionalizar la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje.	*CUMPLE* *El proyecto contempla el uso de botes rotulados para la correcta separación y el manejo integral de los residuos en la etapa de operación.*

II.4.9 Reglamento de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán

El Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán complementa y detalla las disposiciones de la ley, estableciendo procedimientos claros para su aplicación y cumplimiento. Este reglamento regula aspectos específicos como el manejo de residuos, la protección de áreas naturales, y la evaluación de impactos ambientales en proyectos locales, atendiendo las particularidades ecológicas de la región.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 93. Las emisiones de cualquier tipo de contaminante de la atmósfera no deberán exceder los niveles máximos permisibles, por tipo de contaminante o por fuentes de contaminación que establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas.	*SE CUMPLE* *Los vehículos o maquinaria que se utilice en la etapa de operación se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*

Artículo 106. Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, monóxido de carbono e hidrocarburos, emitidos por el escape de los vehículos en circulación que utilizan gasolina, diésel o gas L.P. como combustible, así como de los niveles de opacidad del humo proveniente de la combustión de los vehículos automotores a diésel, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible de contaminantes para el ser humano.	*SE CUMPLE* *Los vehículos o maquinaria que se utilice en la etapa de operación se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*
Artículo 109. Todos los vehículos automotores que circulan en el estado y que por tanto estén registrados en él, serán sometidos obligatoriamente a verificación en las fechas que se fijen en los programas que al efecto se publiquen, no haciéndose válida su verificación en otras entidades.	*SE CUMPLE* *Los vehículos o maquinaria que se utilice en la etapa de operación se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.*

II.4.10 Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo

El **Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Ambiente de Trabajo** de la STPS establece las normas para garantizar condiciones laborales seguras y saludables en México. Regula las medidas de prevención de riesgos, el control de factores que puedan afectar la salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente en los centros de trabajo. Este reglamento aplica a todas las empresas e instituciones públicas y privadas, promoviendo la seguridad y el bienestar del personal. Además, detalla las responsabilidades de empleadores y trabajadores para prevenir accidentes y enfermedades laborales, fomentando una cultura de cumplimiento normativo.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 13. Los patrones están obligados a adoptar, de acuerdo a la naturaleza de las actividades laborales en los centros de trabajo, las medidas de seguridad e higiene pertinente, a fin de prevenir accidentes en el uso de maquinaria, equipo, instrumentos y materiales.	*SE CUMPLE* *Durante la etapa de operación se cumplirán todas las medidas de seguridad e higiene.*
Artículo 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.	*SE CUMPLE* *Durante la etapa de operación se cuentan con botes contenedores rotulados para tener una separación adecuada previo envío al sitio de disposición final autorizada.*
Artículo 138. El personal encargado de la operación del equipo y la maquinaria… deberá contar con capacitación especializada para llevar a cabo sus actividades en condiciones de óptima seguridad e higiene.	*SE CUMPLE* *El personal del proyecto se encuentra capacitado para el manejo de maquinaria por los proveedores, así como también las maquinas utilizadas en la operación del proyecto serán utilizadas únicamente por personal capacitado por la empresa.*

II.4.11 Normas Oficiales Mexicanas

Las **Normas Oficiales Mexicanas (NOM)** son disposiciones técnicas emitidas por las autoridades competentes que establecen requisitos, especificaciones y procedimientos obligatorios en diversos sectores. Estas normas tienen como objetivo garantizar la calidad, seguridad y sostenibilidad de los productos, servicios y procesos en México.

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	*Para la etapa de operación se cuenta con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales que respetan la normatividad.*
EMISIONES A LA ATMOSFERA		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
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.	*Se llevará a cabo la verificación de las maquinarias observando que cumplan con sus mantenimientos preventivos.*
NOM-045-SEMARNAT-1996.	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.	*Se controlarán estas emisiones, mediante mantenimientos periódicos de la maquinaria.*
RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-052-SEMARNAT 2005.	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	*No se realizará ningún tipo de mantenimiento de la maquinaria involucrada en el proyecto, en caso de ser necesario se realizarán sobre áreas cubiertas con tapetes para evitar el derrame de aceites u otro tipo de sustancias. Se tendrá un control de los*

		mantenimientos de la maquinaria utilizados en el proyecto.
RUIDO		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-080-SEMARNAT-1994.	Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	*Se tendrá una bitácora de los mantenimientos de la maquinaria involucrada en el proyecto.*
SEGURIDAD LABORAL		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-001-STPS-1999.	Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene. D.O.F. 13- XII-99.	*A todos los trabajadores se les proporcionarán las herramientas y condiciones adecuadas para prevenir accidentes durante la obra.*
NOM-004-STPS-1999.	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. D.O.F. 31-V-99 (aclaración D.O.F. 16-VII-1999).	*A todos los trabajadores se les proporcionarán las herramientas y condiciones adecuadas para prevenir accidentes durante la obra.*
NOM-006-STPS-2000.	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad D.O.F. 9-III-2001.	*En caso de ser necesario, se tendrá un sitio de almacenamiento de aceites, lubricantes u otras sustancias peligrosas.*

NOM-011-STPS-2001.	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. D.O.F. 17-IV-2002.	*Pese a que no se contempla que los niveles de ruido sean muy altos y que puedan provocar daños a la salud, se proporcionara equipo de protección auditiva a los operadores de maquinaria.*

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1 SÍNTESIS DE LA DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

Para efectos de la presente guía, la delimitación denominada Sistema Ambiental en el estudio corresponde a la Región Ecológica de análisis. Su definición se sustenta en las unidades de gestión ambiental, la vegetación costera, la hidrología, la geomorfología y la relación funcional entre el área del proyecto, el área de influencia y los ecosistemas adyacentes. No se utilizaron únicamente límites administrativos.

Elemento	Síntesis y ubicación de la información
Criterios de delimitación	UGA PRO08-BAR_AP1 del POETCY, UGA 006-APROV-DZE del POETY, vegetación y uso del suelo, hidrología, geomorfología, zona costera y alcance de los impactos.
Superficie de la Región Ecológica	Integrar el dato calculado y verificar que coincida con el plano y los archivos geoespaciales físicos anexos.
Uso de suelo y vegetación	Asentamientos humanos y vegetación de duna costera con especies de manglar; se desarrolla en la caracterización y cartografía del capítulo.
Área del Proyecto	Polígono total de 9,855.00 m².
Área de Influencia	Delimitada con base en colindancias, continuidad de vegetación, humedales, vialidades y extensión de los impactos; véase mapa y justificación del capítulo.
Diagnóstico	Zona costera con fragmentación y presión urbana, pero con elementos naturales sensibles, incluidos matorral de duna costera y manglar.

III.2 MUESTREOS, ESPECIES E ÍNDICES

Componente	AP	AI	RE	Soporte
Flora	Cuadrantes y caracterización por estratos.	14 sitios de muestreo y listado florístico.	Sitios sistemáticos, listados e IVI por estrato.	Métodos, coordenadas, esfuerzo, listados, fotografías e índices incluidos en el capítulo.
Fauna	Transectos y recorridos para aves, mamíferos,	Transectos y recorridos por	Listado potencial y caracterización regional.	Métodos, coordenadas, listados y

	anfibios y reptiles.	grupos faunísticos.		fotografías incluidos en el capítulo.

Antes del ingreso deberá integrarse en un cuadro único la fecha, horario, esfuerzo y temporada de cada muestreo, y acreditar cuando menos las temporadas seca y de lluvias exigidas por la guía. Si alguna temporada no fue muestreada, deberá justificarse técnicamente o completarse el trabajo de campo.

III.3 ESPECIES EN RIESGO Y DIVERSIDAD

Los listados completos, los individuos registrados, su categoría conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, el endemismo, la ubicación y los índices de diversidad se presentan en las tablas y mapas subsecuentes. Antes del ingreso deberá verificarse la actualización taxonómica y normativa, así como anexarse la memoria estadística que demuestre la representatividad de los muestreos.

III.4 REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS

III.5 Delimitación de la Región Ecológica

En este capítulo se describirá de manera general aspectos de las unidades de gestión ambiental sobre las que recae el proyecto acorde con ambos ordenamientos, así como los aspectos generales bióticos y abióticos del predio para poder establecer un panorama completo sobre el área en la cual se encuentra situado.

Se pretende desarrollar el proyecto denominado "LOCALES COMERCIALES" " encuentra ubicado a un costado de la carretera costera a la altura de Chicxulub Puerto frente a la entrada de Cocal Josefina, comprendido de dos predios: predio #200 ubicado en la calle 19 polígono III manzana 25 letra "A" sección catastral 2 con una superficie de 4,907.00 m2 y el segundo es el predio #210 ubicado en la calle 19 polígono III, manzana 25 letra "A" sección catastral 2 con una superficie de 4,948 m^2, Sumando una superficie total para el desarrollo del proyecto de 9,855 m^2.

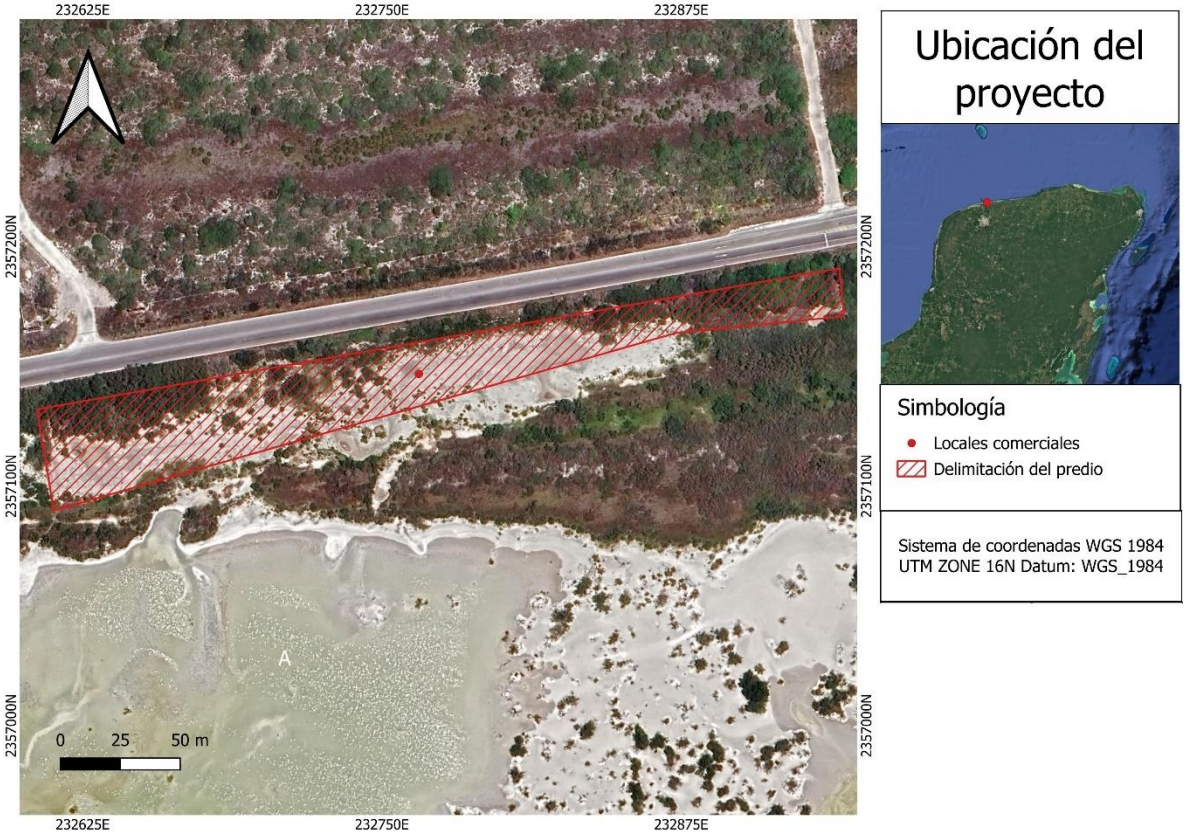


Imagen 3.1. Ubicación del Sistema Ambiental a Nivel a Micro.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), el predio se localiza dentro de las Unidad de Gestión Ambiental PRO08-BAR_AP1 (Imagen 3.2), por lo tanto, el Sistema Ambiental que se evalúa corresponde a dichas Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

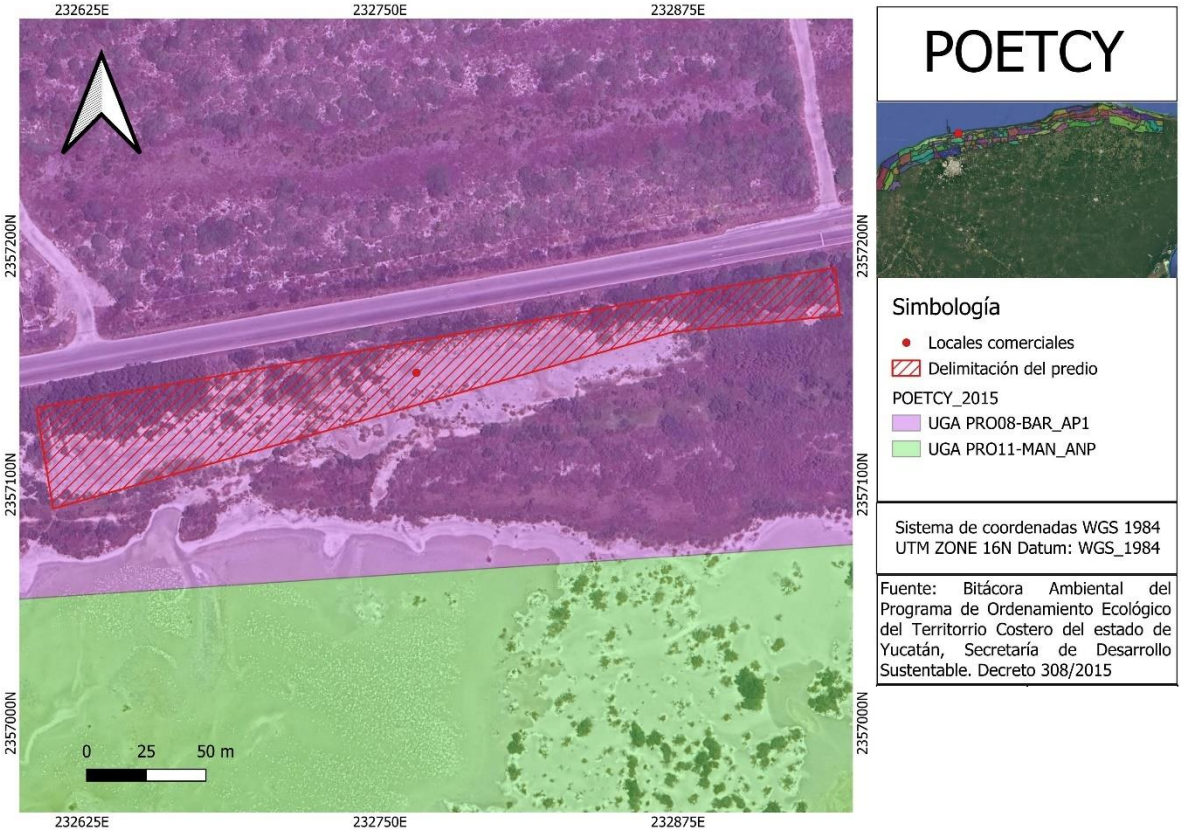


Imagen 3.2. Ubicación del sitio del proyecto dentro de la UGA PRO08-BAR_AP1.

De la misma manera, la jurisdicción ambiental del área de estudio está dada por el Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Yucatán (POETY), el cual para su jurisdicción y aprovechamiento ha sido subdividido en unidades de Gestión Ambiental o UGA 's. De acuerdo con el POETY, el predio se encuentra posicionado sobre la unidad de gestión ambiental UGA006-APROV-DZE (Imagen 3.3).

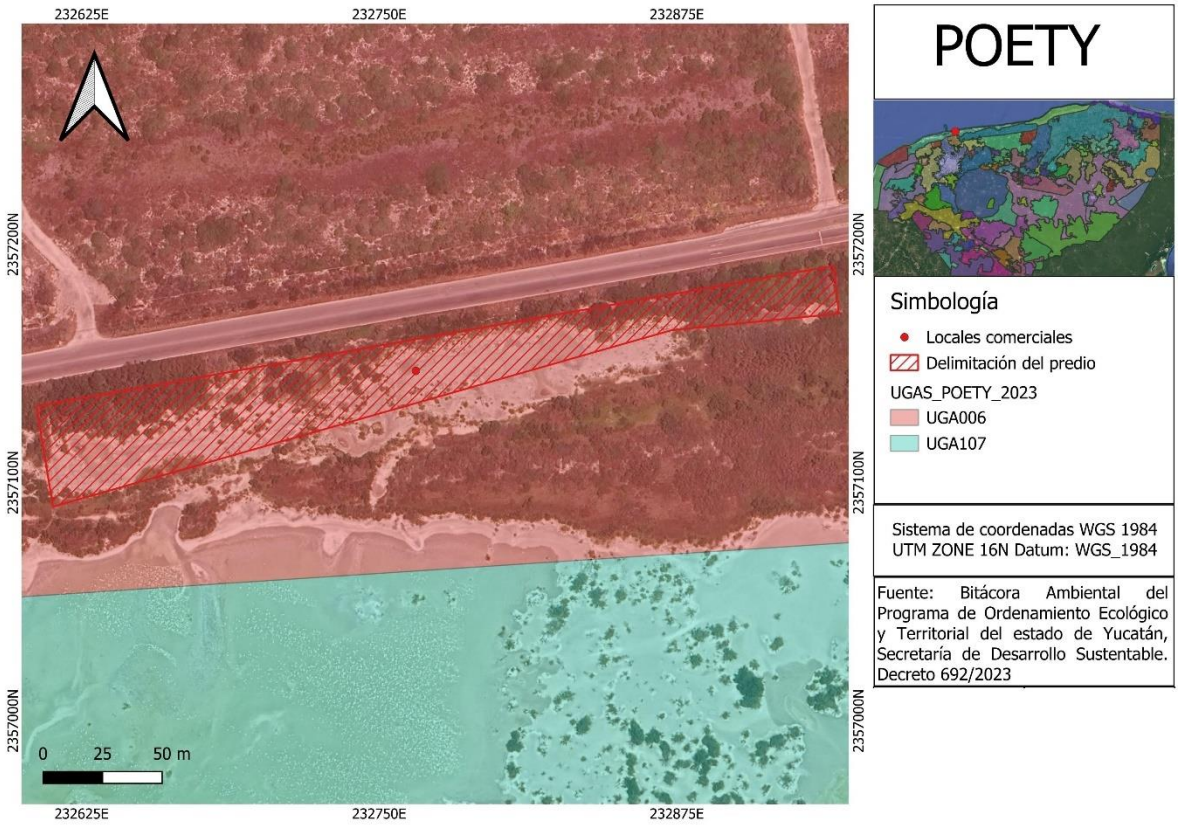


Imagen 3.3. Poligonal del Sistema Ambiental respecto al predio de la unidad de gestión ambiental UGA006-APROV-DZE.

III.6 Caracterización y análisis de la Región Ecológica

III.6.1 Aspectos abióticos

Clima

La franja costera del norte de Yucatán, en términos generales, presenta condiciones cálidas secas a semisecas, las cuales caracterizan el sistema ambiental donde se ubica el proyecto "LOCALES COMERCIALES".

La climatología del área corresponde a una zona dominada por climas secos y semisecos muy cálidos. De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, dentro del sistema ambiental del proyecto se identifica el clima BSo. El cual se define como muy seco o árido, muy cálido, con precipitaciones escasas e irregulares.

En el área de influencia del proyecto, particularmente en el municipio de Progreso, predominan condiciones de clima seco muy cálido, con presencia también de zonas con

clima semiseco muy cálido, lo que refleja la variabilidad climática regional dentro del sistema ambiental.

La temperatura media anual oscila entre 24 y 26 °C, con baja variación térmica a lo largo del año. La precipitación se concentra principalmente durante los meses de verano, presentando una marcada estacionalidad, con una estación seca prolongada que se extiende por varios meses, especialmente en las áreas bajo influencia del clima BSo.

Los vientos dominantes en el sistema ambiental del proyecto soplan en dirección noreste-sureste, asociados a la influencia de los vientos alisios del Caribe. Durante la temporada invernal se presentan eventos de "nortes", con vientos provenientes del norte y noroeste, que pueden generar descensos temporales de temperatura, incremento en la humedad y condiciones meteorológicas adversas.

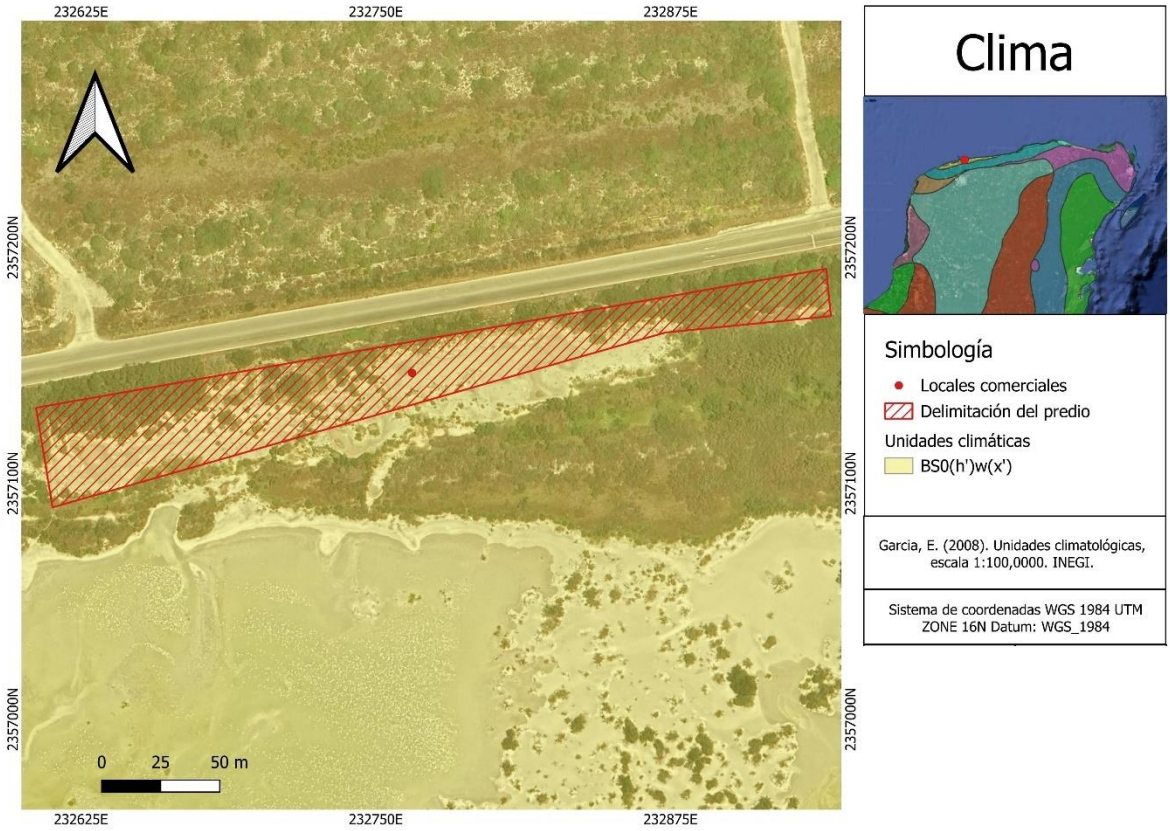


Imagen 3.4. Tipo de clima registrado en la zona del predio del proyecto

Temperatura y precipitación

De manera general, el estado de Yucatán presenta un clima cálido subhúmedo, con una temperatura promedio anual de 26 °C, una temperatura máxima promedio de 36 °C y una mínima promedio de 16 °C. La precipitación media estatal es de aproximadamente 1,100 mm anuales.

No obstante, la temperatura promedio, así como la precipitación en el área del proyecto, están determinadas por la presencia de climas BSo, previamente descritos, los cuales corresponden a condiciones secas y semisecas muy cálidas dentro del sistema ambiental del proyecto.

En este contexto, la precipitación anual en el sistema ambiental del proyecto oscila entre 125 y 400 mm, concentrándose principalmente entre principios de verano y mediados de otoño, periodo en el que se registra la mayor cantidad de lluvias debido a la influencia de tormentas tropicales, ciclones y eventos de "nortes".

Asimismo, la zona presenta una alta tasa de evaporación, con valores aproximados de 1,896.3 mm anuales, lo que genera un balance hídrico deficitario, con una diferencia cercana a 1,296 mm entre la evaporación y la precipitación máxima estimada. Esta condición refuerza el carácter seco a semiseco del sistema ambiental.

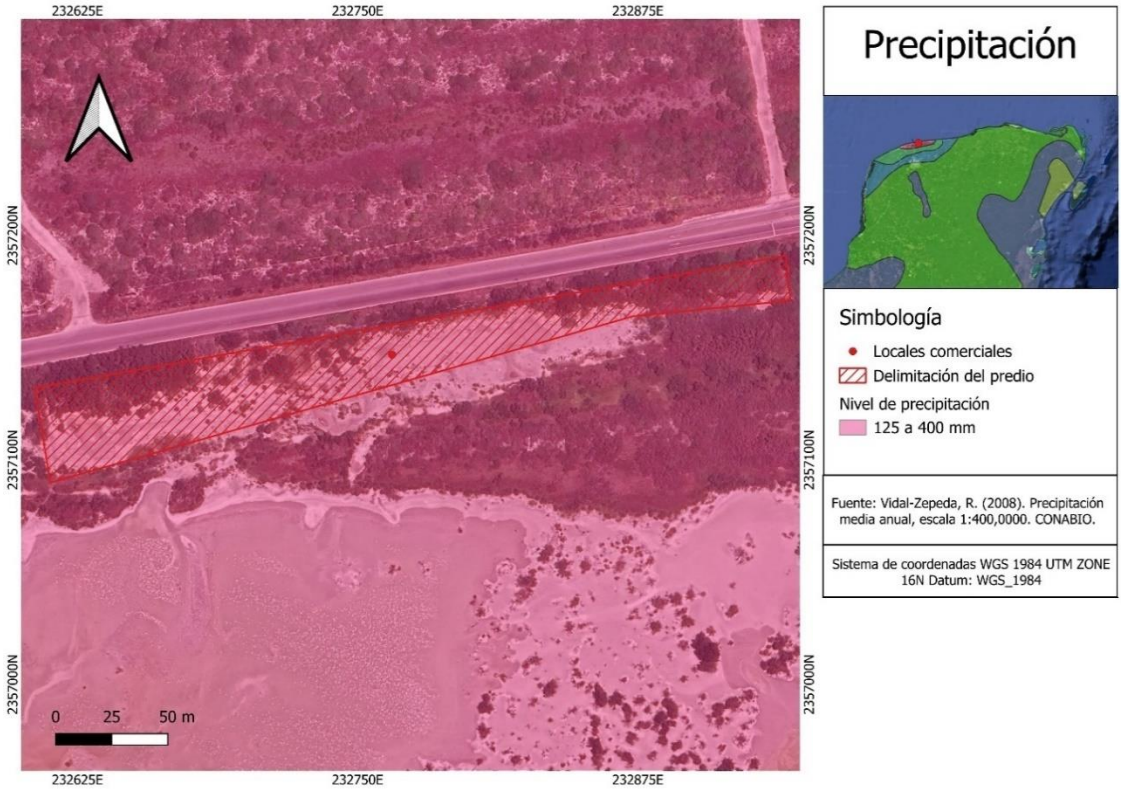


Imagen 3.5. Precipitación promedio registrado en la zona del predio del proyecto.

Fenómenos climáticos Nortes

Durante los meses de noviembre a febrero, descienden desde Norteamérica frentes fríos de tipo anticiclónico conocido comúnmente como nortes. Por su dirección, magnitud de vientos, sus características de temperatura y precipitación pluviales, estas perturbaciones llegan a alcanzar rachas de 80 a 90 Km/h, provocando marejadas considerables afectando la navegación y se les considera entre los principales factores que contribuyen a la erosión del litoral costero.

Los nortes reducen las temperaturas extremas en la zona, registrándose entonces temperaturas mínimas extremas de hasta 10° C. los nortes generan también situaciones de riesgo a la navegación; siendo frecuente que se cierre los puertos y se prohíba la salida de embarcaciones.

Eventos Climáticos Extremos (Huracanes)

Los principales fenómenos climatológicos en la Península de Yucatán son los huracanes. El período de ocurrencia para toda la Península de Yucatán se extiende desde junio hasta noviembre. La incidencia ciclónica para el estado es una de las más importantes de toda la Península, pues prácticamente alcanza una ocurrencia de cerca del 40% de los eventos de huracanes.

Los datos de la cantidad y probabilidad de huracanes en la costa del estado de Yucatán (1900- 2005) muestran que la máxima ocurrencia se presenta en el Canal de Yucatán con más de 70 en 105 años, mientras que las mínimas están hacia el suroeste.

Los efectos destructores más importantes se reflejan en la acumulación de importantes cantidades de agua en un tiempo muy corto, que exceden la capacidad natural de drenaje de las cuencas, provocando avenidas extraordinarias y traduciéndose en inundaciones en las partes bajas y planas de extensas zonas de la Península. Los huracanes que más daños han causado en la región son: Allen en 1980; Gilberto (categoría 5) en 1988; Opal y Roxanne en 1995; Keith en 2000; Isidoro en 2002 y Wilma 2005.

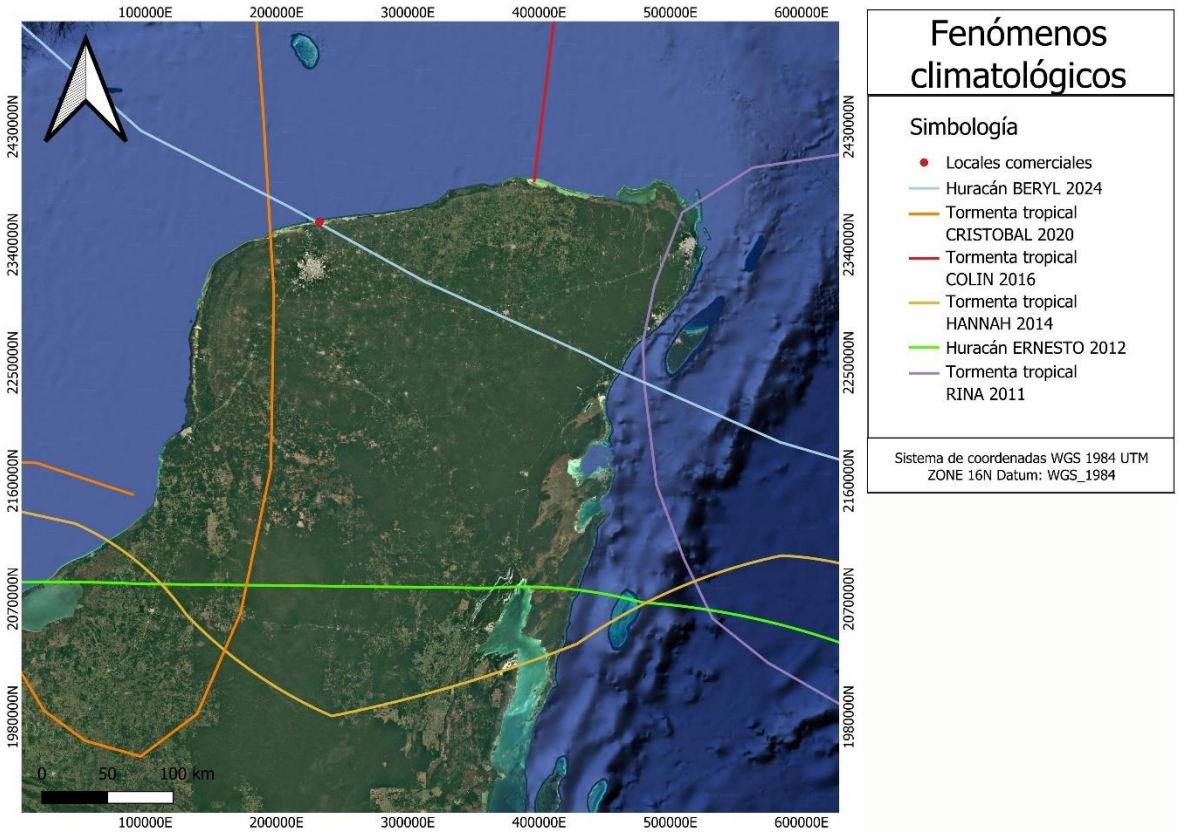


Imagen 3.6. Fenómenos atmosféricos registrados en el sitio del proyecto (Dato generado a partir de NOAA).

Se realizó un depurado de la base de datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), analizando datos desde 1985 a la fecha. Se localizaron los huracanes y tormentas tropicales presentándolos en la siguiente tabla.

A continuación, se presenta una tabla con los huracanes que han afectado las costas de la Península de Yucatán y en especial del estado de Yucatán de 1988 al 2024 según el Sistema Meteorológico Nacional:

Tabla 3.1. Listado de Huracanes que afectaron al Estado de Yucatán de 1980 a 2024. Fuente: SMN (2024).

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio-Fin)	VIENTOS MAX
2024	BERYL	H5	"BERYL" se formó en al este-sureste de Barbados siguiendo rumbo al sur en las Antillas Menores, próximo a entrar a tierra a 250 km al noreste de Cancún ingresando como huracán categoría 2 e intensificándose después a categoría 3 extendiéndose posteriormente hacia estados del sureste de México.	CAMP, YUC, Q. ROO, TAB, CHIS	4-7 JUL	270
2020	CRISTOBAL	TT	El centro de la tormenta tropical "Cristobal" entró a tierra por las costas de Campeche, a 7 km al nor-noreste de la localidad de Atasta, Camp. y a 20 km al oeste-noroeste de Ciudad del Carmen, Camp.; una vez en tierra, se desplazó sobre la Península de Yucatán para ingresar nuevamente al Golfo de México por las costas de Yucatán. Sus bandas nubosas de fuerte convección se extendieron sobre los estados del sureste de México y la Península de Yucatán.	CAMP, YUC, Q. ROO, TAB, VER, OAX, CHIS	1-10 JUN	95
2020	GAMMA	TT	Después de formarse en el noroeste del mar caribe y alcanzar la categoría de tormenta tropical, "gamma" se dirigió hacia la península de Yucatán; el centro de la tormenta tropical entró a tierra, a 5 km al sur de Tulum, Q. roo.	Q. ROO, YUC, CAMP. TAB, CHIS	2-5 OCT	110
2020	DELTA	H2	Delta" se formó en la región central del Mar Caribe, próximo a entrar a tierra por la Península de Yucatán perdió fuerza, ingresó a tierra como huracán categoría 2 a una distancia de 6 km al sur-suroeste de	Q. ROO, YUC, CAMP	04-10 OCT	175

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio-Fin)	VIENTOS MAX
			Puerto Morelos, Q. Roo. "Delta" cruzó el extremo noreste de la Península de Yucatán e ingresó al Golfo de México.			
2020	ZETA	H1	"Zeta" se formó en el noroeste del Mar Caribe alcanzó la categoría de huracán categoría 1 en la escala Saffir-Simpson, presentó un movimiento hacia el noroeste por lo que el centro del ciclón entró a tierra en las inmediaciones de ciudad Chemuyil, a 15 km al nor-noreste de Tulum, Q. Roo. En tierra, sobre la Península de Yucatán, "Zeta" se degradó a tormenta tropical e ingresó al Golfo de México.	Q. ROO, YUC, CAMP	24 -29 OCT	130
2016	FRANKLIN	TT [H1]	Tocó tierra incialmente en Q. Roo, a 25 km al Sur de Punta Herrero y a 105 km al noreste de Chetumal. Reingreso a tierra en Veracruz, en Lechuguillas, Municipio de Vega de Alatorre.	CAMP, YUC, QROO, VER, TAMPS, HGO, MÉX	6-10 AGO	95 [140]
2016	COLIN	TT	El centro del sistema se localizó a 35 km al nor-noreste de Río Lagartos y a 200 km al noroeste de Cozumel, Q.R, por lo que debido a su cercanía, la fuente lo consideró con afectación directa.	CAMP, QROO, TAB, YUC	05-07 JUN	65
2016	EARL	TT	Earl toco tierra inicialmente en Belice, como Huracán, y posteriormente en México como Tormenta Tropical a 10 km al SE de Antón Lizardo, Ver.	CAMP, TAB, OAX, Q ROO, YUC, VER, CHIS, PUE, TLAX, QRO, HGO, SLP, MOR, TAMPS,	02-06 AGO	95

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio-Fin)	VIENTOS MAX
				EDOMEX, CDMEX.		
2014	HANNA	DT	Tocó tierra en las inmediaciones de Sabancuy, Campeche	PUE, VER, OAX, CHIS, TAB, CAMP, YUC, QROO	21-27 OCT	45
2012	ERNESTO	H1 [TT]	Tocó tierra en las inmediaciones de la población de Majahual, Q. R. [Costa Sur del estado Veracruz, a 15 km al Noroeste de Coatzacoalcos]	QROO, YUC, CAMP, TAB, CHIS, VER, SLP, HGO, QRO, GTO, PUE, TLAX, MÉX, DF, MOR, MICH, GRO, OAX	1-10 AGO	140 [95]
2011	RINA	TT	En tierra sobre Playa del Carmen, Q. Roo.	QROO, YUC	23-28 OCT	85
2009	IDA	H1	80 km al Este de Cancún, QR	QROO, YUC	04-10 NOV	150
2008	DOLLY	TT [TT]	Laguna de Nichupté, Q Roo [Nuevo Laredo, Tamps.]	Q ROO, YUC, TAMPS, NL, COAH, CHIH.	20-25 JULIO	85 [65]
	WILMA	H4	Cozumel-Playa del Carmen, QR	QROO, YUC.	15-25 OCT	230

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio-Fin)	VIENTOS MAX
2005	STAN	TT (H1)	Felipe C. Pto, QR [San Andrés Tuxtla, Ver]	QR, YUC, VER; OAX, CAMP, CHIS.	1-5 OCT	75 [130]
	EMILY	H4 [H3]	20 km al N de Tulúm, QR [El Mezquite, Tamps.]	QROO, YUC, TAMPS, NL.	10-21 JUL	215 [205]
	CINDY	DT	10 km al Oeste de Felipe Carrillo P., QR	QROO, YUC.	3-6 JUL	55
2003	CLAUDETTE	TT (DT)	25 SSW Cancun Q Roo (Cd. Acuña, Coah)	QROO, TAMPS, NL, COAH, YUC.	8-15 JUL	90 (55)
2002	ISIDORE	H3	Telchac Puerto, Yuc.	QROO, YUC, CAMP.	14-26 SEP	205
2000	GORDON	DT	Tulum, Q Roo	QROO, YUC.	14-18 SEP	55
1999	KATRINA	DT	45 km NNW Chetumal, Q Roo	QROO, CAMP, YUC.	28 OCT-1 NOV	45
1998	MITCH	DT (TT)	Cd. Hidalgo, Chis (Campeche, Camp.)	CHIS, TAB, CAMP, YUC.	21 OCT-5 NOV	45 (65)
1996	DOLLY	H1(H1)	F. C. Puerto, Quintana Roo (Pueblo Viejo, Ver.)	QROO, YUC, CAMP, VER, TAMPS, SLP, ZAC.	19-24 AGO	110 (130)

AÑO	NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MÁS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio-Fin)	VIENTOS MAX
1995	ROXANNE	H3 (DT)	Tulum, Q Roo (Mtz de la Torre, Ver)	QROO, YUC, CAMP, TAB, VER.	8-20 OCT	185 (45)
	OPAL	DT	B. del Espíritu Santo, Quintana Roo.	CAMP, YUC, QROO, TAB.	27 SEP-2 OCT	55
1990	DIANA	TT (H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	Q ROO, YUC, CAM, VER, HGO, SLP, QRO, GTO, JAL, NAY	4-8 AGO	110 (158)
1988	GILBERT	H5 (H4)	Puerto Morelos, Q Roo (La Pesca, Tamps)	QROO, YUC, TAM, NL, COAH	8-20 SEP	287 (215)

Vientos

El sistema de vientos dominante en la región y en el Sistema en general tiene dos componentes principales durante el año: el primero y más importante para la región se presenta durante la primavera y el verano, cuando dominan los vientos del sureste, con una fuerte influencia de vientos del este, producto del desplazamiento hacia el norte tanto de la Zona Intertropical de Convergencia como de la Zona Subtropical de Alta Presión causando lluvias en verano y en parte del otoño, en el que la influencia ciclónica se recibe con mayor intensidad reforzándose el movimiento y vigor de los vientos del sureste y del este.

A fines del otoño y principios del invierno el componente principal de los vientos se invierte y tienen influencia las masas de aire frío del norte o nortes. Se observa que los vientos del sureste predominan en primavera-verano (22.7 %), registrando velocidades medias más altas de 9.8 Km/h y los del este (20.9%) con velocidades medias de 8.5 Km/h. Los vientos del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno (40%) con velocidades medias de 3.2 Km/h. Los vientos del noroeste predominan durante la primavera (13.6), con velocidades medias de 7.9 Km/h. Se estima que se presentan más de 300 días con viento al año.

Los vientos más importantes son los que se originan por la circulación ciclónica de junio a octubre, con mayor incidencia en septiembre y los nortes que abarcan de noviembre a febrero, haciendo descender la temperatura y aportando humedad en la época invernal, a veces se acompañan, con vientos de hasta 100 Km/h.

Geología

El Estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en Yucatán la roca sedimentaria cubre 95.8% del territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo.

Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

Existen sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos; las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas: coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido.

De manera general las fallas geológicas que se presentan en la tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m, en alguna de ellas han originado fosas gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar. De manera particular en el sistema regional del área de estudio no existe la presencia de fallas.

Geomorfología

Con respecto a la geomorfología, la Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) planicie interior, 3) colinas y valles, y 4) cuencas escalonadas. Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSW de la costa oriental que fue formada por una falla y que, a diferencia de las costas norte y oeste, descienden bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Soh Laguna y el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel tienen también la misma orientación de esta falla.

El desarrollo geomorfológico de esta región inició durante el Terciario Superior con la formación de una planicie calcárea que ha sido modelada por una intensa disolución. Así, la región se caracteriza por la presencia de rasgos de disolución como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve ruiniforme y los “cenotes”. Durante el Cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez.

El sistema ambiental y área del proyecto se encuentra dentro de la formación geológica Carrillo Puerto, que según J. Butterlin, está constituida por rocas de origen sedimentario, del tipo de la caliza. De acuerdo con el mismo autor, conforme se avanza hacia la superficie las calizas son cada vez más impuras, a veces arcillosas, de color amarillento o rojizo. El intemperismo está representado principalmente por fenómenos químicos que producen disolución de la caliza, mediante una acción que se denomina cárstica y que es causante de un gran número de conductos y cavidades subterráneas comunicadas entre sí y ocasionalmente al exterior.

Los procesos erosivos, en particular la erosión vertical, han provocado el transporte de la raquítica capa vegetal, depositándolos en las oquedades de la masa rocosa, llenándolas parcial o totalmente y formando bolsas de suelos en general blandos, conocidas como coqueras. El suelo vegetal es escaso, sobre todo en las zonas de mayor permeabilidad donde se desplaza con mayor facilidad a estratos más profundos.

En cuanto a la topografía, el sistema ambiental se encuentra en una zona de planicie con presencia de inclinaciones leves. Con altitudes sobre el nivel del mar de 4 a 23 m. Es específico en el predio del proyecto las altitudes están entre 3 y 8 m.s.n.m.

Dadas las características antes mencionadas sobre la geología y el tipo de geomorfología de llanuras del municipio de Mérida y a la ausencia de actividad ígnea, la plataforma Yucateca está considerada como una zona estable desde el punto de vista tectónico y sísmico, por lo que no existe riesgo de actividad volcánica ni sísmica en el sistema ambiental ni área del proyecto.

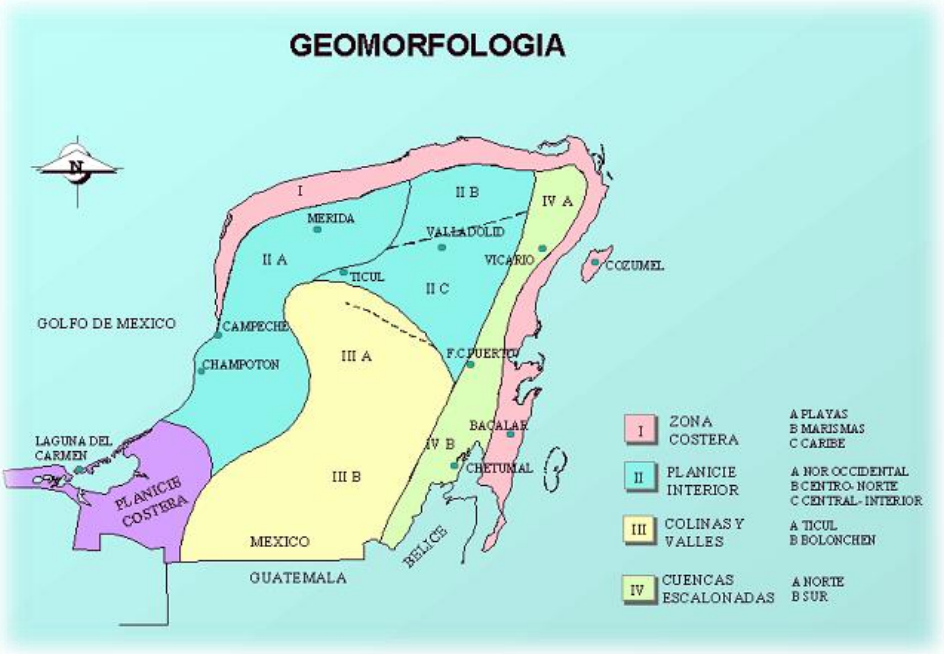


Imagen 3.7. Geomorfología de la Península de Yucatán.

Litología

El Sistema Ambiental está conformado por materiales recientes del Holoceno, y por rocas calizas de la plataforma Pleistoceno, la karstificación, la meteorización superficial de la roca, la erosión y la acumulación de sedimentos transportados por la corriente litoral junto con la acción del viento son los principales procesos.

Topografía

En general, el paisaje de la Península de Yucatán se caracteriza por pequeñas elevaciones y montículos que, en la parte más alta, la denominada Sierrita de Ticul alcanzan una altura de hasta 275 msnm, así como reholladas que son una serie de hondadas con un desnivel

de hasta 30m. Para el Sistema ambiental la variación topográfica es mínima, encontrando pequeñas hondonadas de no más de un metro de variación.

Clasificación de los Suelos

En este Sistema se puede localizar un tipo de suelo según la carta edafológica del INIFAP, este es el Leptosol réndzico. A continuación, se describe este tipo de suelo:

Leptosol réndzico: Del vocablo griego leptos, que significa delgado o somero, se caracterizan por ser suelos de muy escasa profundidad, limitados típicamente a menos de 25 centímetros de espesor efectivo. Se desarrollan directamente sobre estratos continuos de roca dura o materiales muy pedregosos. El calificador "réndzico" (asociado al término clásico rendzina) determina que presentan un horizonte superficial oscuro (mólico), altamente enriquecido con materia orgánica, el cual yace y se mezcla directamente con fragmentos de roca caliza o basamento calcáreo, confiriéndoles un pH de neutro a marcadamente alcalino.

En términos de aptitud productiva, su utilidad agrícola es fuertemente restrictiva; la limitante física del estrato rocoso subyacente y la abundancia de afloramientos superficiales impiden la mecanización y el desarrollo radicular profundo. Su alta pedregosidad y la permeabilidad de la roca kárstica subyacente provocan una rápida pérdida de humedad, volviéndolos susceptibles a la aridez estacional. Asimismo, el alto contenido de calcio puede inducir la inmovilización de nutrientes minerales esenciales. En el contexto de la Península de Yucatán, los leptosoles réndzicos son la unidad edáfica dominante sobre la plataforma calcárea continental, originados por la lenta disolución y meteorización de la roca caliza; su vocación primaria es forestal, al ser el sustrato natural que soporta las selvas caducifolias y subperennifolias adaptadas a condiciones de litosol.



Imagen 3.8. Tipos de Suelos registrados en el Sistema Ambiental.

Aire

Según se consultó en el SINAICA, No existen indicadores de la calidad del aire para el municipio de Mérida o zonas aledañas. Considerando los usos de suelo existentes en la zona, las principales fuentes de emisiones son móviles, y corresponden a la circulación vehicular. Con la implementación del proyecto no se prevé un incremento significativo en estas emisiones.

Hidrología Superficial y Subterránea

La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por calizas y dolomías de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea de la Península y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido. Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas. Posteriormente, una parte considerable se pierde

mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas para finalmente llegar al mar.

El acuífero de la Península de Yucatán es altamente vulnerable a la contaminación debido a la gran densidad de fisuras y conductos de disolución que se encuentran en el subsuelo y que permiten la infiltración de todo tipo de aguas con mucha facilidad. Dado el escaso relieve del terreno, no se encuentran afloramientos o manantiales. Sin embargo, la disolución de los carbonatos frecuentemente forma cavernas que, en caso de derrumbarse sus techos, dan origen a dolinas o cenotes. El flujo subterráneo se da desde las porciones internas de la península radialmente hacia las planicies costeras.

El Sistema Ambiental se sitúa en la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte (CNA) que limita al oeste y norte con el Golfo de México, al sureste con el Mar de las Antillas y al sur con las Regiones Hidrológicas 31 y 33. La Región 32 abarca casi la totalidad del Estado de Yucatán (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Disponibilidad Media Anual: Acuíferos del Estado de Yucatán. Fuente: INEGI

CLAVE	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	Volumen de extracción consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
	(ACUÍFERO)	CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
3105	PENÍNSULA DE YUCATÁN	21,813.40	14,542.20	1,511.98	1,313.30	5,759.22	0

Tipos de Costa

La zona de nuestro proyecto es típica de la costa del Estado de Yucatán, consiste en una playa arenosa, aguas someras y de baja energía, con una gran cantidad de algas marinas en la plataforma adyacente. Está bañada por las aguas provenientes del canal de Yucatán que tienen una corriente dominante con dirección este-oeste al entrar en el Golfo de México. Dicha corriente ocasiona un proceso de transporte y deposición litoral a lo largo de la playa; efecto contrario al de los "nortes", que tienden a erosionar la línea costera. Para nuestro caso el tipo de costa es básicamente Pasiva o Depositacional (figura siguiente).

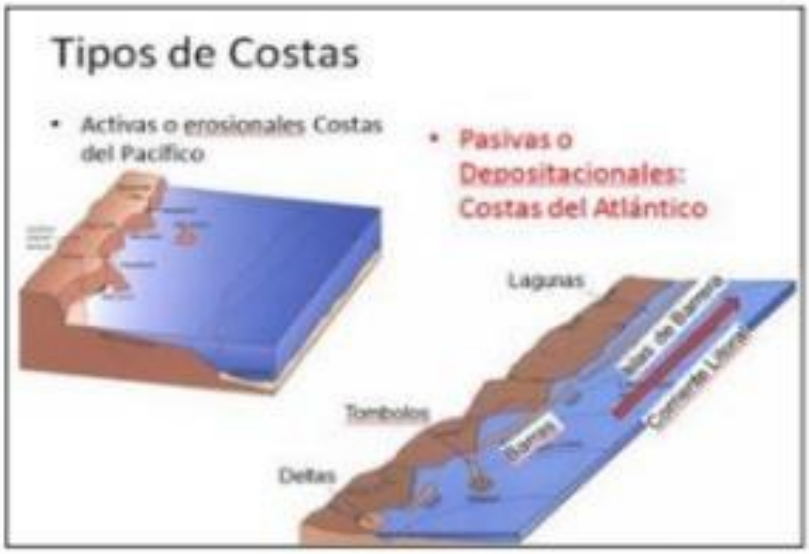


Imagen 3.9. Tipos de Costas.

El litoral occidental marítimo de Yucatán se caracteriza por la existencia de una isla de barrera que se extiende desde Cabo Catoche hasta la Laguna de Celestún. Ello es indicativo de un proceso sensible de sedimentación. Un mapa histórico de principios del siglo pasado muestra la presencia de una amplia laguna costera que se extiende en forma continua a lo largo de todo ese litoral. El paisaje es el típico del ecosistema de isla de barrera (es decir, la secuencia playa - isla de barrera - laguna costera - continente) tal como se muestra en la figura siguiente.

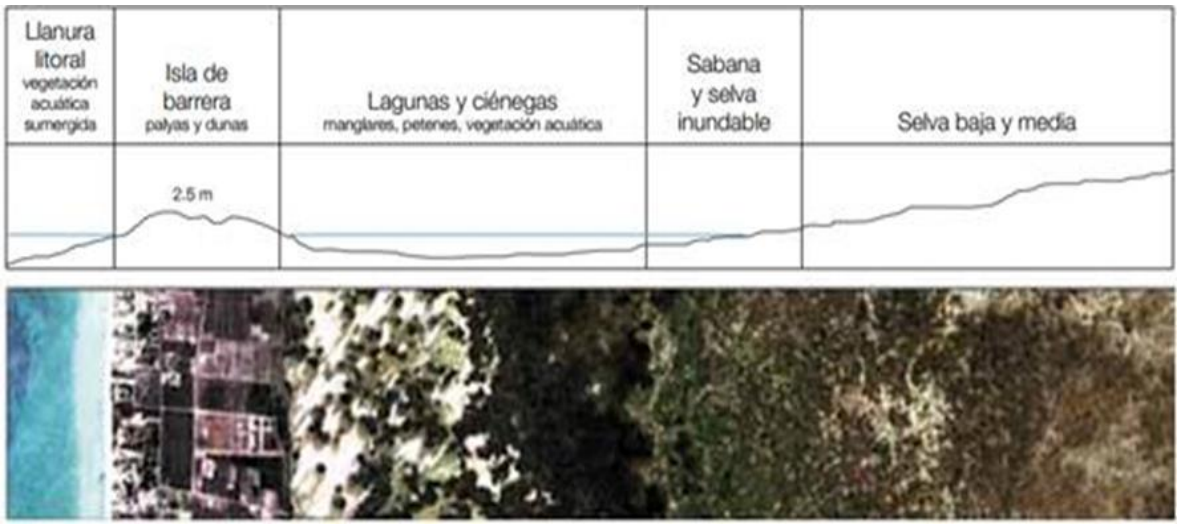


Imagen 3.10. Costa de Yucatán: perfil y principales ambientes costeros (tomado de García de Fuentes et al., 2011).

III.6.2 Aspectos bióticos

Tipos de Vegetación con Distribución Normal en el Sistema Ambiental

Tal como se presenta en la siguiente imagen, la vegetación presente en esta zona según el Mapa Digital del INEGI serie VII 2021, corresponde a la vegetación de Duna Costera y un uso de suelo para asentamientos humanos.

En la Península se han identificado nueve diferentes tipos de vegetación cuya distribución se encuentra en íntima relación con las zonas fisiográficas y con los factores ambientales, principalmente el clima (temperatura y humedad) y el suelo.

A continuación, se presenta el mapa de la vegetación presente en el sistema ambiental de acuerdo con la serie VII del INEGI.

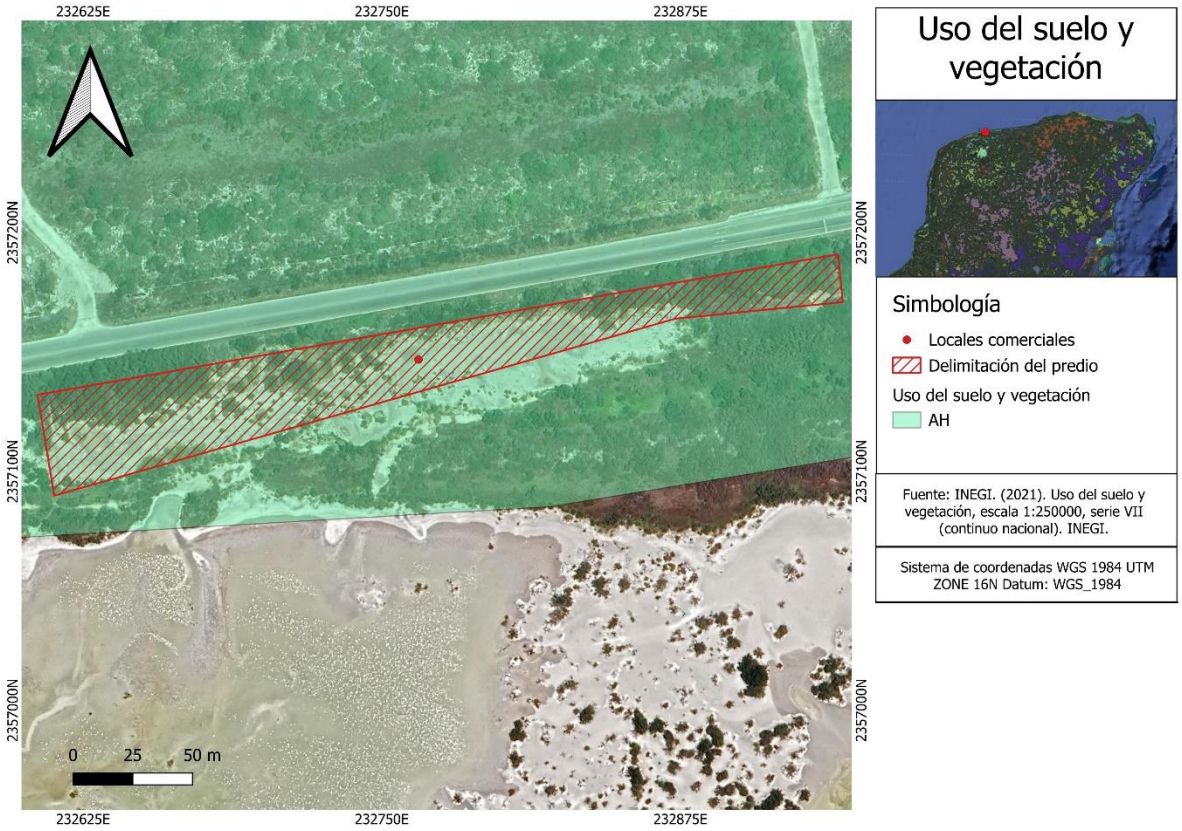


Imagen 3.11. Tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental.

Los tipos de vegetación más importantes y que cubren 7.62 millones de ha, son: las selvas medianas y altas que representan el 53.81 % de la superficie arbolada citada; las selvas bajas perennifolias y subperennifolias 10.45 % y las selvas bajas caducifolias 35.71 %.

Además, existen otros tipos de vegetación como los manglares (252, 826 ha) y otros tipos de vegetación y superficies de selvas fragmentadas (353, 888 ha).

Al norte de la Península se localizan la selva baja caducifolia en suelos muy superficiales (tzek'el, Chaáltun) continuando con la selva mediana subcaducifolia y superennifolia y más al sur, las selvas altas perennifolias, ambas sobre suelos un poco más profundos (ka'áankab, aak'alché, ya'axhom); al suroeste se encuentra la vegetación de sabana sobre, las agrupaciones de hidrófitas en los llamados Petenes, manglares y dunas costeras, vegetación que se encuentra ligada a los climas Aw y a sus suelos que por lo general son profundos y permanecen largos períodos inundados.

La selva alta perennifolia tiene su mejor desarrollo en las planicies aluviales; las especies arbóreas características que se presentan en ellas son: terminalia Terminalia amazonia, maca blanca Vochysia guatemalensis, guapaque Dialium guianense, caoba Swietenia macrophylla, pucté Bucida buceras y ceiba Ceiba pentandra.

En la parte centro y sur del estado de Campeche se encuentran comunidades de selva mediana y algunas con selva alta subperennifolia; la vegetación presenta una altura de 15 a 30 m, algunas de las especies presentes son perennifolias y otras caducifolias.

Entre las especies presentes se pueden citar: chicozapote Manilkara zapota, cedro Cedrela odorata, caoba Swietenia macrophylla amapola Pseudobombax ellipticum, katalox Aspidosperma megalocarpum y machiche Lonchocarpus castilloi.

En la parte correspondiente al macizo forestal en el estado de Campeche y en su continuación en el estado de Quintana Roo y en el sur de Yucatán, predomina la selva mediana subperennifolia, localizándose sobre laderas, colinas y cerros de roca caliza endurecida y de poca altura. Desde luego existen en la zona terrenos planos cubiertos de vegetación.

En la porción más cercana al cordón litoral, es posible encontrar vegetación de manglar y dunas costeras; en forma continua en dirección hacia el sur, se encuentra una franja representada por selva baja caducifolia espinosa, y posteriormente selva baja caducifolia.

Los manglares son un grupo de plantas altamente especializadas sobre suelos salinos, anóxicos y húmedos; se encuentran en las orillas de lagunas costeras, ciénagas, estuarios y en la línea de costa. Los impactos ecológicos adversos producidos por obras viales y

bordos costeros se identifican por la degradación de la vegetación del manglar, la eutrofización de las aguas y el asolvamiento del sistema natural de drenaje.

Los manglares están constituidos por una vegetación de generalmente 3 a 20 m de altura, predominando el mangle rojo Rhizophora mangle, el tzakolkom Avicenia germinans, tapché Avicenia nitida, kanché Conocarpus erecta y hule Bravaisia tubiflora principalmente. Este tipo de vegetación es común encontrarlo en las partes fangosas y salobres a lo largo de la costa, así como también en esteros y ciénegas que son invadidas por aguas salobres. Aunque es importante destacar que, en el caso de los manglares de la región de la costa norte del estado de Yucatán, principalmente de la de Progreso, la altura de esta vegetación de manglar no sobrepasa los 5 metros.

vegetación de duna costera, esta se extiende a lo largo de casi todo el litoral del estado abarcando una angosta franja que cubre una extensión de 290 km2, cuyo ancho puede variar de 50 a 300 m. Se despliega sobre suelos arenosos calcáreos que poseen muchos restos de conchas de moluscos, materia orgánica procedente de pastos marinos o seibadales que son arrastrados por el oleaje y las corrientes marinas.

La península de Yucatán presenta tres variantes principales: costa arenosa (dunas), costa rocosa y manglar (Espejel 1983,1984, 1986; Rico Gray 1982 y 1987). La costa del estado de Yucatán corresponde prácticamente a dunas costeras. La principal característica de la vegetación es la compleja mezcla de manglar, y matorral de duna, que está relacionada a la combinación de isla de barrera y lagunas costeras.

La vegetación que corresponde al sitio de estudio se conoce en maya como Tsakanche (matorral espinoso) o K’ aak’ che’ il (monte que está en contacto con el agua). La vegetación de las zonas costeras peninsulares no inundables puede dividirse en dos tipos principales: la zona de pioneras y el matorral costero.

La zona de pioneras comprende hierbas, algunos arbustos y halófitas anuales de entre 1 y 2 m de altura y se ubica entre la línea de costa y lo que se denomina como la primera duna con pendiente hacia sotavento. Las plantas que aquí se distribuyen están adaptadas a subsistir en suelos con altas concentraciones salinas y poca disponibilidad de agua dulce. Las especies más comunes en esta zona son: Atriplex canescens, Sesuvium portulacastrum, Ipomea pes-caprae, Cakile lanceolata, Euphorbia buxiflora, Canavalia rosea, Suriana marítima, Tournefortia gnaphalodes, Ernodea littoralis, Scaevola plumieri, Sporobolus virginicus, Tribulus cistoides y Distichlis spicata.

El matorral se ubica después de la primera duna y colinda con el manglar, está conformado por especies arbustivas que pueden tener espinas o carecer de ella y puede llegar a alturas de entre 2 y 3 m, sin embargo esta altura es muy variable, dependiendo de la severidad de las condiciones del medio: los sitios de menor altura se encuentran en las zonas más áridas y expuestas (condiciones que se registran en Sisal y Telchac); en tanto que las de mayor altura se desarrollan en las zonas más protegidas y de mayor humedad (como sucede en las áreas de Celestún, Las Coloradas, y El Cuyo). Además de su altura existen diferencias florísticas y estructurales que generan una diversidad de asociaciones vegetales.

Las especies más comunes en la zona de matorral son: Agave angustifolia, Bravaisia berlandieriana, Acanthocereos lucida, Pithecellobium keyense, Caesalpinia vesicaria, Thrinax radiata, Gossypium histrum, Coccothrinax readi, Bonellia macrocarpa, Pseudophoenix sargentii, Coccoloba uvifera, entre otras.

La introducción de extensos cocotales, basureros comunales, la construcción de carreteras costeras, casas de verano y grandes zonas hoteleras ha eliminado grandes extensiones de la vegetación natural.

La vegetación de duna costera se desarrolla en un ambiente extremoso, ya que hay poca precipitación anual (300 a 400 mm) y altas temperaturas. Además, las dunas arenosas tienen una dinámica eólica que provoca su desplazamiento paulatino, según la fuerza y dirección del viento, de modo que las especies vegetales que cubren los montículos juegan un papel importante en la fijación y formación del suelo.

Esta comunidad vegetal es relativamente rica en cuanto a número de especies, ya que a la fecha se ha documentado la existencia de 271 especies de plantas vasculares, de las cuales 19 son endémicas de la Península de Yucatán y de estas dos crecen exclusivamente en el estado (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Especies endémicas de la Península de Yucatán en la vegetación de dunas costeras (Durán, 2010).

NOMBRE CIENTÍFICO DE ESPECIES ENDÉMICAS DE DUNA COSTERA		
Bonellia albiflora	Diospyros cuneata	Nopalea inaperta
Bonellia flammea	Echites yucatanensis	Pilosocereus gaumeri
Cakile lanceolata	Hintonia octomera	*Pterocereus gaumeri
Coccothrinax readii	*Mammillaria gaumeri	Selenicereus donkelaari

Chromolaena lundellii	Metelea yucatanensis	Solanum Yucatanum
Crossopetalum gaumeri	Neea choriophylla	
Croton chichenesis	Nopalea gaumeri	

*Especies exclusivas del estado de Yucatán.

Moreno y Casasola (1998) señalan que las comunidades costeras de la península de Yucatán ocupan el segundo lugar nacional en cuanto a endemismos que presentan.

Fauna con Distribución Normal en el Sistema Ambiental

El territorio mexicano se compone de una gran diversidad de formas geológicas; contiene prácticamente todos los grupos y subgrupos climáticos posibles y de igual forma posee 25 de las 28 categorías de suelos reconocidos en el mundo. Tales características, entre otras, colocan a México en el plano de los países tropicales con mayor biodiversidad a nivel mundial. Entre el 10 y el 12% de las especies del planeta se encuentran distribuidas en México.

Dentro de la fauna silvestre mexicana podemos encontrar diferentes organismos que nos indican de una u otra forma si los ecosistemas que muestreamos se encuentran conservados o perturbados, tomando en cuenta la biología específica de cada grupo o en algunos casos, especies. Esto contemplando que existen algunas especies distribuidas en el territorio mexicano que necesitan grandes extensiones de territorio para satisfacer todas sus necesidades biológicas, así como otras especies que son muy específicas en sus necesidades, pudiéndolas encontrar solamente en aquellos ecosistemas que cumplan con sus requisitos específicos. En el Estado de Yucatán se reconoce la presencia de un gran número de especies para los grupos de vertebrados. Para el caso de los reptiles se tiene registro de 87 especies entre las que destacan 2 cocodrilos, 5 tortugas marinas y 47 serpientes. En cuanto a Aves se refiere, se cuenta con registros de 456 especies (CCBA-UADY). Para el caso de la Mastofauna se ha registrado un total de 89 especies que representan el 17% del total de registros nacional. Los anfibios son el grupo menos diverso contando con solo 18 especies registradas en el Estado, aunque también es importante mencionar que los estudios de este grupo son significativamente menores en comparación con los otros grupos de fauna.

Sistema Ambiental SA

Los criterios que se tomaron para determinar el Sistema Ambiental

Para determinar el sistema ambiental aplicable al proyecto se consideró como limite la UGA PRO08-BAR_AP1, del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY); el cual es un instrumento jurídico de planeación, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial que maximice el consenso entre los actores sociales y minimice el conflicto sobre el uso del suelo.

Dicho POETCY tiene por objeto llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio costero del estado de Yucatán, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico; y establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias

El ordenamiento ecológico estructura el territorio costero en Unidades de Gestión Ambiental, en adelante UGA, las cuales son las unidades mínimas territoriales en las que se aplican las políticas ambientales, criterios de regulación ecológica y actividades y usos de suelo referidos en este decreto.

En la Tabla 3.4 se presentan las coordenadas de la Región Ecológica.

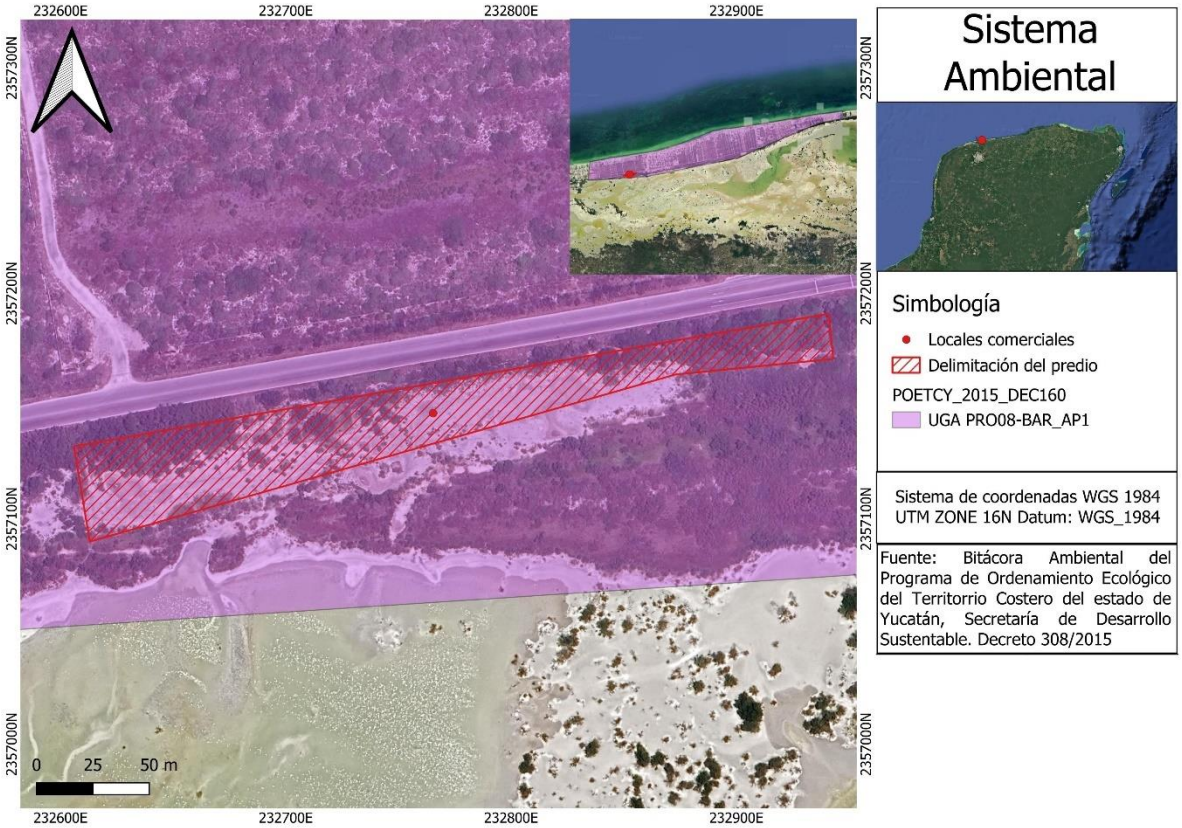


Imagen 3.12. Sistema ambiental.

Tabla 3.4. Coordenadas de delimitación del Sistema Ambiental en forma de UTM Datum WGS84 Zona 16N de la UGA PRO08-BAR_AP1.

VÉRTICE	X (UTM)	Y (UTM)	VÉRTICE	X (UTM)	Y (UTM)
1	238479.48	2358657.18	61	234129.03	2357981.77
2	237826.34	2358518.08	62	234210.53	2358013.68
3	235617.51	2357577.63	63	234262.71	2358030.55
4	233202.95	2357091.71	64	234313.86	2358047.45
5	232078.33	2357018.13	65	234389.13	2358079.46
6	231650.09	2356989.70	66	234463.40	2358113.71
7	231652.62	2357017.36	67	234496.79	2358124.24
8	231685.31	2357364.70	68	234549.01	2358143.34
9	231691.48	2357424.43	69	234625.19	2358167.58
10	231696.54	2357479.74	70	234695.27	2358199.68
11	231697.74	2357489.69	71	234766.32	2358227.33
12	231697.80	2357493.01	72	234821.80	2358255.24
13	231791.54	2357511.42	73	234858.32	2358266.83
14	231876.88	2357523.31	74	234906.30	2358280.46
15	231926.83	2357530.25	75	234923.07	2358290.16
16	231961.19	2357536.33	76	234980.55	2358313.60
17	232000.83	2357547.87	77	235021.22	2358325.12
18	232036.25	2357555.05	78	235083.66	2358334.08
19	232083.21	2357569.79	79	235164.99	2358356.03
20	232124.84	2357575.75	80	235247.31	2358374.64
21	232151.87	2357577.53	81	235293.16	2358384.97
22	232178.94	2357582.62	82	235417.81	2358389.60
23	232267.70	2357613.30	83	235492.52	2358387.29
24	232287.36	2357609.65	84	235544.60	2358397.52
25	232303.08	2357618.26	85	235671.46	2358409.87
26	232324.86	2357616.79	86	235778.75	2358432.51
27	232351.86	2357617.46	87	235900.37	2358441.62
28	232404.84	2357618.81	88	235970.19	2358458.22
29	232439.29	2357630.43	89	236045.12	2358469.20
30	232500.66	2357637.18	90	236076.38	2358476.45

31	232596.42	2357652.23	91	236106.60	2358483.72
32	232648.41	2357656.92	92	236201.23	2358493.27
33	232723.32	2357666.78	93	236291.76	2358506.21
34	232805.63	2357684.27	94	236404.21	2358526.55
35	232884.72	2357695.16	95	236548.87	2358548.59
36	232915.98	2357702.41	96	236674.82	2358569.83
37	232954.42	2357703.99	97	236765.44	2358588.31
38	233065.97	2357732.09	98	236827.86	2358596.17
39	233139.65	2357729.78	99	236945.46	2358614.22
40	233188.60	2357738.95	100	237046.52	2358636.96
41	233216.73	2357745.14	101	237063.18	2358640.02
42	233241.68	2357746.94	102	237076.71	2358642.02
43	233284.32	2357751.79	103	237176.61	2358657.03
44	233313.44	2357754.64	104	237300.50	2358678.30
45	233335.42	2357765.36	105	237431.59	2358696.14
46	233381.21	2357772.37	106	237587.80	2358726.86
47	233408.22	2357773.03	107	237617.04	2358737.47
48	233451.87	2357775.65	108	237678.49	2358749.78
49	233496.61	2357781.56	109	237792.95	2358766.78
50	233540.45	2357796.36	110	237911.45	2358775.95
51	233561.23	2357797.13	111	238004.05	2358788.87
52	233582.17	2357807.87	112	238102.91	2358803.90
53	233615.60	2357820.62	113	238193.43	2358816.86
54	233678.11	2357834.00	114	238345.32	2358836.58
55	233743.67	2357842.90	115	238472.40	2358863.35
56	233833.49	2357875.79	116	238472.88	2358829.00
57	233873.15	2357888.43	117	238479.48	2358657.18
58	233904.52	2357902.33			
59	233976.32	2357912.24			
60	234091.32	2357961.33			

RESULTADOS

Se realizo un muestreo de 25 transectos distribuidos por todo el Sistema ambiental (UGA PRO08-BAR_AP1), los transectos realizaron fueron de 10x10 m dando un muestreo de 100 m2 o 0.01 hectáreas.

Para realizar el muestreo del Sistema Ambiental se calculó el tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 20%, tomando en cuenta la formula del cálculo de tamaño de muestra:

$$Z2 * (p) * (1-p) / c2$$

Donde:

Z = Nivel de confianza (95% o 99%)

p = .5

c = Margen de error (.04 = ±4)

la cual considera que el mínimo de sitios a muestrear seria de 25 sitios, por lo tanto, se consideran 26 sitios a muestrear dentro del Sistema Ambiental.

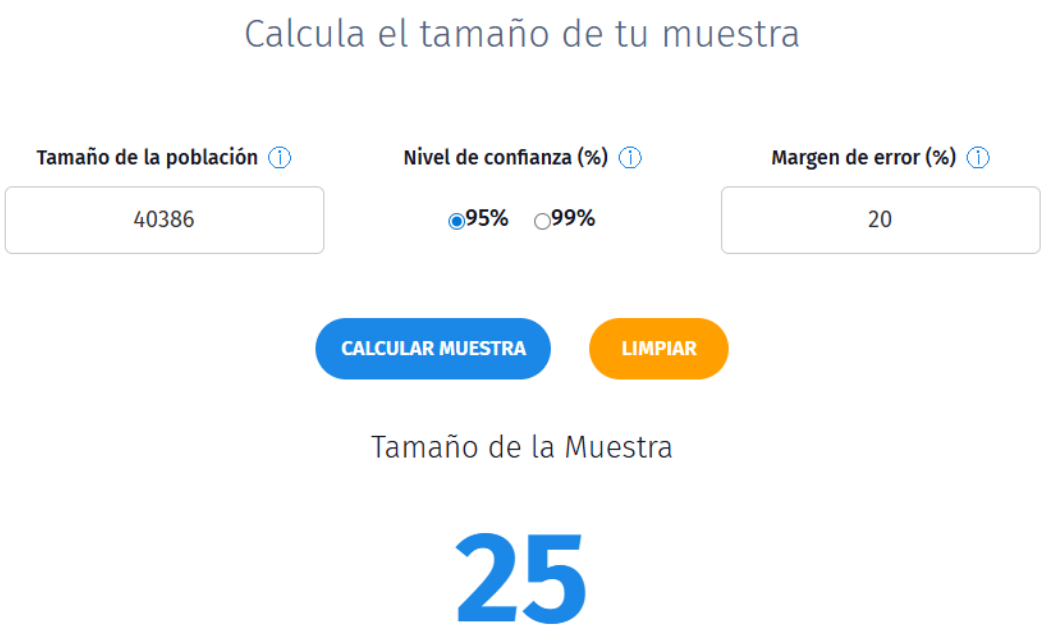


Imagen 3.13. Cálculo de la muestra para el Sistema Ambiental con la “Calculadora de Tamaño de Muestra”

En seguimiento, se anexan los sitios muestreados y su ubicación:



Imagen 3.14. Sitios de muestreo dentro del Sistema ambiental.

Tabla 3.5. Coordenadas de los transectos dentro del Sistema Ambiental.

COORDENADAS DE MICROCUENCA			COORDENADAS DE MICROCUENCA		
Transecto	X	Y	Transecto	X	Y
1	224919.55	2346781.89	17	224601.44	2349137.19
2	224995.24	2347276.24	18	224621.98	2349233.59
3	225542.23	2347466.47	19	224637.23	2349292.13
4	226948.13	2347753.26	20	227035.78	2347044.25
5	227357.56	2348221.64	21	227323.83	2346984.13
6	223978.50	2345882.24	22	227838.44	2347007.36
7	222427.06	2346004.47	23	228127.72	2347098.58
8	219791.46	2346092.09	24	229694.55	2347261.22
9	218043.08	2346256.21	25	230265.88	2347215.41
10	219080.65	2347412.12	26	226996.49	2348535.99
11	224792.32	2348586.24	27	226359.41	2348746.89
12	224749.18	2348590.45	28	226901.41	2349063.64
13	224765.72	2348646.38	29	226469.87	2349648.65
14	224807.33	2348677.68			
15	224746.84	2348679.68			

16	224855.47	2348619.80

Listado florístico.

Los resultados obtenidos dentro del Sistema Ambiental del muestreo se presentan a continuación:

Tabla 3.6. Listado florístico del Sistema Ambiental.

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus
1	Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck*	Tsakam	
2	Agavaceae	*Agave angustifolia Haw. var. angustifolia*	Henequén de playa	
3	Asparagaceae	*Agave sisalana*	Sisal	
4	Amaranthaceae	*Alternanthera flavescens Kunth*	sak-mul	
5	Araceae	*Anthurium schlechtendalii Kunth ssp. schlechtendalii*	Boobtúum	
6	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl & Källersjö ssp. Macrocarpa*	Limoncillo	
7	Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel*	Juluub	
8	Bromeliaceae	*Bromelia pinguin L.*	Piñuela	
9	Burseraceae	*Bursera simaruba (L.)*	Chaka	
10	Fabaceae	*Caesalpinia vesicaria L.*	Mareña	
11	Scrophulariaceae	*Capraria biflora L.*	chokuilxim hembra	
12	Fabaceae	*Clitoria ternatea*	Conchita	
13	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera (L.) L.*	Uva de mar	
14	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	
15	Combretaceae	*Conocarpus erectus L.*	botoncillo	A
16	Boraginaceae	*Cordia sebestena L.*	Anacahuite	
17	Poaceae	*Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.*	chimes su'uk	
18	Euphorbiaceae	*Enriquebeltrania crenatifolia (Miranda) Rzed.*	Ch'iin took'	e
19	Euphorbiaceae	*Euphorbia mesembryanthemifolia*	sak iits	
20	Malvaceae	*Gossypium hirsutum L.*	Algodón	Pr
21	Menispermaceae	*Hyperbaena winzerlingii*	naranjillo	
22	Convolvulaceae	*Ipomoea indica (Burm. f.) Merr.*	Enredadera	

23	Verbenaceae	*Lippia graveolens Kunth*	orégano de monte	
24	Malvaceae	*Malvaviscus arboreus Cav.*	Tulipan	
25	Cactaceae	*Mammillaria gaumeri (Britton & Rose) Orcutt*	k'iix pak' am	P
26	Celastraceae	*Maytenus phyllanthoides Benth.*	Granadilla	
27	Anacardiaceae	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	Chechem	
28	Orchidaceae	*Myrmecophila christinae Carnevali & Gómez-Juárez var. ibarrae Carnevali & Tapia-Muñoz*	Flor de confesionario	e
29	Cactaceae	*Opuntia stricta*	Nopal tunero costero	
30	Fabaceae	*Pithecellobium keyense Britton*	Ya'ax k'aax	
31	Asteraceae	*Porophyllum macrocephalum DC.*	Papalo	
32	Capparaceae	*Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo ssp. incana*	bojk'anche'	e
33	Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum (L.) L.*	verdolaga de playa	
34	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum (Miller) Penn.*	Caimitillo	
35	Surianaceae	*Suriana maritima L.*	tabaquillo	
36	Arecaceae	*Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.*	Chit	A

NOM 059 SEMARNAT 2010 - P: Peligro, Pr: Protegida, A: Amenazada. E: endémica

Se identificaron un total de 36 especies, distribuidas en 29 familias, siendo la mejor representada la Acanthaceae con 351 individuos. Se registraron un total de 3 especies endémicas de la Provincia Biótica de Yucatán y 4 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

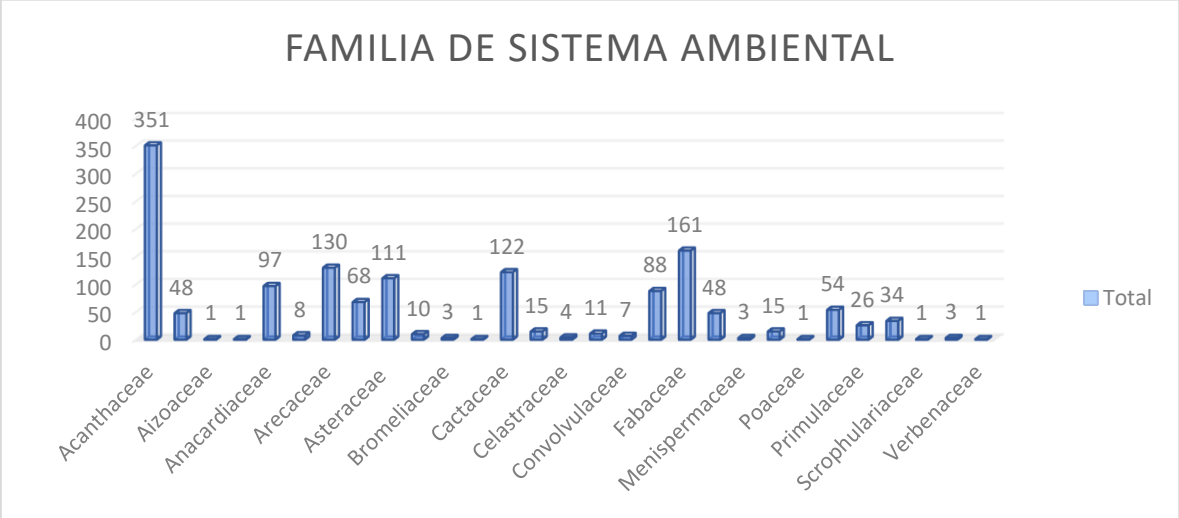


Imagen 3.15. Especies por familia

En los 26 cuadrantes se contabilizaron un total de 1,423 individuos. Los resultados del muestreo del Sistema Ambiental se presentan anexos en el Excel denominado "FLORA DEL SISTEMA AMBIENTAL".

Los valores de importancia se presentan en las siguientes tablas:

Estrato arbóreo.

Tabla 3.7. IVI del sistema ambiental del estrato arbóreo.

Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI al 300%
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel	1	1.41	3.85	6.67	0.001	0.455	8.53
Bursera simaruba (L.)	1	1.41	3.85	6.67	0.009	3.112	11.19
Conocarpus erectus L.	11	15.49	3.85	6.67	0.055	18.611	40.77
Cordia sebestena L.	5	7.04	11.54	20.00	0.031	10.400	37.44
Hyperbaena winzerlingii	3	4.23	3.85	6.67	0.030	10.289	21.18
Metopium brownei (Jacq.) Urb.	15	21.13	11.54	20.00	0.077	25.982	67.11
Pithecellobium keyense Britton	28	39.44	11.54	20.00	0.072	24.262	83.70
Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo ssp. incana	6	8.45	3.85	6.67	0.019	6.434	21.55
Sideroxylon americanum (Miller) Penn.	1	1.41	3.85	6.67	0.001	0.455	8.53
Total general	71	100	58	100	0.30	100	300

Las especies con mayor valor de importancia fueron: Pithecellobium oblongum, Metopium brownei (Jacq.) Urb y Conocarpus erectus L.

Tabla 3.8. Resultados de diversidad y equidad del Sistema Ambiental del estrato arbóreo.

No.	Especies	i	Pi	lnPi	lnPI*Pi
1	*Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel*	1	0.014	4.263	0.060
2	*Bursera simaruba (L.)*	1	0.014	4.263	0.060
3	*Conocarpus erectus L.*	11	0.155	1.865	0.289
4	*Cordia sebestena L.*	5	0.070	2.653	0.187
5	*Hyperbaena winzerlingii*	3	0.042	3.164	0.134

6	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	15	0.211	1.555	0.328
7	*Pithecellobium keyense Britton*	28	0.394	0.930	0.367
8	*Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo ssp. incana*	6	0.085	2.471	0.209
9	*Sideroxylon americanum (Miller) Penn.*	1	0.014	4.263	0.060
Total general		71	1	H'= -Σpi ln pi	1.694
			Diversidad		
			Equidad	J'= H'/Hmax	0.771

Con respecto a la diversidad de las especies se tiene que para la Microcuenca se puede considerar bajo, esto en función del valor calculado de H' = 1.694 bits/ind, el cual se encuentra muy por debajo del valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind.

Este valor de diversidad está en función de la equitabilidad de las distribución espacio-temporal de las especies, que de acuerdo con el índice de Pielou (J') el cual hace referencia Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas; esto es 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.

Para el caso del estrato arbóreo, se tiene una equitabilidad de 0.771 que supone que las especies tienden a tener una distribución heterogénea mayor a la media.

Estrato arbustivo.

Tabla 3.9. IVI del sistema ambiental del estrato arbustivo.

Especies	Abundancia		Frecuencia		Densidad		Cobertura		IVI al 300%
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl &	26	2.73	38.46	7.87	0.00019	2.725	10.00	1.97	12.57

Källersjö ssp. Macrocarpa									
Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel	350	36.69	57.69	11.81	0.00250	36.688	94.36	18.54	67.04
Caesalpinia vesicaria L.	50	5.24	53.85	11.02	0.00036	5.241	77.52	15.23	31.50
Capraria biflora L.	1	0.10	3.85	0.79	0.00001	0.105	0.92	0.18	1.07
Clitoria ternatea	1	0.10	3.85	0.79	0.00001	0.105	0.59	0.12	1.01
Coccoloba uvifera (L.) L.	54	5.66	26.92	5.51	0.00039	5.660	46.99	9.23	20.41
Cocos nucifera	2	0.21	3.85	0.79	0.00001	0.210	4.18	0.82	1.82
Cordia sebestena L.	5	0.52	11.54	2.36	0.00004	0.524	9.21	1.81	4.70
Enriquebeltrania crenatifolia (Miranda) Rzed.	17	1.78	15.38	3.15	0.00012	1.782	10.40	2.04	6.98
Euphorbia mesembryanthemifolia	71	7.44	19.23	3.94	0.00051	7.442	13.53	2.66	14.04
Lippia graveolens Kunth	1	0.10	3.85	0.79	0.00001	0.105	0.18	0.03	0.93
Malvaviscus arboreus Cav.	33	3.46	23.08	4.72	0.00024	3.459	7.65	1.50	9.69
Maytenus phyllanthoides Benth.	4	0.42	3.85	0.79	0.00003	0.419	0.98	0.19	1.40
Metopium brownei (Jacq.) Urb.	82	8.60	65.38	13.39	0.00059	8.595	46.03	9.05	31.03
Pithecellobium keyense Britton	82	8.60	42.31	8.66	0.00059	8.595	32.23	6.33	23.59
Porophyllum macrocephalum DC.	2	0.21	3.85	0.79	0.00001	0.210	3.98	0.78	1.78
Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo ssp. incana	9	0.94	15.38	3.15	0.00006	0.943	8.05	1.58	5.67

Sideroxylon americanum (Miller) Penn.	33	3.46	46.15	9.45	0.00024	3.459	58.24	11.44	24.35
Suriana maritima L.	3	0.31	7.69	1.57	0.00002	0.314	1.46	0.29	2.18
Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.	128	13.42	42.31	8.66	0.00091	13.417	82.40	16.19	38.27
Total general	954	100	488	100	0.00681	100	509	100	300

Las especies con mayor valor de importancia fueron: Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel, Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f. y Caesalpinia vesicaria L.

Con respecto a la diversidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.10. Resultados de diversidad y equidad del Sistema Ambiental del estrato arbustivo

No	Especies	i	Pi	lnPi	lnPl*Pi
1	*Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl & Källersjö ssp. Macrocarpa*	26	0.027	3.603	0.098
2	*Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F. Daniel*	350	0.367	1.003	0.368
3	*Caesalpinia vesicaria L.*	50	0.052	2.949	0.155
4	*Capraria biflora L.*	1	0.001	6.861	0.007
5	*Clitoria ternatea*	1	0.001	6.861	0.007
6	*Coccoloba uvifera (L.) L.*	54	0.057	2.872	0.163
7	*Cocos nucifera*	2	0.002	6.168	0.013
8	*Cordia sebestena L.*	5	0.005	5.251	0.028
9	*Enriquebeltrania crenatifolia (Miranda) Rzed.*	17	0.018	4.027	0.072
10	*Euphorbia mesembryanthemifolia*	71	0.074	2.598	0.193
11	*Lippia graveolens Kunth*	1	0.001	6.861	0.007
12	*Malvaviscus arboreus Cav.*	33	0.035	3.364	0.116
13	*Maytenus phyllanthoides Benth.*	4	0.004	5.474	0.023
14	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	82	0.086	2.454	0.211
15	*Pithecellobium keyense Britton*	82	0.086	2.454	0.211
16	*Porophyllum macrocephalum DC.*	2	0.002	6.168	0.013
17	*Quadrella incana (Kunth) Iltis & Cornejo ssp. incana*	9	0.009	4.663	0.044
18	*Sideroxylon americanum (Miller) Penn.*	33	0.035	3.364	0.116
19	*Suriana maritima L.*	3	0.003	5.762	0.018
20	*Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.*	128	0.134	2.009	0.270

Total general	954	1	H'= -Σpi ln pi	2.132
		Diversidad		
		Equidad	J'= H'/Hmax	0.712

Con respecto a la diversidad de las especies se tiene que para la Microcuenca se puede considerar medio, esto en función del valor calculado de H' = 2.132 bits/ind, el cual se encuentra muy por cerca del valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind.

Para el caso del estrato arbustivo, se tiene una equitabilidad de 0.712 que supone que las especies tienden a tener una distribución heterogénea mayor a la media.

Estrato herbáceo.

Tabla 3.11. IVI del sistema ambiental del estrato herbáceo.

Especies	Abundancia		Frecuencia		Densidad		Cobertura		IVI al 300%
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck	5	1.26	11.54	4.55	0.00004	1.256	4.02	3.87	9.67
Agave angustifolia Haw. var. angustifolia	48	12.06	23.08	9.09	0.00034	12.060	5.78	5.56	26.71
Agave sisalana	68	17.09	30.77	12.12	0.00049	17.085	8.12	7.81	37.01
Alternanthera flavescens Kunth	1	0.25	3.85	1.52	0.00001	0.251	1.31	1.26	3.02
Anthurium schlechtendalii Kunth ssp. schlechtendalii	8	2.01	15.38	6.06	0.00006	2.010	5.67	5.45	13.52
Bromelia pinguin L.	3	0.75	7.69	3.03	0.00002	0.754	0.58	0.56	4.34
Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.	1	0.25	3.85	1.52	0.00001	0.251	2.63	2.53	4.30
Gossypium hirsutum L.	15	3.77	30.77	12.12	0.00011	3.769	30.11	28.97	44.86
Ipomoea indica (Burm. f.) Merr.	7	1.76	3.85	1.52	0.00005	1.759	3.21	3.09	6.37
Mammillaria gaumeri (Britton & Rose) Orcutt	10	2.51	19.23	7.58	0.00007	2.513	0.70	0.68	10.76
Myrmecophila christinae Carnevali & Gómez-Juárez var. ibarrae Carnevali & Tapia-Muñoz	15	3.77	7.69	3.03	0.00011	3.769	0.29	0.28	7.08
Opuntia stricta	107	26.88	50.00	19.70	0.00076	26.884	27.70	26.65	73.23
Porophyllum macrocephalum DC.	109	27.39	42.31	16.67	0.00078	27.387	13.59	13.08	57.13
Sesuvium portulacastrum (L.) L.	1	0.25	3.85	1.52	0.00001	0.251	0.24	0.23	2.00

Total general	398	100	254	100	0.00284	100	104	100	300

Las especies con mayor valor de importancia fueron: Opuntia stricta, Porophyllum macrocephalum DC. y Gossypium hirsutum L.

Con respecto a la diversidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.12. Resultados de diversidad y equidad del Sistema Ambiental del estrato herbáceo.

No.	Especies	i	Pi	lnPi	lnPI*Pi
1	*Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck*	5	0.013	4.377	0.055
2	*Agave angustifolia Haw. var. angustifolia*	48	0.121	2.115	0.255
3	*Agave sisalana*	68	0.171	1.767	0.302
4	*Alternanthera flavescens Kunth*	1	0.003	5.986	0.015
5	*Anthurium schlechtendalii Kunth ssp. schlechtendalii*	8	0.020	3.907	0.079
6	*Bromelia pinguin L.*	3	0.008	4.888	0.037
7	*Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.*	1	0.003	5.986	0.015
8	*Gossypium hirsutum L.*	15	0.038	3.278	0.124
9	*Ipomoea indica (Burm. f.) Merr.*	7	0.018	4.041	0.071
10	*Mammillaria gaumeri (Britton & Rose) Orcutt*	10	0.025	3.684	0.093
11	*Myrmecophila christinae Carnevali & Gómez-Juárez var. ibarrae Carnevali & Tapia-Muñoz*	15	0.038	3.278	0.124
12	*Opuntia stricta*	107	0.269	1.314	0.353
13	*Porophyllum macrocephalum DC.*	109	0.274	1.295	0.355
14	*Sesuvium portulacastrum (L.) L.*	1	0.003	5.986	0.015
Total general		398	1	H'= -∑pi ln pi	1.891
			Diversidad		
			Equidad	J'= H'/Hmax	0.717

Con respecto a la diversidad de las especies se tiene que para la Microcuenca se puede considerar bajo, esto en función del valor calculado de H' = 1.891 bits/ind, el cual se encuentra muy por debajo del valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind.

Para el caso del estrato herbáceo, se tiene una equitabilidad de 0.717 que supone que las especies tienden a tener una distribución heterogénea mayor a la media.

III.7 Descripción biológica del Área de Influencia

Para la delimitación del área de influencia directa, se delimitó un buffer de 655,667 m2, del área del proyecto, el área se presenta en la siguiente imagen delimitada en color verde.



Imagen 3.16. Zona de influencia del Proyecto

Como se menciona con anterioridad el lugar del proyecto se encuentra dentro del territorio de la población que conforma el municipio de Progreso el cual colinda con los siguientes sitios:

- Al Norte: casas residenciales
- Al Sur: se localiza la zona de manglar inundable
- Al Oeste: gasolineras y negocios
- Al Este: vegetación



Imagen 3.17. Limites colindantes al predio del proyecto.

Características actuales del área de influencia del sistema ambiental meso.

- Este sistema está conformado en su porción terrestre por una franja dinámica de duna costera y, en sus depresiones topográficas hacia el interior, por una zona inundable y de transición estuarina dominada por comunidades de manglar. A diferencia de entornos puramente urbanizados, este sistema meso mantiene una interacción ecológica activa entre el flujo de mareas, la infiltración del acuífero somero y la retención de sustratos arenosos.
- El sistema corresponde a un ecosistema que, si bien conserva elementos naturales críticos, ha comenzado a experimentar presiones y fragmentación debido a la apertura de accesos litorales, sascaberas históricas, caminos de terracería y la influencia de la infraestructura vial e inmobiliaria periférica que caracteriza a la zona costera de Progreso. Estas actividades antropogénicas han alterado parcialmente la microtopografía local y la dinámica sedimentaria natural de las dunas frontales.

- La Vegetación: se observa que este sistema presenta una fragmentación moderada a alta en las zonas adyacentes a las infraestructuras existentes. La vegetación de duna costera (tanto en su estrato pionero como en el matorral costero) y el manglar se encuentran distribuidos de forma heterogénea. El manglar, en particular, está sujeto a regímenes de inundación estacional o permanente, actuando como un ecotono de alta productividad biológica.

En la zona de influencia se encuentra una comunidad vegetal compuesta por especies del matorral de duna costera en los sectores con mayor exposición al viento marino, y por asociaciones forestales de manglar (principalmente manglar blanco, negro u botoncillo) en las depresiones topográficas inundables. Actualmente, esta vegetación se localiza estructurada en franjas ecológicas y manchones densos que muestran diferentes estados de conservación; las perturbaciones se concentran en los bordes de los caminos y áreas impactadas por actividades humanas previas, afectando la continuidad ecológica entre el cordón litoral y las zonas de humedal interior.



Imagen 3.18. Vegetación encontrada dentro de la zona de influencia.

Dada su ubicación en la zona de vegetación de duna costera y manglar, el área de influencia se caracteriza por presentar un claro estado de fragmentación en cuanto a la distribución de vegetación debida principalmente al establecimiento.

III.7.1 Tipos de vegetación del Área de Influencia

Para la delimitación del área de influencia, los sitios de muestreo se dispusieron de manera sistemática tratando de abarcar la mayor superficie del área de influencia, y considerando los diferentes tipos de vegetación presentes.

En cada transecto se registraron las especies presentes y su abundancia. La vegetación observada estuvo compuesta predominantemente por estratos arbustivo y herbáceo, lo cual está asociado a sus características estructurales. En general, la vegetación presentó baja altura, con individuos que en su mayoría no superan los 1.30 m, por lo que no se desarrollan troncos bien definidos. En consecuencia, predominan formas de crecimiento arbustivas, con escasa presencia de individuos arbóreos propiamente estructurados.

Composición Florística de la Zona de Influencia

Durante la revisión bibliográfica y las visitas realizadas por personal de Axis Ingeniería en campañas de levantamiento de datos que concordaron con el área de influencia del presente proyecto se identificaron 41 especies incluidas en 25 familias, siendo la que presentó mayor número de especies la Poaceae con 51 individuos, seguida por la familia Asteraceae con 37 individuos. Se identificó dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se realizo un muestreo en 14 sitios alrededor del sitio del proyecto.



No. Cuadrante	X	Y	No. Cuadrante	X	Y
1	232314.94	2357415.66	13	232505.25	2357106.14
2	232485.11	2357386.18	14	232434.88	2357085.01
3	232645.17	2357306.29	15	232505.33	2357046.55
4	232585.31	2357235.77	16	232625.33	2357076.03
5	232375.43	2357186.04	17	232674.79	2357096.33
6	232485.02	2357266.08	18	232805.13	2357126.45
7	232785.18	2357405.79	19	232885.13	2357094.7
8	233024.69	2357435.84	20	232925.03	2357137.67
9	232815.34	2357315.22	21	233004.83	2357176.4
10	232985.51	2357325.32	22	233045.28	2357115.47
11	233115.23	2357325.95	23	233105.11	2357126.28
12	233074.48	2357484.66	24	233075.15	2357175.04

Imagen 3.19. Mapa de ubicación de los Transectos dentro de la Zona de Influencia.

En la siguiente tabla se presenta el listado florístico de las especies presentes en el área de influencia del proyecto:

Tabla 3.13. Listado florístico de la Zona de Influencia.

LISTADO GENERAL				
Familia	No.	Nombre cientifico	Nombre común	Estatus NOM-059
Acanthaceae	1	*Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F.Daniel*	Canacoite	
Aizoaceae	2	*Sesuvium portulacastrum (L.) L.*	Verdolaga de playa	
Amaranthaceae	3	*Alternanthera flavescens Kunth*	Sak-mul	
Anacardiaceae	4	*Metopium brownei (Jacq.) Urb.*	Chechem	
Apocynaceae	5	*Plumeria rubra L.*	Flor de mayo	
Arecaceae	6	*Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult.f.*	Palma chit	A
Asparagaceae	7	*Agave angustifolia Haw.*	Henequén de playa	
Asteraceae	8	*Baccharis dioica Vahl.*	N/A	
	9	*Bidens alba (L.) DC.*	Acahual	
	10	*Erigeron canadensis L.*	Pegajosa	
	11	*Flaveria linearis Lag.*	Anis xiiw	

	12	*Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum (DC.) R.R.Johnson*	Papalo	
Boraginaceae	13	*Cordia sebestena L.*	Anacahuite	
Brassicaceae	14	*Cakile edentula (Bigelow) Hook.*	Xaal	
Cactaceae	15	*Acanthocereus tetragonus (L.) Hummelinck*	Tsakam	
	16	*Opuntia stricta (Haw.) Haw.*	Tuna	
Celastraceae	17	*Maytenus phyllanthoides Benth.*	Mangle dulce	
	18	*Pristimera celastroides (Kunth) A.C.Sm.*	Cancerina	
Euphorbiaceae	19	*Croton punctatus Rich.*	Hierba de jabalí	
	20	*Enriquebeltrania crenatifolia (Miranda) Rzed.*	Ch'iin took'	
	21	*Euphorbia heterophylla var. cyathophora (Murray) Grisb.*	Nochebuena silvestre	
Fabaceae	22	*Pithecellobium keyense Britton*	Ya'ax k'aax	
	23	*Sophora tomentosa L.*	N/A	
	24	*Tara vesicaria (L.) Molinari, Sánchez Och. & Mayta*	Mareña	
Lamiaceae	25	*Vitex gaumeri Greemn.*	Canelillo	
	26	*Vitex trifolia L.*	Sauzgatillo	
Malvaceae	27	*Malvaviscus arboreus Dill. ex Cav.*	Altea	
	28	*Waltheria indica L.*	Malva de monte	
	29	*Waltheria rotundifolia Schrank*	N/A	
Passifloraceae	30	*Passiflora foetida L.*	Poch	
Petiveriaceae	31	*Rivina humilis L.*	Bajatripa	
Poaceae	32	*Cenchrus clandestinus (hochst. ex Chiov.) Morrone*	Kikuyo	
	33	*Cenchrus echinatus L.*	Zacate cadillo	
	34	*Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd*	Pasto pata de pollo	
	35	*Distichlis spicata (L.) Greene*	Baakel aak'	
Polygonaceae	36	*Coccoloba uvifera (L.)L.*	Uva de mar	
Primulaceae	37	*Bonellia macrocarpa (Cav.) B. Ståhl & Källersjö ssp. Macrocarpa*	Limoncillo	
Rizophoraceae	38	*Rhizophora mangle L.*	Mangle rojo	A
Rubiaceae	39	*Hamelia patens Jacq.*	Coloradillo	
Sapotaceae	40	*Sideroxylon americanum (Miller) Penn.*	Caimitillo	
Solanaceae	41	*Solanum donianum Walp.*	Berenjena	

Estructura vertical de la vegetación

En este caso se empleó las formas de vida de las especies presentes en el área de influencia: Arbóreo, Arbustivo y Herbáceo. Esto para tener una idea del paisaje o golpe de vista de las especies en conjunto y poder caracterizar la estructura vertical del sitio.

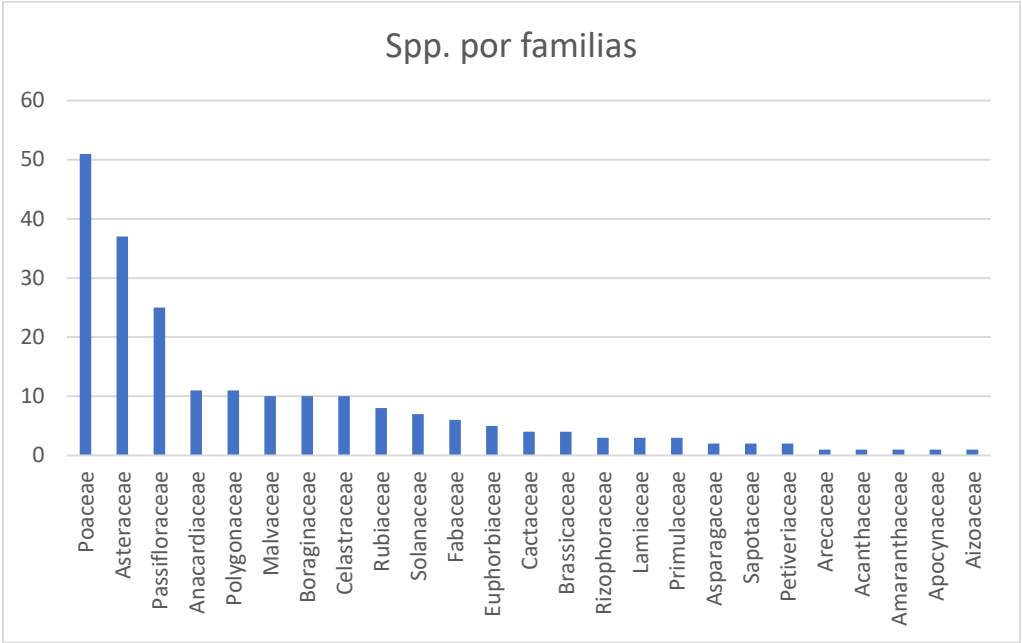


Imagen 3.20. Gráfica de la composición por familias de la zona de influencia.

La mayor parte de las especies encontradas en el área de influencia presentan una forma de vida arbustiva. Esta estructura es congruente con el tipo de vegetación, ya que como se mencionó anteriormente la vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia se encuentra dominando la zona de influencia.

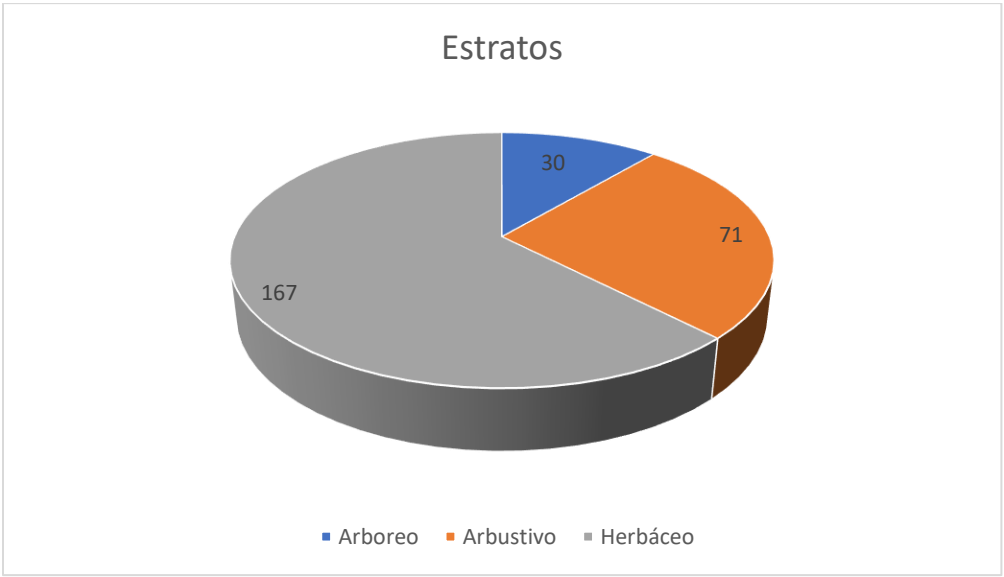


Imagen 3.21. Gráfica del porcentaje de forma de vida en la Zona de Influencia.

III.7.2 Distribución de fauna en el Área de Influencia

El territorio mexicano se compone de una gran diversidad de formas geológicas; contiene prácticamente todos los grupos y subgrupos climáticos posibles y de igual forma posee

25 de las 28 categorías de suelos reconocidos en el mundo. Tales características, entre otras, colocan a México en el plano de los países tropicales con mayor biodiversidad a nivel mundial. Entre el 10 y el 12% de las especies del planeta se encuentran distribuidas en México.

Dentro de la fauna silvestre mexicana podemos encontrar diferentes organismos que nos indican de una u otra forma si los ecosistemas que muestreamos se encuentran conservados o perturbados, tomando en cuenta la biología específica de cada grupo o en algunos casos, especies. Esto contemplando que existen algunas especies distribuidas en el territorio mexicano que necesitan grandes extensiones de territorio para satisfacer todas sus necesidades biológicas, así como otras especies que son muy específicas en sus necesidades, pudiéndolas encontrar solamente en aquellos ecosistemas que cumplan con sus requisitos específicos. En el Estado de Yucatán se reconoce la presencia de un gran número de especies para los grupos de vertebrados. Para el caso de los reptiles se tiene registro de 87 especies entre las que destacan 2 cocodrilos, 5 tortugas marinas y 47 serpientes. En cuanto a Aves se refiere, se cuenta con registros de 456 especies (CCBA-UADY). Para el caso de la Mastofauna se ha registrado un total de 89 especies que representan el 17% del total de registros nacional. Los anfibios son el grupo menos diverso contando con solo 18 especies registradas en el Estado, aunque también es importante mencionar que los estudios de este grupo son significativamente menores en comparación con los otros grupos de fauna.

METODOLOGÍAS

Para el levantamiento de la información en campo se emplearon las metodologías establecidas para cada uno de los grupos muestreados, las cuales se describen más adelante.

Los registros se realizaron dentro de la zona de influencia en un área de 655,667 m2 para los monitoreos de fauna (Imagen 3.22), y se realizaron 11 recorridos lineales, esto con la finalidad de conocer a las especies que se encuentran en el área de afectación y por lo tanto podrían verse afectadas. En la Tabla 3.14 se observan las coordenadas de los transectos.

Tabla 3.14. Cuadro de coordenadas de los transectos en el área de influencia del proyecto.

TRANSECTO	COORDENADAS INICIO		COORDENADAS FINAL	
ZONA DE INFLUENCIA	X	Y	X	Y
1	232513.85	2357485.47	232561.86	2357390.57
2	232579.98	2357308	232413.06	2357284.82
3	232588.06	2357307.02	232766.87	2357343.81
4	232599.72	2357216.41	232929.54	2357262.24
5	232904.56	2357433.17	233075.4	2357457.77
6	232931.07	2357280.32	233101.76	2357326.7

7	233019.49	2357562.28	232886.48	2357528.1
8	232705.19	2357512.78	232600.61	2357424.66
9	232434.04	2357107.57	232577.97	2357099.39
10	233021.49	2357209.8	232940.62	2357091.76
11	232803.37	2357176.77	232833.99	2356911.07



Imagen 3.22. Transectos y recorridos dentro del área de influencia del proyecto (Color verde).

AVES

En el caso de las aves, se registró un total de 538 individuos de 46 especies en 27 familias, donde Quiscalus mexicanus es la especie con el mayor número de registros, seguido por Calidris alba y Tirannus melancholicus (Tabla 3.15). Se registraron 5 especies dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 pertenecientes a Doricha eliza y Campylorhynchus yucatanicus ambas en categoría de Peligro de extinción (P), Eupsittula nana y Vireo pallens ambas en categoría de protección especial (Pr) y Phoenicopterus ruber en categoría Amenazada (A).

Tabla 3.15. Listado de aves del área de influencia del proyecto.

AVES				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
ALCEDINIDAE	*Megaceryle torquata*	Martín pescador de collar	1	
ARDEIDAE	*Ardea alba*	Garza blanca	6	
ARDEIDAE	*Butorides virescens*	Garcita Verde	3	
ARDEIDAE	*Egretta caerulea*	Garza Azul	4	
ARDEIDAE	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	2	
CAPRIMULGIDAE	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	8	
CARDINALIDAE	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	10	
CATHARTIDAE	*Cathartes aura*	Zopilote cabeza roja	3	
CHARADRIIDAE	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo semipalmeado	28	
COLUMBIDAE	*Columbina passerina*	Tortolita coquita	22	
COLUMBIDAE	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	14	
CUCULIDAE	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	16	
FALCONIDAE	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	4	
FREGATIDAE	*Fragata magnificens*	Fregata tijereta	3	
FRINGILLIDAE	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra mesoamericana	6	
FRINGILLIDAE	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	2	
HIRUNDINIDAE	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	17	
HIRUNDINIDAE	*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	25	
HIRUNDINIDAE	*Tachycineta albilinea*	Golondrina Manglera	3	
ICTERIDAE	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	4	
ICTERIDAE	*Quiscalus mexicanus*	X´kau Zanate mexicano	41	
LARIDAE	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	13	
MIMIDAE	*Mimus gilvus*	Cenzontle	20	
PHALACROCORACIDAE	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejudo	4	
PHOENICOPTERIDAE	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco americano	28	A

AVES				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
PICIDAE	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	4	
POLIOPTILIDAE	*Polioptila albiloris*	Perlita Pispirria	7	
POLIOPTILIDAE	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	1	
PSITTACIDAE	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	16	Pr
RECURVIROSTRIDAE	*Himantopus mexicanus*	Monjita	31	
SCOLOPACIDAE	*Tringa semipalmata*	Playero aliblanco	9	
SCOLOPACIDAE	*Arenaria interpres*	vuelvepiedras rojizo	22	
SCOLOPACIDAE	*Actitis macularius*	playero alzacolita	13	
SCOLOPACIDAE	*Calidris alba*	Playero blanco	34	
STERNIDAE	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	4	
STERNIDAE	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	12	
TROCHILIDAE	*Amazilia rutila*	Colibri canelo	4	
TROCHILIDAE	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	6	P
TROGLODYTIDAE	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	23	P
TYRANNIDAE	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	12	
TYRANNIDAE	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	8	
TYRANNIDAE	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	3	
TYRANNIDAE	*Tirannus melancholicus*	Tirano tropical	29	
TYRANNIDAE	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro	1	
VIREONIDAE	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	7	
VIREONIDAE	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	5	Pr



Imagen 3.23. Individuos de Mimus gilvus en el área de influencia.

REPTILES Y ANFIBIOS

Para el grupo de anfibios y reptiles, se registró un total de 67 individuos de 11 especies en 8 familias, donde Sceloporus chrysostictus y Sceloporus cozumelae fueron las especies con el mayor número de registros, seguido por Ctenosaura similis (Tabla 3.16). Se registraron 2 especies dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 pertenecientes a Ctenosaura similis en categoría de Amenazada (A) y Sceloporus cozumelae en categoría de protección especial (Pr).

Tabla 3.16. Listado de anfibios y reptiles del área de influencia del proyecto.

ANFIBIOS Y REPTILES				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
COLUBRIDAE	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	1	
COLUBRIDAE	*Oxybelis fulgidus*	Bejuquilla verde	2	
CROCODYLIDAE	*Crocodylus moreletii*	Cocodrilo de pantano	1	
DACTYLOIDAE	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	3	
DIPSADIDAE	*Conophis lineatus*	Culebra guardacaminos lineada	1	
IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	9	A
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	16	Pr
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	21	
TEIIDAE	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	6	
TEIIDAE	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	6	
VIPERIDAE	*Agkistrodon russeolus*	Cantil Yucateco	1	

MAMÍFEROS

Para el grupo de los mamíferos se registró una riqueza de 6 especies, con 15 registros de pertenecientes a 5 familias, donde Urocyon cinereoargenteus y Sciurus yucatanensis fueron las especies que presentaron la mayor abundancia, seguido de Didelphis marsupialis y Procyon lotor. En la zona de influencia no se registraron especies catalogadas dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010 (Tabla 3.17).

Tabla 3.17. Listado de mamíferos del área de influencia del proyecto.

MAMIFEROS				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
DIDELPHIDAE	*Didelphis marsupialis*	Zarigüella común	3	
CANIDAE	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	3	

MAMIFEROS				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
CANIDAE	*Canis familiaris*	Perro común	6	
CERVIDAE	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanco	1	
LEPORIDAE	*Sylvigalus floridanus*	Conejo de monte	2	
MURIDAE	*Mus musculus*	Ratón común	4	
MURIDAE	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón venado yucateco	2	
PROCYONIDAE	*Procyon lotor*	Mapache	1	
SCIURIDAE	*Sciurus yucatanensis*	ardilla yucateca	3	

III.7.3 Problemática del Área de Influencia

La zona de influencia presenta en su parte terrestre una Vegetación de matorral de duna costera y barrera de manglar en buen estado de conservación. Por su parte dentro y en colindancias del predio estas áreas se encuentran perturbadas por las acciones antropogénicas; La vegetación de la zona de influencia presenta un grado de conservación mediano y más bien se puede considerar el área como perturbada por las condiciones antes mencionadas. La fragmentación del lugar por caminos y brechas, así como el paso frecuente por estos mantiene a la vegetación con diferentes tamaños influenciados por el efecto de borde.

III.8 Descripción biológica del Área del Proyecto

III.8.1 Vegetación dentro del Área del Proyecto

El tipo de vegetación que se registra en el área del proyecto según la serie VII de la cartografía del uso de suelo y vegetación del INEGI es de vegetación de duna costera con especies de Manglar y el uso de suelo es de asentamientos humanos

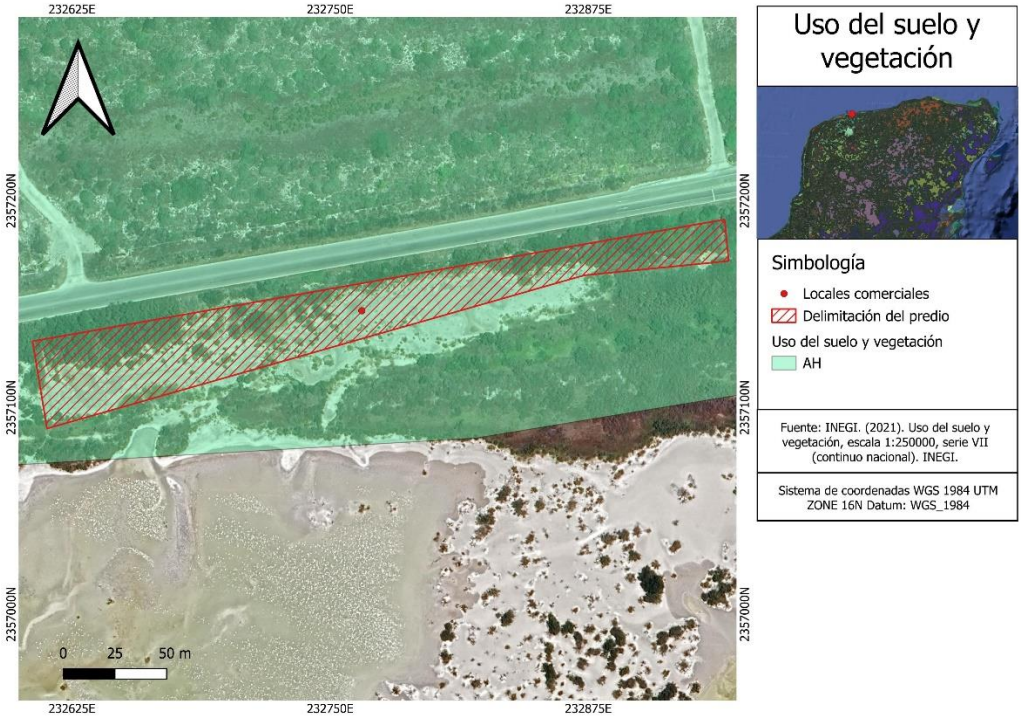


Imagen 3.24. Mapa de vegetación del proyecto de acuerdo a la serie VII del INEGI.

La vegetación de duna costera, también denominada matorral de duna costera, es un tipo de vegetación, que se ubica en la zona costera no inundable de la Península, extendiéndose en una angosta banda a lo largo del litoral peninsular, interrumpida solo por los manglares de franja y por los riscos calizos. La duna costera se puede dividir en dos tipos: la zona de pioneras y el matorral costero. La zona de pioneras comprende hierbas, algunos arbustos y halófitas anuales de entre uno y dos metros de altura y se ubica entre la línea de costa y lo que se denomina la primera duna. Al matorral se le puede ubicar después de la primera duna y colinda con el manglar, está conformado por especies arbustivas que pueden tener espinas o carecer de ellas con alturas de entre dos y tres metros de altura (Flores-Espejel, 1994).

La vegetación de duna costera de la Península de Yucatán tiene una importancia ecológica, etnobotánica y biológica muy alta. En esta se encuentran especies fijadoras de dunas, comestibles, medicinales o para la construcción.

La vegetación presente en un sitio pudiera verse comprometida al momento de realizar las obras o actividades que se desarrollaran durante un proyecto. Por eso es importante conocer la estructura de la vegetación para evaluar correctamente las posibles afectaciones que esta sufrirá por el establecimiento de cualquier tipo de proyecto. Así como para minimizar o mitigar los posibles daños a esta.

Es de vital importancia señalar que bibliográficamente es posible encontrar como distribución normal para este tipo de vegetación a especies de importancia como lo podrían ser las endémicas o en peligro de extinción para la costa del Estado Yucatán, sin embargo, el acelerado ritmo de crecimiento de los centros de población y la intrusión humana afecta esta distribución, siendo cada vez menos frecuente que se encuentren sitios tal y como se describen en la bibliografía consultada.

Caracterización de la vegetación

Para describir específicamente la comunidad vegetal encontrada en el predio en cuanto a composición y estructura se realizó lo siguiente:

Metodología

De manera inicial se recorrió el sitio siguiendo la poligonal e internándose en los caminos y brechas halladas para reconocer el sitio. Previo a esta actividad se analizaron fotografías satelitales de la red para tener una idea anticipada del estado de la vegetación y sobre la cercanía de asentamientos humanos al sitio para analizar su posible influencia. Posteriormente se realizaron las siguientes actividades:

Se realizaron 20 cuadrantes de 10 X 10 metros distribuidos de manera sistemática para abarcar toda el área posible del sitio del proyecto y así que la muestra fuera representativa. En la siguiente figura se presentan las coordenadas de cada uno de los sitios de muestreo, los cuales pueden apreciarse en la imagen satelital subsecuente. En los cuales se tomaron los siguientes datos:

Puntos georreferenciados de su posición con un Garmin Etrex para posterior elaboración de mapa señalando los cuadrantes.

Para realizar los análisis de frecuencia y dominancia se contaron todas las especies de talla arbustiva y herbácea que cayeron dentro los cuadrantes. Mismos datos que sirvieron para la elaboración del listado florístico.

La superficie total muestreada es de 2,000 m2, lo que representa el 22.28% de la totalidad de la superficie con vegetación del predio. Esta superficie se considera representativa debido al cálculo de la muestra. Los cuadrantes que involucran el área de muestreo son los que se describen en la Imagen 3.25.

Tabla 3.18. Cálculo del tamaño de muestra dentro del sitio del proyecto

n=(Nz^2pq)/(e^2(N-1)+z^2pq)		n=(z^2p(1-p))/c^2	
N=90	46.71206226	N=?	96.04
10%	46.71	10%	96.04
15%	29.17	15%	42.68
20%	19.12	20%	24.01



No. Cuadrante	X	Y	No. Cuadrante	X	Y
1	232620.71	2357111.62	11	232750.01	2357150.45
2	232630.07	2357121.17	12	232750.06	2357140.61
3	232660.95	2357120.79	13	232770.11	2357150.23
4	232670.36	2357120.81	14	232801.21	2357160.23
5	232670.24	2357112.19	15	232840.35	2357160.48
6	232680.55	2357130.98	16	232861.58	2357170.98
7	232690.36	2357141.17	17	232880.06	2357171.42
8	232700.45	2357130.58	18	232890.27	2357171.18
9	232720	2357140.72	19	232910.34	2357171.05
10	232730.31	2357131.26	20	232920.16	2357181.01

Imagen 3.25. Mapa de ubicación de los cuadrantes dentro del proyecto.

La estructura vertical de la vegetación se calculó con la distribución de las abundancias agrupando a los individuos en diferentes grupos de alturas. La estructura horizontal se estimó de manera similar tomando en cuenta el DAP de los individuos medidos, además se estimaron los siguientes parámetros:

$$\text{Densidad relativa (A)} = \frac{\text{Número de individuos de cada especie}}{\text{Total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa (Fr)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie x}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (Dr)} = \frac{\text{Área basal de cada especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

Las fórmulas anteriores se utilizaron para calcular el índice de valor de importancia de Curtis.

Índice de valor de importancia (I.V.I).

El I.V.I, es un parámetro que revela la importancia ecológica relativa de cada especie, interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas. El máximo valor del I.V.I. es de 300. (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia

Ar = Abundancia relativa

Fr = Frecuencia relativa de la especie i

Dr = Dominancia relativa de la especie i

Índice de valor de importancia familiar:

$$IVIF = ArF + DrF + DivrF$$

Donde:

IVIF = Índice de valor de importancia familia

ArF = Abundancia relativa familiar

DrF = Dominancia relativa familiar

DivrF = Diversidad relativa por familia

$$DivF\ Rel = (Nº\ sp/\Sigma sp) \times 100$$

Donde:

DivrF Rel = Diversidad relativa por familia

Nºsp = Número de especies por familia

Σsp = Sumatoria total de especies.

Posteriormente de cálculo el Índice de Diversidad de Shannon - Weaver

En los ecosistemas naturales este índice varía entre "0 y 5". Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral. Si H'= 0, solamente cuando hay una sola especie en la muestra y H' es máxima cuando las especies están representadas por los mimos números de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superar este valor.

Donde:

S = número de especies (riqueza de especies)

pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia de la especie i), ni/N

ni = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Resultados.

El sitio del proyecto actualmente presenta cobertura de vegetación de duna costera con especies de manglar.

Composición florística

El listado florístico del sitio incluye a la totalidad de especies observadas dentro del sitio. Las identificaciones fueron anotadas en bitácoras y recopiladas en una base de datos. En la base se capturaron los siguientes datos: el nombre común, nombre científico, familia botánica a que pertenece cada especie reconocida en el predio, así como la categoría o estatus de riesgo.

Los resultados obtenidos para el sitio del proyecto registran una riqueza especifica de 29 especies pertenecientes a 16 familias. En cuanto a la familia mejor representada se observa la familia Leguminosae representada por 9 especies, seguida de la familia Cactaceae y Solanaceae con 3 especies cada una. A continuación, se presenta el listado florístico del sitio.

Tabla 3.19. Listado florístico dentro del predio.

LISTADO GENERAL				
Familia	No.	Nombre cientifico	Nombre común	Estatus NOM-059
Acanthaceae	1	*Avicennia germinans (L.) L.*	Mangle negro	A
	2	*Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F.Daniel*	Juluub	
Aizoaceae	3	*Sesuvium portulacastrum (L.) L.*	Verdolaga de playa	
Amaranthaceae	4	*Alternanthera flavescens Kunth*	Sak-mul	
Asparagaceae	5	*Agave angustifolia Haw.*	Henequén de playa	
Asteraceae	6	*Ageratum maritimum Kunth*	Hauay-ché	
	7	*Baccharis dioica Vahl*	N/A	
	8	*Borrichia frutescens (L.) DC.*	Tsooj	
	9	*Flaveria linearis Lag.*	Anis xiiw	
	10	*Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum (DC.) R.R.Johnson*	Papalo	
Bataceae	11	*Batis maritima L.*	Alambrillo	
Boraginaceae	12	*Cordia sebestena L.*	Anacahuite	
Brassicaceae	13	*Cakile edentula (Bigelow) Hook.*	Xaal	
Cactaceae	14	*Opuntia stricta (Haw.) Haw.*	Tuna	
Celastraceae	15	*Maytenus phyllanthoides Benth.*	Mangle dulce	
Combretaceae	16	*Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertn.*	Mangle blanco	A
Euphorbiaceae	17	*Croton punctatus Rich.*	Hierba de jabalí	
	18	*Euphorbia heterophylla L.*	Golondrina	
Fabaceae	19	*Sophora tomentosa L.*	N/A	

	20	*Tara vesicaria (L.) Molinari, Sánchez Och. & Mayta*	Mareña	
Lamiaceae	21	*Vitex trifolia L.*	Vitex azul	
Passifloraceae	22	*Passiflora foetida L.*	Poch	
Poaceae	23	*Distichlis spicata (L.) Greene*	Baakel aak'	
	24	*Sporobolus spartinus (Trin.) P.M.Peterson & Saarela*	K'oxol aak'	
Rizophoraceae	25	*Rhizophora mangle L.*	Mangle rojo	A
Rubiaceae	26	*Erithalis fruticosa L.*	Ocotillo	
	27	*Hamelia patens Jacq.*	Coloradillo	
	28	*Rothmannia macrocarpa (Hiern) Keay*	N/A	
Sapotaceae	29	*Sideroxylon americanum (Mill.) T.D.Penn.*	Caimitillo	
Solanaceae	30	*Solanum donianum Walp.*	Berenjena	

En total se registraron 121 individuos dentro de los tres estratos registrados, donde el estrato herbáceo fue quien presentó el mayor número de individuos (70), seguido por el estrato arbustivo con 29. La especie con el mayor número de individuos muestreados fue Distichlis spicata (L.) Greene con 17 individuos.

a) Estructura vertical de la vegetación

De acuerdo a su forma de vida en la que suelen desarrollarse cada una de las especies registradas dentro del predio, la mejor representada fue el estrato arbustivo, con un total de 22 especies (representando el 74% del total de especies), seguida del estrato herbáceo con 7 especies (26%). No se reportaron especies catalogadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010.

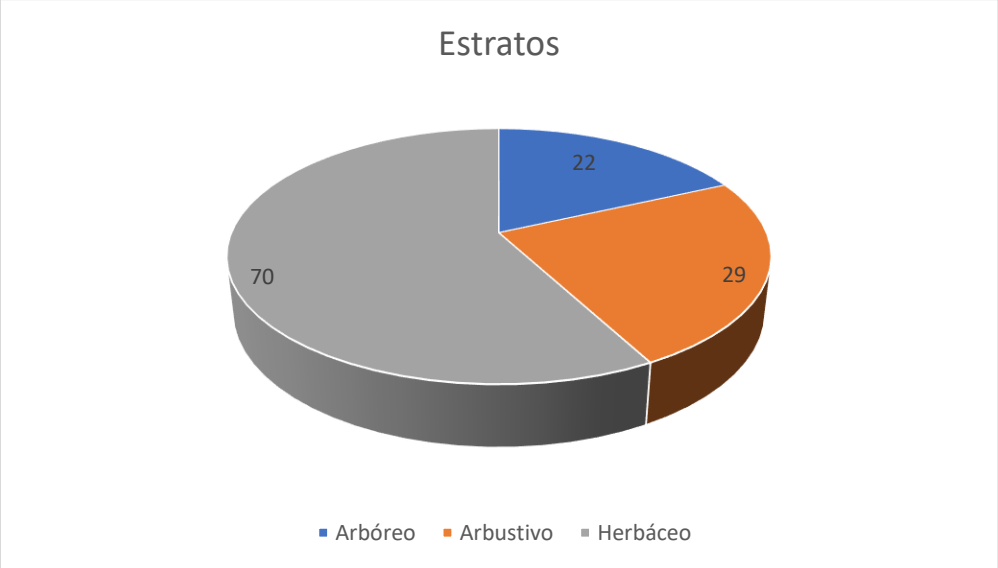


Imagen 3.26. Gráfica de la composición por familias dentro del predio.

En cuanto a la comparación del área de influencia y el área del proyecto se observa una similitud en cuanto a las formas de vida, dominando en ambas las especies arbustivas debido al tipo de ecosistema en el que se encuentran.

El análisis de la vegetación para el sitio del proyecto se presenta para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se observa una clara dominancia de especies herbáceas con un seguido de las especies arbustivo.

Estructura de la composición por familias

La familia mejor representada fue la Rubiaceae con las 6 especies, seguida de Poaceae, Rizophoraceae, Asteraceae y Sapotaceae con 5 especies.

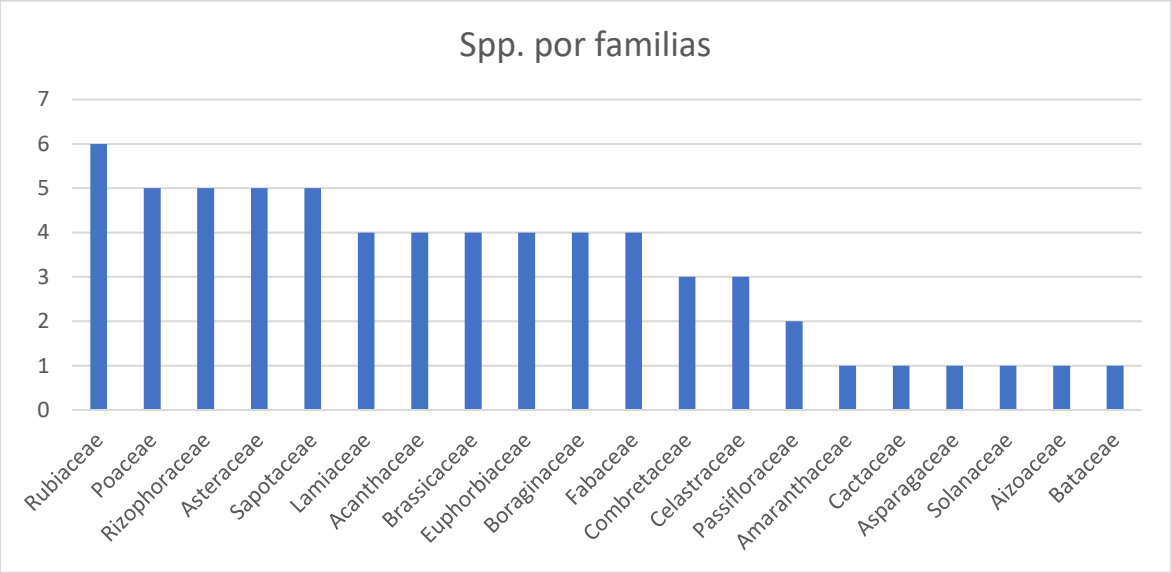


Imagen 3.27. Gráfica de la composición por familias.

b) Estructura horizontal de la vegetación

Para propósito de este trabajo, se consideró una estructura cuantitativa dentro de la estructura horizontal para facilitar su análisis y la presentación de los resultados. Los estimadores considerados fueron Frecuencia absoluta (F) y relativa (FR), Abundancia absoluta (A) y relativa (AR), e IVI al 100%. Con respecto al IVI, se logró determinar que 3 especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o están mejor distribuidas.

Estrato arbóreo

En el caso del estrato arbóreo, el resultado del índice del valor de importancia fue con mayor valor a la especie Rhizophora mangle L. (Tabla 3.20).

Tabla 3.20. Estimadores obtenidos en los sitios de muestreo del estrato arbóreo del predio.

Especies	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		IVI al 300%
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	
Cordia sebestena L.	4	18.18	0.0082	7.52	3	20.00	45.71
Maytenus phyllanthoides Benth.	3	13.64	0.0116	10.63	2	13.33	37.60

Tara vesicaria (L.) Molinari, Sánchez Och. & Mayta	1	4.55	0.0114	10.42	2	13.33	28.30
Rothmannia macrocarpa (Hiern) Keay	1	4.55	0.0219	19.99	5	33.33	57.87
Sideroxylon americanum (Mill.) T.D.Penn.	5	22.73	0.0035	3.21	1	6.67	32.60
Rhizophora mangle L.	5	22.73	0.0478	43.69	1	6.67	73.09
Avicennia germinans (L.) L.	3	13.64	0.0050	4.54	1	6.67	24.85
Total	22	100	0.1095	100	15	100	300

Estrato arbustivo

En el caso del estrato arbustivo, el resultado del índice del valor de importancia fue con mayor valor a la especie Sophora tomentosa L. (Tabla 3.21).

Tabla 3.21. Estimadores obtenidos en los sitios de muestreo del estrato arbustivo del predio.

Especies	Abundancia		Densidad		Frecuencia		IVI al 300%
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	
Opuntia stricta (Haw.) Haw.	1	3.45	5.0000	3.45	1	5.56	12.45
Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F.Daniel	1	3.45	5.0000	3.45	3	16.67	23.56
Sophora tomentosa L.	7	24.14	35.0000	24.14	4	22.22	70.50
Vitex trifolia L.	6	20.69	30.0000	20.69	1	5.56	46.93
Erithalis fruticosa L.	4	13.79	20.0000	13.79	1	5.56	33.14
Hamelia patens Jacq.	1	3.45	5.0000	3.45	1	5.56	12.45
Croton punctatus Rich.	6	20.69	30.0000	20.69	3	16.67	58.05
Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertn.	3	10.34	15.0000	10.34	4	22.22	42.91
Total	29	100	145	100	18	100.00	300.00

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se encontró a Distichlis spicata (L.) Greene con el 53.12%.

Tabla 3.22. Estimadores obtenidos en los sitios de muestreo del estrato herbáceo del predio.

Especies	Abundancia		Densidad		Frecuencia		IVI al 300%
	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	Abs.	Rel.	
Agave angustifolia Haw.	1	1.43	5	1.43	1	4.55	7.40
Baccharis dioica Vahl	1	1.43	5	1.43	1	4.55	7.40
Alternanthera flavescens Kunth	2	2.86	10	2.86	1	4.55	10.26
Cakile edentula (Bigelow) Hook.	8	11.43	40	11.43	1	4.55	27.40

Passiflora foetida L.	5	7.14	25	7.14	1	4.55	18.83
Solanum donianum Walp.	5	7.14	25	7.14	1	4.55	18.83
Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum (DC.) R.R.Johnson	1	1.43	5	1.43	4	18.18	21.04
Sesuvium portulacastrum (L.) L.	3	4.29	15	4.29	3	13.64	22.21
Euphorbia heterophylla L.	3	4.29	15	4.29	1	4.55	13.12
Flaveria linearis Lag.	7	10.00	35	10.00	1	4.55	24.55
Ageratum maritimum Kunth	5	7.14	25	7.14	2	9.09	23.38
Batis maritima L.	4	5.71	20	5.71	1	4.55	15.97
Borrichia frutescens (L.) DC.	3	4.29	15	4.29	1	4.55	13.12
Distichlis spicata (L.) Greene	17	24.29	85	24.29	1	4.55	53.12
Sporobolus spartinus (Trin.) P.M.Peterson & Saarela	5	7.14	25	7.14	2	9.09	23.38
Total	70	100	350	100	22	100.00	300.00

c) 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,).

Diversidad y equidad del Estrato Arbóreo

Tabla 3.23. Valores de diversidad y equidad para la flora del área de muestreo del estrato arbóreo.

No	Especies	*i*	*Pi*	*Pi^2*	*ln Pi*Pi*
1	*Cordia sebestena L.*	4	0.18	0.03306	-0.30995
2	*Maytenus phyllanthoides Benth.*	3	0.14	0.01860	-0.27170
3	*Tara vesicaria (L.) Molinari, Sánchez Och. & Mayta*	1	0.05	0.00207	-0.14050
4	*Rothmannia macrocarpa (Hiern) Keay*	1	0.05	0.00207	-0.14050
5	*Sideroxylon americanum (Mill.) T.D.Penn.*	5	0.23	0.05165	-0.33673

6	*Rhizophora mangle L.*	5	0.23	0.05165	-0.33673
7	*Avicennia germinans (L.) L.*	3	0.14	0.01860	-0.27170
	Total general	22	1	0.1777	-1.8078
			Diversidad	H= -∑pi ln pi	1.8078
				D= 1/∑pi^2	5.6279
			Equidad	J'= H'/Hmax	0.9290

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 (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

H´= 1.8078, Según lo antes planteado podemos inferir que el sitio de estudio tiene una biodiversidad baja ya que el valor calculado se encuentra por debajo de la media 2.5 bits/ind., y del máximo valor 5 bits/ind.

Posteriormente se aplicó un Índice de Equitabilidad el cual hace referencia Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia, el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas. Para ellos se empleó el Índice de Pielou (1969), J'.

Es uno de los índices más utilizados: J' = H'/Hmax

Dónde: H' = índice de Shannon-Wiener, H'max = (ln S) que es la diversidad máxima que se obtendría ó 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.

J´= 0.9290, según lo antes planteado podemos inferir que en el área de estudio las especies tienden a tener la similar abundancia y, por lo tanto, el área resulta ser uniforme, aunque presente algunas dominancias.

Diversidad y equidad del Estrato arbustivo.

Tabla 3.24. Valores de diversidad y equidad para la flora del área de muestreo del estrato arbustivo.

No.	Especies	*i*	*Pi*	*Pi^2*	*ln Pi*Pi*
1	*Opuntia stricta (Haw.) Haw.*	1	0.03	0.00119	-0.01024
2	*Bravaisia berlandieriana (Nees) T.F.Daniel*	1	0.03	0.00119	-0.01024
3	*Sophora tomentosa L.*	7	0.24	0.05826	-0.16982
4	*Vitex trifolia L.*	6	0.21	0.04281	-0.13132
5	*Erithalis fruticosa L.*	4	0.14	0.01902	-0.06963
6	*Hamelia patens Jacq.*	1	0.03	0.00119	-0.01024
7	*Croton punctatus Rich.*	6	0.21	0.04281	-0.13132

8	*Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertn.*	3	0.10	0.01070	-0.04560
	Total general	29	1	0.1772	-0.57840
			Diversidad	H= -∑pi ln pi	0.5784
				D= 1/∑pi^2	5.6443
			Equidad	J'= H'/Hmax	0.2782

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 (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

H´= 0.5784, Según lo antes planteado podemos inferir que el sitio de estudio tiene una muy baja ya que el valor calculado se encuentra por debajo de la media 2.5 bits/ind., y del máximo valor 5 bits/ind.

J´= 0.2782, a pesar de los anterior podemos inferir que en el área de estudio las especies no tienden a tener la similar abundancia y, por lo tanto, el área resulta ser uniforme.

Diversidad y equidad del Estrato herbáceo.

Tabla 3.25. Valores de diversidad y equidad para la flora del área de muestreo del estrato herbáceo.

No.	Especies	*i*	*Pi*	*Pi^2*	*ln Pi*Pi*
1	*Agave angustifolia Haw.*	1	0.01	0.00020	-0.00336
2	*Baccharis dioica Vahl*	1	0.01	0.00020	-0.00336
3	*Alternanthera flavescens Kunth*	2	0.03	0.00082	-0.00804
4	*Cakile edentula (Bigelow) Hook.*	8	0.11	0.01306	-0.05269
5	*Passiflora foetida L.*	5	0.07	0.00510	-0.02707
6	*Solanum donianum Walp.*	5	0.07	0.00510	-0.02707
7	*Porophyllum ruderale subsp. macrocephalum (DC.) R.R.Johnson*	1	0.01	0.00020	-0.00336
8	*Sesuvium portulacastrum (L.) L.*	3	0.04	0.00184	-0.01361
9	*Euphorbia heterophylla L.*	3	0.04	0.00184	-0.01361
10	*Flaveria linearis Lag.*	7	0.10	0.01000	-0.04343

11	*Ageratum maritimum Kunth*	5	0.07	0.00510	-0.02707
12	*Batis maritima L.*	4	0.06	0.00327	-0.01996
13	*Borrichia frutescens (L.) DC.*	3	0.04	0.00184	-0.01361
14	*Distichlis spicata (L.) Greene*	17	0.24	0.05898	-0.17160
15	*Sporobolus spartinus (Trin.) P.M.Peterson & Saarela*	5	0.07	0.00510	-0.02707
	Total general	70	0.3714286	0.0265	-0.1386
			Diversidad	H= -Σpi ln pi	0.1386
				D= 1/Σpi^2	37.6923
			Equidad	J'= H'/Hmax	0.0512

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 (nits/ind.) o 10 (decits/ind.).

H´= 0.1386, Según lo antes planteado podemos inferir que el sitio de estudio tiene una muy baja ya que el valor calculado se encuentra por debajo de la media 2.5 bits/ind., y del máximo valor 5 bits/ind.

J´= 0.0512, a pesar de los anterior podemos inferir que en el área de estudio las especies no tienden a tener la similar abundancia y, por lo tanto, el área resulta ser uniforme.

III.8.2 Fauna dentro del Área del Proyecto

Los muestreos de fauna son una herramienta muy útil para obtener datos que nos puedan orientar a la hora de la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo. Factores ecológicos negativos son continuamente introducidos a diferentes ecosistemas, esto en consecuencia de las actividades productivas que genera el ser humano. La expansión de la mancha urbana es una de las principales causas de pérdida de ecosistemas a nivel nacional.

Estos ecosistemas cargan en sí un complicado ensamble biológico, en donde alteraciones leves provocadas por actividades antropocéntricas, pueden desencadenar un desequilibrio ecológico que puede conllevar a la pérdida de numerosas especies de fauna y flora. Los estudios previos a una construcción, pertinentes a las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAS), para los grupos de fauna silvestre, permiten elaborar un inventario con las especies registradas y potenciales en el sitio, que posteriormente a la obtención de resultados, darán paso a una toma de decisiones factibles para minimizar al máximo la perturbación en las comunidades animales en el predio, o en su caso elaborar estrategias para el rescate y reubicación de estas. Dentro de la caracterización ambiental se encuentra como uno de los propósitos principales conocer el ensamble de fauna que se encuentra en el predio en cuestión, esto para llevar a cabo la correcta toma de decisiones en cuanto a las medidas preventivas, mitigatorias y/o de compensación que conllevaría el Proyecto.

Dentro del predio o área de estudio se realizaron recorridos lineales para la observación de los grupos faunísticos. En la Imagen 3.28 se observan los recorridos realizados dentro del predio en color morado. Se anexa al estudio el Kmz de los recorridos realizados.



Imagen 3.28. Transectos y recorridos dentro del proyecto (Color morado).

METODOLOGÍA

Aves

El registro para aves se realizó mediante avistamientos directos (empleando binoculares) y registros por canto, considerando las características del predio y al número de registros durante las primeras horas de trabajo de 7am hasta las 11 am durante 3 días consecutivos. De igual manera se menciona que se cuenta con la bibliografía adecuada (guías de campo) para la correcta identificación. Los cantos que no se lograban identificar in situ fueron grabados y corroborados mediante la base de datos de Xeno-canto (http://www.xeno-canto.org/).

Mamíferos

La acción de rastrear es un valioso método para aprender los hábitos de los animales, porque es prácticamente equivalente a observar a un animal por un largo período de tiempo bajo condiciones naturales; los rastros son un lenguaje de signos el cual solo necesita una cierta interpretación para ser comprendido.

De esta forma se utilizó la metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes, ya que es la forma más sencilla y directa de establecer ausencias y presencias en diferentes sitios del predio.

Para este caso se necesitan tomar varias consideraciones para minimizar el grado de error al máximo, como son la anatomía general de las extremidades, incluyendo el apoyo al andar, número y tamaño de dedos, cojinetes, garras, uñas, pezuñas; la marcha que puede

ser caminata, trote y salto; la influencia del terreno; paso del tiempo y condiciones ambientales.

Cualquier rastro que pueda ser claramente identificado hasta nivel específico es una evidencia confiable de la presencia de una especie en un lugar determinado.

Por consiguiente, se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontrarán dentro de los transectos establecidos.

De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo siguiendo los recorridos establecidos para el predio.

Anfibios y reptiles

La metodología que se utilizó fue la revisión de micro ecosistemas en estratos arbóreos y a ras del suelo dentro de los cuadrantes establecidos. Se localizaban sitios en donde las condiciones podrían albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos y se hacía una revisión de este.

Se utilizó un gancho y bastón herpetológico, así como ligas para inmovilizar iguánidos pequeños.

Anfibios y reptiles son un grupo realmente difícil de trabajar, su biología les ha concedido perfectos sistemas de mimetismo que dificultan el hecho de avistarlos y capturarlos. En el cuadro de registros se exponen especies que fueron vistas y/o manipuladas de cualquier forma. (Tabla 3.26)

Resultados

Tabla 3.26. Listado de anfibios y reptiles en el predio.

ANFIBIOS Y REPTILES				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
COLUBRIDAE	*Leptophis mexicanus*	Culebra perico mexicana	1	
DACTYLOIDAE	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	1	
IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	3	A
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	6	Pr
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	14	
TEIIDAE	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoiris	2	
TEIIDAE	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	2	

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

Tabla 3.27. Listado de aves en el predio

AVES				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA	NOM 059 SEMARNAT 2010
CAPRIMULGIDAE	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	3	
CARDINALIDAE	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal norteño	4	
CATHARTIDAE	*Cathartes aura*	Zopilote cabeza roja	1	
COLUMBIDAE	*Columbina passerina*	Tortolita coquita	6	
COLUMBIDAE	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	8	
CUCULIDAE	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	12	
HIRUNDINIDAE	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	5	
ICTERIDAE	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	2	
ICTERIDAE	*Quiscalus mexicanus*	X´kau Zanate mexicano	11	
MIMIDAE	*Mimus gilvus*	Cenzontle	4	
POLIOPTILIDAE	*Polioptila albiloris*	Perlita Pispirria	2	
PSITTACIDAE	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	4	Pr
TROCHILIDAE	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	1	P
TROGLODYTIDAE	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	6	P
TYRANNIDAE	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	2	
TYRANNIDAE	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	1	
TYRANNIDAE	*Tirannus melancholicus*	Tirano tropical	12	
VIREONIDAE	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	1	
VIREONIDAE	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	1	Pr

ODONTOPHORIDAE	*Colinus nigrogularis*	Codorniz yucateca	6	

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

Tabla 3.28. Listado de mamíferos en el predio

MAMIFEROS			
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA
CANIDAE	*Canis familiaris*	Perro doméstico	1
CANIDAE	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorro gris	1
MELPHITIDAE	*Spilogale putorius*	Zorrillo manchado	1
PROCYONIDAE	*Procyon lotor*	Mapache común	1

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

Se obtuvo una riqueza de 31 especies de fauna silvestre (aves, reptiles y mamíferos) dentro del predio, de estas, como muestran las tablas anteriores, se registraron 6 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT -2010: en el grupo de reptiles la iguana negra (Ctenosaura similis), en categoría de Amenazada (A) y la lagartija espinosa de Cozumel (Sceloporus cozumelae) en categoría de Protección especial (Pr), en el grupo de aves se encontró la matraca yucateca (Campylorhynchus yucatanicus) en categoría de Peligro de extinción (P), el vireo manglero (Vireo pallens) en categoría de Protección especial (Pr), Colibrí Tijereta Mexicano (Doricha eliza) en categoría de peligro de extinción(P), el perico pecho sucio (Eupsittula nana) en categoría de Protección especial (Pr) y por último para el grupo de mamíferos no se identificaron especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM 059 SEMARNAR 2010.

El grupo más representativo fueron las aves con 20 especies, seguido por los reptiles con 7 especies y por último el grupo de mamíferos con 4 especies.

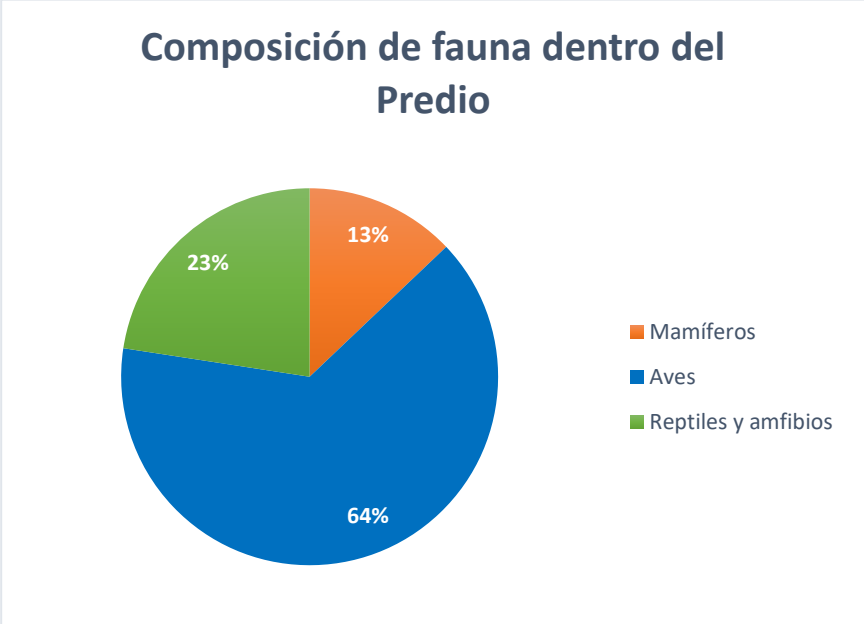


Imagen 3.29. Composición de fauna dentro del predio

FOTOGRAFÍAS DE LA FAUNA DENTRO DEL PREDIO



Imagen 30. Lagartija espinosa de puntos amarillos (Sceloporus chrysostictus).



Imagen 31. Bolsero encapuchado (Icterus cucullatus).

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,).

Anfibios y reptiles

Tabla 3.29. Valores de diversidad y equidad para reptiles y anfibios del área de muestreo.

REPTILES					
No de sp.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi*)
1	*Leptophis mexicanus*	1	0.0345	-3.3673	-0.1161
2	*Anolis sagrei*	1	0.0345	-3.3673	-0.1161
3	*Ctenosaura similis*	3	0.1034	-2.2687	-0.2347
4	*Sceloporus cozumelae*	6	0.2069	-1.5755	-0.3260
5	*Sceloporus chrysostictus*	14	0.4828	-0.7282	-0.3516
6	*Holcosus undulatus*	2	0.0690	-2.6741	-0.1844
7	*Aspidoscelis angusticeps*	2	0.0690	-2.6741	-0.1844
Total		29	1	Diversidad $H' = -\Sigma\ pi \ln pi$	1.5133
				Equidad $J' = H'/ H_{max}$	0.2162

H´= 1.5133, Según lo antes planteado podemos inferir que el sitio de estudio tiene una baja biodiversidad ya que el valor calculado es 2.5 bits/ind., se encuentra por debajo del valor medio del máximo valor 5 bits/ind.

J´= 0.2162, según lo antes planteado podemos inferir que en el área estudio las especies tienden a tener cierta abundancia y por lo tanto, dominancias de especies.

Aves

Tabla 3.30. Valores de diversidad y equidad para aves del área de muestreo.

AVES					
No.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi*)
1	*Chordeiles acutipennis*	3	0.0326	-3.4232	-0.1116
2	*Cardinalis cardinalis*	4	0.0435	-3.1355	-0.1363
3	*Cathartes aura*	1	0.0109	-4.5218	-0.0491
4	*Columbina passerina*	6	0.0652	-2.7300	-0.1780
5	*Zenaida asiatica*	8	0.0870	-2.4423	-0.2124
6	*Crotophaga sulcirostris*	12	0.1304	-2.0369	-0.2657
7	*Stelgidopteryx serripennis*	5	0.0543	-2.9124	-0.1583
8	*Icterus cucullatus*	2	0.0217	-3.8286	-0.0832
9	*Quiscalus mexicanus*	11	0.1196	-2.1239	-0.2539
10	*Mimus gilvus*	4	0.0435	-3.1355	-0.1363
11	*Polioptila albiloris*	2	0.0217	-3.8286	-0.0832
12	*Eupsittula nana*	4	0.0435	-3.1355	-0.1363
13	*Doricha eliza*	1	0.0109	-4.5218	-0.0491
14	*Campylorhynchus yucatanicus*	6	0.0652	-2.7300	-0.1780
15	*Myiarchus tuberculifer*	2	0.0217	-3.8286	-0.0832
16	*Myiozetetes similis*	1	0.0109	-4.5218	-0.0491
17	*Tirannus melancholicus*	12	0.1304	-2.0369	-0.2657
18	*Vireo griseus*	1	0.0109	-4.5218	-0.0491
19	*Vireo pallens*	1	0.0109	-4.5218	-0.0491
20	*Colinus nigrogularis*	6	0.0652	-2.7300	-0.1780
Total		92	1	Diversidad	2.7061
				$H' = -\Sigma\ pi \ln pi$	
				Equidad	0.9033
				$J' = H'/ H_{max}$	

H´= 2.7061, Según lo antes planteado podemos inferir que el sitio de estudio alcanzo la biodiversidad media ya que el valor calculado es 2.5 bits/ind., se encuentra por alcanzar el valor medio del máximo valor 5 bits/ind.

J´= 0.9033, según lo antes planteado podemos inferir que en el área estudio las especies tienden a tener la similar abundancia y por lo tanto, el área resulta ser uniforme.

Mamíferos

Tabla 3.31. Valores de diversidad y equidad para mamíferos del área de muestreo.

MAMIFEROS					
No de sp.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi*)
1	*Canis familiaris*	1	0.2500	-1.386	-0.3466
2	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0.2500	-1.386	-0.3466
3	*Spilogale putorius*	1	0.2500	-1.386	-0.3466
4	*Procyon lotor*	1	0.2500	-1.386	-0.3466
Total		4	1	Diversidad $H' = -\Sigma\ pi \ln pi$	1.3863
				Equidad $J' = H'/ H_{max}$	1.0000

H´= 1.3863, Según lo antes planteado podemos inferir que el sitio de estudio tiene una baja biodiversidad ya que el valor calculado es 2.5 bits/ind., se encuentra por debajo del valor medio del máximo valor 5 bits/ind.

J´= 1.0000, según lo antes planteado podemos inferir que en el área estudio las especies tienden a tener la similar abundancia y por lo tanto, el área resulta ser uniforme.

b) Fauna de importancia

En el predio (área de estudio) se registraron 6 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT -2010: en el grupo de reptiles la iguana negra (Ctenosaura similis), en categoría de Amenazada (A) y la lagartija espinosa de Cozumel (Sceloporus cozumelae) en categoría de Protección especial (Pr), en el grupo de aves se encontró la matraca yucateca (Campylorhynchus yucatanicus) en categoría de Peligro de extinción (P), el vireo manglero (Vireo pallens) en categoría de Protección especial (Pr), Colibrí Tijereta Mexicano (Doricha eliza) en categoría de peligro de extinción(P), el perico pecho sucio (Eupsittula nana) en categoría de Protección especial (Pr) y por último para el grupo de mamíferos no se identificaron especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM 059 SEMARNAR 2010.

Tabla 3.32. Especies en alguna categoría de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Clase	Nombre científico	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT 2010
Aves	*Campylorhynchus yucatanicus*	Matraca yucateca	P
Aves	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr
Aves	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	P

Aves	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
Reptiles	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	Pr

III.9 Información socioeconómica

Para la obtener una caracterización socio demográfica del área del proyecto, fueron considerados los datos correspondientes al municipio de Progreso obtenidos del Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022, Progreso Yucatán. Es importante mencionar, que el conocer estos aspectos facilita la toma de decisiones al realizar la evaluación de los impactos, así como para la identificación de la infraestructura de la zona corroborando si se cuenta con los insumos requeridos para el presente proyecto.

En primera instancia según los datos del Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022, cuenta con un total de 66,008 habitantes, de los cuales 32,979 son hombres y 33,029 son mujeres. La población total de este municipio, conforma el 2.84% de la población estatal. Cabe mencionar que es probable que parte del personal requerido para el proyecto provenga de las localidades cercanas al área tales como Chuburná puerto, Chicxulub puerto, Yucalpeten, Chelem, Uaymitun.

A. TASA DE CRECIMIENTO.

El crecimiento demográfico para el municipio de Progreso, muestra tendencia al alza muy similar a la registrada tanto en el estado como a nivel federal, según datos de INEGI, para el año 1990, la población total en el municipio ascendía a los 37,806 habitantes, y para el año 1995 se presentó una cantidad de 43,892 habitantes, se puede observar un crecimiento importante en tan solo cinco años, sin embargo, es tan solo en este periodo temporal donde se registra un salto importante en la dinámica de crecimiento, para los siguientes lustros, la tasa de crecimiento se muestra constante.

En consecuencia, la densidad de población se vio afectada con el crecimiento demográfico, pasando de 56.89 habitantes por kilómetro cuadrado en 1995, a 69.91 en el año 2010 y a 137.4 habitantes por kilómetro cuadrado en el 2015. Respecto al porcentaje de población municipal con la del estado no presenta cambios de alto impacto, ya que para 1990 esta era de 2.77%, en el año 2000 se mostró un 2.94% y para el año 2010 se registró un 2.76%, marcando una tendencia con ligeros cambios menores al 3%.

B. FACTORES SOCIOCULTURALES.

Explotación pesquera.

La principal actividad que se realiza con los recursos naturales es la explotación pesquera: pescado fresco, congelado y procesado, para su envío a los mercados nacional e internacional.

Operan barcos huachinangueros, pulperos, atuneros, en donde participan 1,553 pescadores; así como también se trabaja en gran escala la pesca ribereña en donde participan 4,008 pescadores. La pesca en Yucatán, inicia su desarrollo estructural a finales de la década de los 60’s y principios de los 70’s, período en el que se concluyeron las obras en Yucalpetén: por supuesto, este puerto es donde actualmente se concentra el mayor número de pescadores y resguarda a todas las embarcaciones mayores del Estado; ahí se encuentra también las principales industrias pesqueras y conexas.

Este puerto registra aproximadamente el 55% de la captura del estado; además existen otros refugios pesqueros en el Estado, dos de ellos naturales. En suma, esta infraestructura pesquera sirve a las 15 localidades costeras, ellas son, de oeste a Este: Celestún, Sisal, Chuburná Puerto, Chelem, Progreso, Chicxulub, Telchac Puerto, San Crisanto, Chabihau, Santa Clara, Dzilam de Bravo, San Felipe, Río Lagartos Las Coloradas y El Cuyo. La actividad pesquera que se practica dirige sus esfuerzos a especies objetivo que tienen un alto valor comercial, principalmente camarón, huachinango, langosta, mero, mojarra, pulpo, rubia, tiburón y cazón.

Por su volumen, el mero (*Ephinephelus morio*) y el pulpo (*Octopus maya*) han sido las especies con mayor importancia en los últimos años; estas dos especies representan la base de la actividad pesquera estatal, ya que aportan casi el 85% de volumen registrado en el último año.

Industriales.

La actividad pesquera ha impulsado el desarrollo de otros importantes renglones vinculados a la explotación del mar, como fábricas de hielo, astilleros, talleres mecánicos y refaccionarías. Con respecto a los diferentes procesos de industrialización que recibe la captura pesquera, se observa que de las plantas procesadoras se encuentran distribuidas en Celestún, Progreso, Mérida, Telchac Puerto, Motul, Dzilam de Bravo y El Cuyo, la mayoría de ellas son congeladoras.

Dentro de estas líneas de procesamientos los productos pesqueros no sufren modificaciones en el primer tipo de plantas, por lo que el valor económico agregado que reciben debido a estos procesamientos resulta muy bajo, reduciendo el margen de

ganancias durante su comercialización. Los procesos de congelación y conservación en hielo se llevan a cabo en las plantas congeladoras.

Actividad portuaria.

La actividad más relevante de Progreso es la portuaria; a continuación, se hace un resumen de la historia de esta actividad. Corría el siglo XIII y el comercio de la Península tomaba mayor incremento por el intercambio con los Puertos del Golfo de México; el comercio con Cuba y España registraban notorio incremento por la demanda de productos yucatecos como carne salada, palo de tinte, caoba, cedro, arroz, sal, añil, carey, pieles de venado, pescado salado y derivados de algodón y henequén.

Los únicos Puertos de recepción y despacho de mercancía en la Península eran Campeche, Sisal y Bacalar. Debido a la lejanía y a la dificultad de acceso en épocas de lluvia, era necesario un Puerto más cercano, lo cual motivó a Juan Miguel Castro en 1840 a buscar otro lugar idóneo, al cual se le denominó Progreso y fue autorizado por el presidente sustituto de la República, Ignacio Comonfort el 25 de febrero de 1856. El 14 de octubre de 1870, el Ministro de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la República autorizó la construcción del 1er. muelle de Progreso, conforme a un plano y anteproyecto presentado por el Ing. Olegario Canto. El 25 de octubre, el gobernador de Yucatán, Manuel Cirerol, dio a conocer el decreto de apertura del nuevo Puerto. Con la inauguración del nuevo Puerto se trasladó la aduana que funcionaba en Sisal.

La 1ª. línea telegráfica entre Mérida y Progreso quedó establecida en agosto de 1871. El servicio de Correos era transportado por medio de carruajes los lunes, jueves y sábados. El 10 de octubre de 1872 fue constituida la Junta Municipal, inmediatamente fue elaborado el plan de árbitros para el cobro de derechos por distintos conceptos. Se abrieron las primeras escuelas a cargo de los maestros Leonardo Cervera y Dolores Rendón. Por decreto del gobierno del estado, el 8 de enero de 1875 es instalado el 1er. Ayuntamiento. Hechos de importancia en el crecimiento de Progreso fue la colocación de la 1ª. riel de ferrocarril Mérida-Progreso, el 1 de abril de 1875, en la plaza Mejorada de la Cuidad de Mérida; la inauguración del alumbrado público por medio de lámparas, el 1 de junio de 1875; y el primer teatro llamado “Dante”.

El 15 de septiembre de 1878 fue inaugurado el Mercado público. A propuesta del regidor del Ayuntamiento Sr. Raymundo Sandoval, el 5 de septiembre de 1881, se designa oficialmente a esta Cuidad PROGRESO DE CASTRO, con justo homenaje de gratitud a los sacrificios, laboriosidad y dinamismo de Juan Miguel Castro.

El 6 de septiembre del mismo año, se hace el primer viaje por locomotora, este servicio entre Mérida - Progreso, sustituyó el transporte de carretas y carruajes. El 28 de marzo de 1885 queda establecido el servicio comercial telefónico entre Progreso y Mérida con 10 aparatos.

Así mismo, se edita el primer periódico bajo el nombre de EL FARO. La cultura avanza cuando el 3 de mayo de 1893, el Ayuntamiento inaugura la biblioteca municipal con el nombre de Eligio Ancona. Pocos días después, el gobernador del estado, Daniel Traconis, inaugura el Faro, cuya construcción fue iniciada por el Ing. W. Gleen y terminada por su hijo, John Percy. Antes de finalizar el siglo, el Puerto contaba con cuatro muelles y un tren de alijos. El movimiento marítimo era muy intenso. Barcos de todas partes del mundo amanecían diariamente en el Puerto.

A partir de 1917 cobra mayor incremento el tráfico marítimo en Progreso, ya que la compañía de Fomento del Sureste de México, S.A. fundada por el gobierno del Gral. Salvador Alvarado, adquirió una flota de barcos para el transporte de productos yucatecos e instaló una estación de almacenamiento de petróleo en este Puerto.

El 1 de febrero de 1929, el gobierno de Álvaro Torre Díaz inauguró la carretera asfaltada Mérida -Progreso, el Malecón, la avenida y el parque infantil Álvaro Obregón. Otra obra importante fue la construcción de un muelle de concreto, donde estuvo el muelle Francisco Cantón. Se construyó así mismo, un muelle de pescadores, un frigorífico y luego el Puerto de abrigo de Yucalpetén, el 1 de junio de 1968. Se hicieron gestiones para mejorar las condiciones del Puerto. En 1984, se puso en servicio una planta de almacenamiento y rebombeo de combustible y se remodeló la carretera a la capital del estado.

Actualmente, Progreso está comunicado con importantes Puertos nacionales y extranjeros. De Miami se recibe maquinaria y refacciones, de Nueva Orleans y Houston, cereales, lo mismo de Altamira y Tamaulipas. Rumbo a Miami, Progreso embarca pescado y artesanías y, para los Puertos del Caribe, cemento y otros materiales. Los barcos que arriban mueven más de 100, 000 toneladas mensuales entre sorgo, soya, maíz, frijol, trigo y carga eventual.

El área turística es importante en el Puerto de Progreso, es uno de los centros de mayor atracción del estado. La mayoría de los visitantes son locales o nacionales, y está en aumento el número de turistas extranjeros, principalmente canadienses, que pasan largas vacaciones en el puerto durante el invierno. Progreso cuenta con 17 hoteles, 21 restaurantes en donde se ofrecen platillos yucatecos y mariscos, un mercado central, supermercados y cuatro Instituciones Bancarias. A partir de los inicios del siglo pasado, la Ciudad de

Progreso presenta un crecimiento vertiginoso asociado al desarrollo portuario y comercial, pero inicia también un crecimiento de la utilización veraniega en la zona costera, con la construcción de viviendas para pasar los meses de julio y agosto, así como de semana santa, por parte de la población residente en la Ciudad de Mérida.

A partir de la segunda mitad del siglo pasado arranca un programa federal pesquero que implica la modernización de la flota pesquera de la entidad y se construye en Progreso el Puerto de Abrigo de Yucalpetén, dando inicio a las primeras afectaciones a la línea de playa al colocar estructuras de protección contra el transporte litoral de sedimentos, lo que produce evidentes afectaciones, particularmente en la porción poniente del puerto, con un grave proceso de erosión que se intentó controlar mediante espigones y escolleras.

Para finales del siglo se inició una gran migración hacia la costa derivada de la crisis henequenera que incrementó la población permanente de manera significativa, así como el flujo de veraneantes que se asentaron por la zona de Chuburná, Chelém y Chicxulub, extendiéndose con el tiempo hasta Uaymitún, con un frente urbanizado de más de 30 kilómetros de playa. También se registran eventos catastróficos naturales como el huracán Gilberto, en 1988, que modificó de manera importante la línea de playa y dejo muy vulnerable a la infraestructura instalada y modifico también, por ende, los límites de la zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.

III.10 Paisaje

El paisaje es elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto. Constituye la expresión espacial y visual del medio y es un concepto integrador donde se resumen la percepción estética, los valores ligados a los aspectos físicos del medio y a la huella humana.

El paisaje en lo que respecta al medio ambiente natural circundante al área de estudio, por estar enclavada en un ambiente costero en el Golfo de México, compuesto por un conjunto de elementos de gran singularidad, se cataloga como de alto valor perceptual.

El sitio del proyecto, se encuentra actualmente en buen estado de conservación a pesar de encontrarse cerca de la carretera costera y encontrarse en la zona suburbana de la localidad de Chicxulub y que por tanto el presente proyecto promueve el desarrollo económico, social y turístico de la zona, que a su vez contribuirá en la derrama económica del municipio al incrementar el número de empleos e insumos y servicios durante todas las etapas.

Por otra parte, existen varios desarrollos inmobiliarios o casas habitación, hoteles, restaurantes en los alrededores del sitio del proyecto que se han construido o en su caso están por construir, por lo cual, se considera que el proyecto se integraría al constante desarrollo urbano de la zona.

Para el análisis de la integración al paisaje, se consideraron los elementos: visibilidad, calidad paisajística y la fragilidad del paisaje.

Visibilidad: Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o una zona determinada.

Considerando, la premisa anterior, se determina que el sitio presenta una visibilidad de hasta 30 m de largo; por lo que prácticamente desde el centro del predio se puede observar con facilidad la vegetación circundante y el camino de acceso. Esto se debe a que el paisaje actual del sitio donde se pretende desarrollar el proyecto solo presenta fragmentación en algunas zonas de la vegetación de matorral de duna costera y en los alrededores con presencia de vegetación perteneciente a manglar en ciénagas de la localidad de Chicxulub del municipio de Progreso; lo que nos demuestra que el sitio corresponde a una zona SUBURBANA.

El paisaje que envuelve la zona de influencia donde se pretende el desarrollo del proyecto corresponde a una zona SUBURBANIZADA, en la cual existen viviendas unifamiliares de veraniego, restaurantes, hoteles, departamentos residenciales.

Así mismo, cabe hacer mención que el proyecto “Locales Comerciales” mantendrá un área verde y de conservación dentro del predio mediante la reforestación con especies nativas de la localidad y estará de acuerdo con el paisaje urbano y mejorando la calidad en cuanto al desarrollo económico de la localidad de Chicxulub del municipio de Progreso. Este desarrollo, no contrastará con las obras ya existentes ya que alrededor de la misma y zonas cercanas, se encuentran proyectos similares ya establecidos.

Calidad paisajística: Considera tres elementos; las características intrínsecas del sitio basadas en su morfología, vegetación, cuerpos de agua, entre otros. La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700m, en el que se aprecian otros valores como las formaciones vegetales, litología, entre otros. Finalmente, la calidad de fondo escénico; es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Los elementos indicados otorgan gran importancia a la adecuada apreciación de los componentes naturales presentes en el predio.

Tal definición nos obliga a determinar la singularidad paisajística y distinguir los elementos sobresalientes naturales dignos de apreciación presentes en el predio.

A pesar de que la zona cuenta con vegetación de matorral de duna costera y de manglar en ciénaga, así como el paisaje que podemos encontrar en que el predio se encuentra en desuso y en abandono en un área fragmentada por la carretera costera, sin embargo, en buen estado de conservación; por lo que la calidad paisajística no se vería afectada en gran medida.

Fragilidad: Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos antes descritos y los factores que la integran se pueden clasificar como biofísicos y morfológicos. La cubierta vegetal en el sistema ambiental micro en buen estado de conservación y con presencia de manglar se puede determinar que el área presenta una fragilidad crítica y que si necesita tener medidas de mitigación y prevención que coadyuven a ser sostenibles con el medio ambiente.

Considerando lo anterior, es importante mencionar que el efecto del establecimiento del proyecto y la ejecución de medidas propuestas para mitigar o prevenir los impactos ambientales; como son para este caso la conformación de las áreas verdes y de conservación traerá consigo el mejoramiento de las condiciones intrínsecas del sitio del proyecto.

Valor del paisaje en el sitio del proyecto: El área del predio o sistema ambiental micro se encuentra en la localidad de Chicxulub municipio de Progreso, por lo que se considera y se prevé que el proyecto se integre a las construcciones vigentes del paisaje urbano mediante el empleo de materiales, para hacer que el proyecto, sea un área armoniosa con el entorno.

Por otra parte, la superficie que será ocupada por el desarrollo del proyecto, se encuentra conectada por la carretera costera. Con relación a las modificaciones escénicas al sitio que permiten considerar viable el desarrollo de mismo, el valor del paisaje se puede considerar que aumentara, eliminando la problemática actual del predio siendo objeto del desechamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial dentro de sus límites, así como la presencia de fauna feral.

III.11 Problemática ambiental

Es inminente el crecimiento demográfico que está ocurriendo en el Estado Yucatán y en particular en los municipios de Mérida y Progreso, hecho considerado en los distintos

planes de ordenamiento, del estado (POETY) y costero (POETCY), así como en el programa de desarrollo urbano para el municipio de Progreso, los cuales entre sus criterios de delimitación consideran las condiciones ambientales: vegetación y uso del suelo, susceptibilidad a riesgos o desastres naturales, así como a la disponibilidad actual y futura de servicios de distinta índole.

El predio donde se pretende realizar el proyecto "Locales Comerciales" se encuentra en una zona donde ha prevalecido por más de 30 años vegetación de matorral de duna costera y de manglar; la cual, debido a los usos del suelo, predominantemente urbano, han seguido fragmentado e impedido la total recuperación de la vegetación.

Es sumamente notoria la construcción de infraestructura urbana la cual es representativa en el área de influencia, con instalaciones y estaciones de servicios, vialidades, locales comerciales, que buscan satisfacer la demanda de población local y foránea que en últimos años ha incrementado su presencia y permanencia en la localidad de Chicxulub del municipio de Progreso y el Estado.

Lo anterior ha favorecido la fragmentación del matorral de duna costera y su mantenimiento en estados de vegetación secundaria perturbada, donde predomina el estrato arbustivo, así como áreas con presencias de herbáceas que en temporal cubren áreas de poco uso como caminos y parcelas abandonadas.

El predio no se encuentra en alguna región terrestre prioritaria, ni para conservación de aves y tampoco pertenece a algún Área Natural Protegida de tipo estatal, ni nacional, por lo que en este sentido no se tienen restricciones. Sin embargo, el proyecto cae dentro del Programa Ordenamiento ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY) el cual se apega a todos los criterios establecidos.

Se considera que el proyecto propuesto cumple con los requisitos ambientales y de desarrollo urbano y atenderá las medidas de prevención y mitigación (indicadas en capítulos posteriores) por lo que se determina viable su realización.

III.12 Diagnóstico ambiental

De manera general se puede afirmar que las condiciones ambientales del predio corresponden a una zona totalmente urbanizada derivada de la localidad de Chicxulub, municipio de Progreso, la cual presenta modificación antropogénica en los ecosistemas presentes en la zona.

Como se ha mencionado anteriormente se revisó la bibliografía (libros, sitios web, artículos científicos, etc.) que pudieran ser aplicables para la zona del sitio, esto en cuanto a sus características físicas y biológicas dándose un panorama previo a los días de campaña en el predio. Los resultados de las metodologías específicas para flora y fauna nos permiten obtener un panorama de las condiciones actuales en el predio, lo que se representa en un diagnóstico ambiental, que se describe puntualmente a continuación:

- El sitio del proyecto se encuentra en una zona de uso urbano, según el PMDU de Progreso y estará condicionado a las actividades realizadas en la localidad de Chicxulub del municipio de progreso.

- Dada su ubicación y las características propias de la fragmentación en el sitio, esta le brinda un grado de perturbación.

- En cuanto a la vegetación, el sitio presenta vegetación de matorral de duna costera y de manglar.

- En el predio (sistema ambiental micro) SE OBSERVÓ la presencia especies catalogadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, perteneciente al manglar. Por lo tanto, se propone un programa de rescate y reubicación de flora, programa de compensación ambiental y el programa de reforestación de especies endémicas de la península de Yucatán dentro de las áreas verdes del proyecto.

- Se obtuvo una riqueza de 31 registros de fauna silvestre en el predio, de las cuales 6 están dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010, en el grupo de reptiles la iguana negra (*Ctenosaura similis*), en categoría de Amenazada (A) y la lagartija espinosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) en categoría de Protección especial (Pr), en el grupo de aves se encontró la matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*) en categoría de Peligro de extinción (P), el vireo manglero (*Vireo pallens*) en categoría de Protección especial (Pr), Colibrí Tijereta Mexicano (*Doricha eliza*) en categoría de peligro de extinción(P), el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) en categoría de Protección especial (Pr) y por último para el grupo de mamíferos no se identificaron especies en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM 059 SEMARNAR 2010.

- Así mismo, se considera que el proyecto se apega a lo establecido por el Decreto 308/2015 por el que se modifica el Decreto 160/2014 (D.O. G. E. Y. 20/03/2014) correspondiente al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del

Estado de Yucatán, (D.O. G. E. Y. 14/10/2015), por lo que se tiene que el proyecto es compatible con los usos de suelo destinados para la zona donde se pretende ubicar el proyecto, así como con todos y cada uno de los criterios establecidos dentro de la UGA PRO08-BAR_AP1.

Por lo anterior mencionado, podemos decir que la implementación del proyecto, contribuirá en la recuperación de un predio afectado antropogénicamente, el cual es susceptible de ser perturbado en mayor grado con el paso del tiempo, debido a sus condiciones de abandono y las actividades antrópicas que lo presionan de manera cotidiana. Sin embargo, la implementación del proyecto, deberá realizarse junto a la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, a fin de garantizar que su desarrollo no genere impactos que puedan afectar o generar daños mayores a la perturbación presente en el sitio del proyecto, conservando a su vez el equilibrio ecológico del sistema ambiental del proyecto.

Con base en lo anterior, puede decirse que la implementación del proyecto “LOCALES COMERCIALES”, bajo las condiciones y descripción contenida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, implementando a su vez las medidas de prevención y mitigación propuestas en la misma, podrá desarrollarse acorde al ambiente, garantizando la minimización de los impactos identificados y su ejecución bajo el margen del desarrollo sustentable, por lo que se puede concluir que el presente proyecto es AMBIENTALMENTE VIABLE en cumplimiento de los ordenamientos ecológicos territoriales (POETY) (POETCY) y del PMDU de Progreso.

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1 ESTRUCTURA DE EVALUACIÓN CONFORME A LA GUÍA

La identificación y valoración se realizó mediante matrices causa-efecto derivadas de Leopold y un esquema cuantitativo basado en criterios de carácter, intensidad, extensión, sinergia, persistencia, efecto, momento, acumulación, recuperabilidad, reversibilidad y periodicidad. La metodología, sus valores y las matrices de cálculo se conservan en el cuerpo y en el anexo metodológico.

Criterio de codificación

Para la versión de ingreso, cada medida deberá identificarse consecutivamente como P1, P2, etcétera, para prevención; M1, M2, etcétera, para mitigación; C1, C2, etcétera, para compensación; y R1, R2, etcétera, para restauración. La tabla deberá indicar objetivo, periodicidad, plazo de ejecución, parámetro de cumplimiento e indicador de eficacia con su unidad de medida.

La información ya contenida en la tabla de medidas se conserva; antes del ingreso deberán completarse, donde corresponda, los indicadores medibles, las unidades, las metas, la frecuencia de verificación y el responsable de ejecución.

IV.1.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

En este capítulo se identifica y evalúa los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La aplicación metodológica sugiere, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y por otra parte, las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Las acciones derivadas del proyecto para la 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, tales como artículos públicos, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, a base a los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

Este proyecto contará con una vía principal y una calle principal que recorren todo el terreno y dan acceso a los locales, áreas verdes, casetas, estacionamientos, área de conservación.

IV.1.2 Indicadores de impacto

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. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración al ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos 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.

Se realizó un listado de las actividades que se realizaran durante el desarrollo del proyecto “locales comerciales”, para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación (Tabla 4.1):

Tabla 4.1. Lista de actividades generales del proyecto

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Preparación del sitio	Verificación topográfica. Trazo topográfico Relleno y nivelación.
Construcción	Acometida eléctrica, instalaciones de alumbrado. Cimentación Obra civil (Levantamiento de paredes y entre pisos Acabados, etc.).
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento general de la infraestructura

Con base en el 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 4.2. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto

COMPONENTE	INDICADOR
Abióticos (Físicos y Químicos)	Calidad del aire Calidad del suelo Estabilidad del suelo Calidad de agua subterránea Disponibilidad de agua Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación terrestre Fauna terrestre Hábitat terrestre
Abióticos (Paisaje)	Microclima Estructura del paisaje Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Infraestructura y servicios Calidad de vida Patrones de vida

IV.1.2.1 Descripción de los indicadores de impacto

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere 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: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. 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: Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes tales como lixiviados, agua residual sin tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc.

Generación de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinara utilizada en las fases del proyecto.

Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectada (matorral de duna, selva baja, pastizales, etc.).

Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que tendrá la fauna por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos animales (atropellamiento).

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Microclima: Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

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 adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas para mantenimientos.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

Patrones de vida: Indica las modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y de las zonas aledañas.

IV.1.3 Criterios y metodología de evaluación

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle – Columbus, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000).

La metodología de valoración de impactos adoptada es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (Adecuación, Conceptual y adecuación

de la información de manera total y Adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 1997).

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 iníciales 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 evaluarán 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 4.3. Valor de los criterios para la evaluación de impactos

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	(+) (–)	Positivo. Negativo.	
		(X)	Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	Intensidad del impacto.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4) (8) (12)	Alta. Muy alta. Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	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) (2) (4) (8) (+4)	Puntual. Parcial. Extenso. Total. Crítico.	Efecto muy localizado. Incidencia apreciable en el medio. Afecta una gran parte del medio. Generalizado en todo el entorno El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1) (2) (4)	No sinérgico Sinérgico Muy sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor. Presenta sinergismo moderado. Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1) (2) (4)	Fugaz. Temporal. Permanente.	(< 1 año). (De 1 a 10 años). (> 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) (0)	Directo o primario. Indirecto o secundario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta. 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) (2) (4) (+4)	Largo plazo. Mediano Plazo. Corto Plazo. Crítico,	El efecto demora más de 5 años en manifestarse. Se manifiesta en términos de 1 a 5 años. Se manifiesta en términos de 1año. 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 iníciales (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.
(RV)	Reversibilidad.			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un período 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.

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

IV.1.4 Descripción de los impactos identificados

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance. Además, el medio donde se llevarán a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro. Entonces cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas de un proyecto. Entonces podríamos decir que los impactos varían en cuanto a intensidad e importancia debido a los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras.
- Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio.

Analizando cada factor ambiental se enumeran 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

analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

A continuación, se enlistan los impactos identificados sobre cada componente:

Tabla 4.4. Impactos identificados

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	Nº IMPACTO
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Calidad del Aire	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	1
		Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	2
	Calidad del suelo	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	3
		Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	4
	Estabilidad del Suelo	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	5
	Calidad del agua subterránea	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	6
	Disponibilidad de agua	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	7
	Generación de ruido	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	8
FACTORES BIÓTICOS	Vegetación terrestre	Afectaciones en la vegetación aledaña al sitio de construcción.	9
	Fauna Terrestre	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	10
	Hábitat Terrestre	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	11

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	Nº IMPACTO
FACTORES ABIÓTICOS	Estructura de paisaje	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiarán la calidad visual de la zona.	12
	Microclima	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	13
	Calidad sanitaria del ambiente	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	14
		Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de la vivienda durante la etapa de operación.	15
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo y mano de obra	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	16
	Infraestructura y servicios	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	17
		Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura	18
	Calidad de vida	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	19
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	20

IV.1.5 Evaluación de los impactos

Habiéndose identificado los principales impactos socioambientales que se pueden 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 4.3 para la calificación de los impactos, se les proporcionará un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente 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 CRITICO (C).

Basándonos en el modelo Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000, que deriva del libro Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, se realizaron 3 matrices, una matriz para cada etapa del proyecto considerando que las valoraciones numéricas de los impactos son variables de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto propuesto.

PREPARACIÓN DEL SITIO

en la Tabla 4.5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa de preparación del sitio

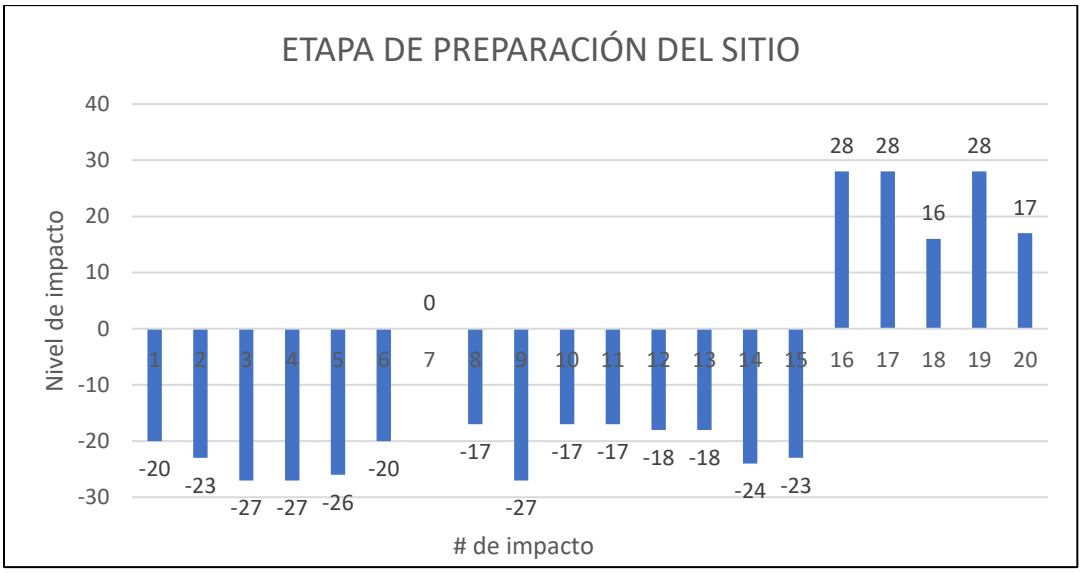
Tabla 4.5. Valoración numérica. Etapa de Preparación del sitio.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	4	-20	Compatible
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	1	1	2	2	1	4	4	2	2	1	-23	Compatible
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	4	1	4	2	1	-27	Moderado
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	2	1	2	2	1	4	1	4	4	1	-27	Moderado
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	-1	1	1	2	4	1	4	1	4	4	1	-26	Moderado
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-20	Compatible
7	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
9	Afectaciones en la vegetación aledaña al sitio de construcción	-1	2	2	2	2	1	4	1	1	2	4	-27	Moderado

10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	2	1	-18	Compatible
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	2	1	-18	Compatible
14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	2	1	2	1	1	4	4	2	1	1	-24	Compatible
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de los locales durante la etapa de operación.	-1	2	1	2	1	1	4	4	1	1	1	-23	Compatible
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado
17	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura.	1	1	1	1	1	0	4	1	1	1	2	16	Compatible
19	Efectos en la calidad de vida debido a la	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado

	derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.													
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible

Figura 4.1. Grafica de valoración de Impactos durante etapa de Preparación del Sitio



En la etapa de preparación del sitio se realizará la limpieza del área (Desmonte y/o despalme) y el trazo topográfico del proyecto. De los 20 impactos identificados para el proyecto total, en la preparación del sitio se presentarán 19. En la Tabla 4.5 y en la Figura 4.1 se pueden observar el impacto que fue valorado como nulo (Disponibilidad de agua), ya que en esta etapa no habrá un extensivo uso de agua,

De los 19 impactos que se identificaron 14 fueron negativos, de los cuales 10 son compatibles y 4 moderados, también se identificaron 5 impactos positivos referentes a las actividades socioeconómicas, de estos, 2 son compatibles incluyendo servicio de recolección de basura servicios, calidad y patrones de vida, y 3 moderados (beneficios en la contratación de infraestructura, empleo y mano de obra y en la derrama económica por los empleos temporales). Estos impactos están ligados a la contratación de personal para

las actividades a realizar, sin embargo, es importante mencionar que estos serían empleos temporales.

Respecto a los 10 impactos negativos que se clasifican como compatibles la calificación más alta fue de -24, referentes a la calidad sanitaria. Mientras que los clasificados moderados obtuvieron una calificación de hasta -27, siendo estos los referentes a los posibles efectos de excavaciones y nivelaciones, estas calificaciones se deben principalmente al posible impacto que las actividades de desmonte.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Tabla 4.6. Valoración numérica. Etapa de construcción.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	2	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-23	Compatible
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	2	2	2	2	1	4	4	4	4	1	-32	Moderado
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	1	1	2	2	1	4	1	4	1	1	-21	Compatible
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	2	2	2	2	1	4	1	4	4	4	-32	Moderado
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	-1	2	2	2	2	1	4	4	4	2	1	-30	Moderado
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	-1	1	1	2	1	1	4	4	4	2	1	-24	Compatible
7	Efectos de disminución en los	-1	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible

	volúmenes de agua, debido a que el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.													
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
9	Afectaciones en la vegetación aledaña al sitio de construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	-1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	-23	Compatible
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	-1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	-28	Moderado
12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	1	2	2	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	-23	Compatible
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de Los locales durante la etapa de operación.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado
17	Beneficios por la contratación de infraestructura	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado

	durante las etapas del proyecto.													
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible
19	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible

Figura 4.2. Grafica de valoración de Impactos durante etapa de Preparación del Sitio

Durante la Etapa de Construcción se identificaron 19 impactos y se obtuvo uno con valor nulo (afectaciones a la vegetación aledaña al sitio) ya que únicamente existirá remoción de la cubierta vegetal durante la preparación del sitio y en la zona del predio propiedad del promovente.

En esta etapa se generan impactos debido a las actividades que se realizarán durante la construcción del proyecto. De los 14 impactos negativos, 10 se presentan en el rango de compatibles y 4 como moderados. Entre los compatibles se encuentran los referentes a la incorporación de polvos y partículas por vehículos y maquinarias, calidad del agua subterránea, impactos por emisiones sonoras. Los 4 impactos que resultaron en la categoría de moderados hacen referencia a impactos generados por emisiones a la atmosfera, afectaciones al suelo por generación de derrames, posibles efectos durante excavación y nivelación de superficies y modificaciones al hábitat obteniendo calificaciones que van máximo al nivel -32, estos valores se deben principalmente a la presencia de trabajadores y los residuos que puedan generar durante los trabajos de cimentación, levantamiento de paredes, entre pisos y acabados.

De los impactos positivos que se presentaran 3 moderados y son referentes al empleo y mano de obra, derrama económica por los empleos temporales y 2 son compatibles referentes a los servicios de recolección de basura, así como sobre los patrones y calidad de vida de los pobladores de la zona.

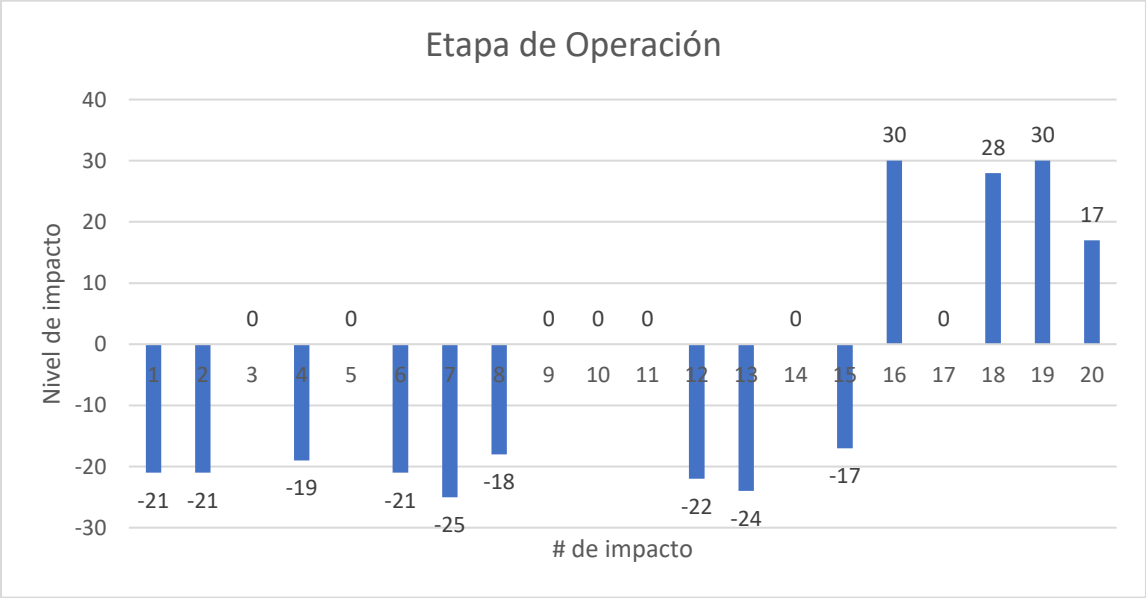
7.2.1. ETAPA DE OPERACIÓN

Tabla 4.7. Valoración numérica. Etapa de operación.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	Efectos negativos en la atmósfera por la incorporación de polvos y partículas generados por la entrada y salida de los vehículos y maquinarias.	-1	1	1	2	1	1	4	1	2	4	1	-21	Compatible
2	Efectos negativos en la atmósfera por la generación de emisiones tales como gases de combustión y vapores.	-1	1	1	2	1	1	4	1	2	4	1	-21	Compatible
3	Afectaciones a la calidad del suelo por lixiviados, residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
4	Afectaciones al suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	2	1	1	4	1	2	2	1	-19	Compatible
5	Posibles efectos durante los trabajos de excavación y nivelación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
6	Efectos en la calidad del agua subterránea por posibles fugas o derrames.	-1	1	2	4	1	1	4	1	1	1	1	-21	Compatible
7	Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	-1	2	2	2	1	1	4	1	4	1	1	-25	Compatible
8	Impactos por la generación de emisiones sonoras.	-1	1	1	2	1	1	4	1	2	1	1	-18	Compatible
9	Afectaciones en la vegetación aledaña al sitio de construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
10	Efectos en la fauna del sitio por la realización de los trabajos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
11	Modificaciones del hábitat por la construcción del proyecto.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
12	Modificaciones en la estructura del paisaje que cambiaran la calidad visual de la zona.	-1	1	1	2	1	1	4	4	2	2	1	-22	Compatible
13	Afectaciones al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente.	-1	1	2	2	1	1	4	4	2	2	1	-24	Compatible

14	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
15	Efectos en la calidad sanitaria por la generación de residuos en las actividades de los locales s durante la etapa de operación.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
16	Efectos positivos en cuanto a la generación de empleos.	1	2	2	2	2	1	4	4	4	2	1	30	Moderado
17	Beneficios por la contratación de infraestructura durante las etapas del proyecto.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Moderado
18	Beneficios por la contratación de los servicios de recolección de basura.	1	2	2	2	1	1	4	1	4	4	1	28	Moderado
19	Efectos en la calidad de vida debido a la derrama económica por los empleos temporales y permanentes de los trabajadores.	1	2	2	2	2	1	4	4	4	2	1	30	Moderado
20	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible

Figura 4.3. Grafica de valoración de Impactos durante etapa de Preparación del Sitio



Durante la Etapa de operación y mantenimiento los impactos negativos ocurrentes en la fase de preparación del sitio y construcción disminuyen sus valoraciones como se presenta en la Tabla 4.7 y en la Figura 4.3.

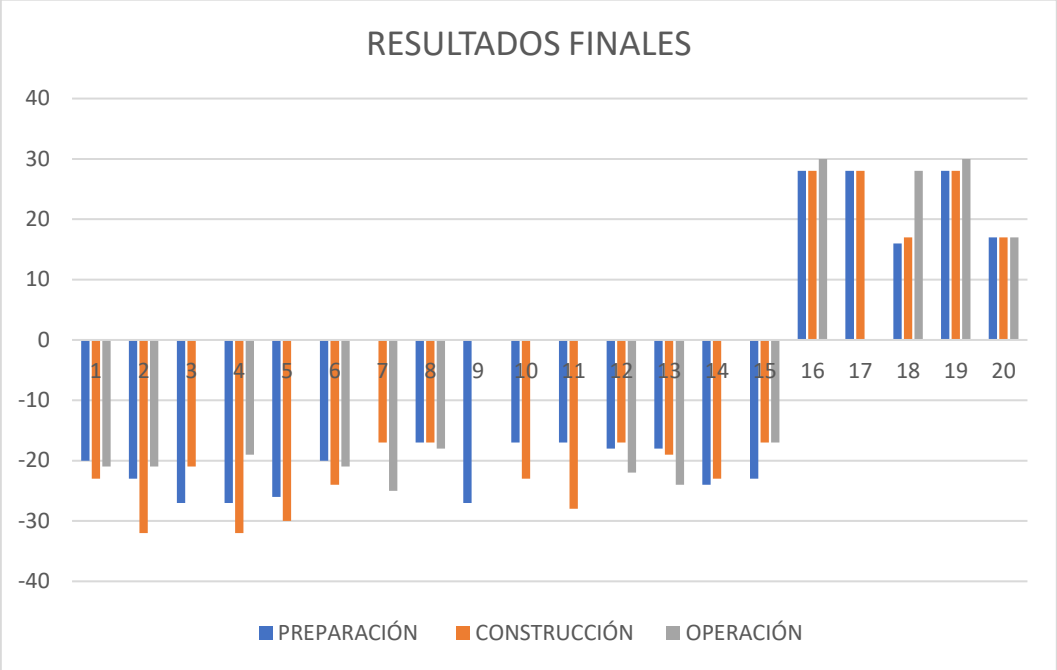
Del total de 20 impactos identificados, en esta etapa, 7 resultaron nulos, 9 negativos y 4 positivos. Los impactos nulos son los referentes a Calidad y Estabilidad del Suelo, excavaciones y nivelaciones, así como los referentes a los aspectos Bióticos (Vegetación terrestre, Fauna y Modificaciones del hábitat) ya que estos fueron impactados en las etapas anteriores, y las actividades de esta etapa no les causan afectación.

Los 9 impactos negativos que ocurrirán en esta etapa todos son compatibles y presentan valores de –18 a -25. Debido principalmente a que el proyecto es una nueva infraestructura similar a las ya existentes en la zona y es compatible con los usos de suelo de la región eso hace que sea compatible con los establecimientos que ya se encuentran en zona a un costado de una importante avenida.

En cuanto a los impactos positivos, tal como se mencionó antes, se presentaron 4, que son impactos de tipo socioeconómicos, todos estos alcanzan calificaciones entre 17 y 30, esto debido a que, pese a que requerirán la contratación de empleos permanentes y su consecuente derrama económica en la zona, es importante mencionar que se trata de una cantidad menor de trabajadores que los requeridos en las etapas anteriores, lo importante es que genera economía para las comunidades cercana y presenta mejoras en la oferta de servicios para el estado y el municipio de Progreso.

En la siguiente gráfica, 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 diferentes etapas del proyecto:

Figura 4.4. Resultado de los Impactos por Etapa


RESULTADOS FINALES
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
PREPARACIÓN
CONSTRUCCIÓN
OPERACIÓN

IV.1.6 Análisis del Área de Influencia y conclusiones

El área de influencia o alcance del proyecto será principalmente en zona del municipio de Progreso y los establecimientos cercanos a la carretera costera, el proyecto de locales comerciales será fuente de la adquisición de servicios e insumos que el proyecto demande como servicios públicos, agua, luz, disposición de residuos, en caso de que los servicios no pudieran ser abastecidos por los prestadores municipales, se contemplan servicios internos para la gestión de residuos y posteriormente su disposición final de manera correcta por empresas establecidas u oficializadas.

De los factores afectados como flora, fauna, aire, suelo, son de carácter puntual en el predio que de igual manera son locales, sin embargo, se plantea a futuro mantener las mejores condiciones ambientales promoviendo la preservación de las zonas de áreas verdes del predio, así como área de conservación que no puede ser tocado durante las tres etapas que describe este proyecto,

El constante crecimiento urbano y turístico representa vital importancia en la región del estado de Yucatán, gran parte de la economía local de las inmediaciones del predio está relacionada con los servicios.

El presente proyecto, conlleva la ejecución de un proyecto de servicios comerciales, buscando respetar las áreas verdes establecidas. Durante las etapas que contempla el proyecto se verán afectados diversos factores naturales, sin embargo, la mayoría son de carácter temporal, exceptuando las obras civiles que se edificaran, para las actividades restantes y los impactos que de ellas se generen, dichos impactos serán de carácter temporal, dando lugar a que el proyecto se asiente de manera que genere pocos impactos en el medio pasadas las etapas de preparación de sitio y construcción.

De los principales factores con relevancia a afectarse encontramos el suelo, que es un factor que al contener obra civil no podrá regresar a su estado natural mientras el proyecto siga vigente, sin embargo, se tomaran las mejores medidas para la ejecución de dichas actividades buscando causar el menor impacto posible en el ambiente, así como las medidas de mitigación pertinentes para perturbar de manera significativa el entorno ambiental donde se ejecutara el proyecto.

Cabe resaltar los impactos benéficos del proyecto, en los cuales se generara diversas fuentes de empleo así como demanda de insumos, los cuales serán adquiridos de los

lugareños en las inmediación del proyecto en cuestión, muchos de los empleos son de carácter temporal durante las diversas etapas, sin embargo la demanda de insumos y generación de empleos una vez operando el proyecto será de igual manera adquirida de las cercanías, dando oportunidad de fuentes de empleo fijas a largo plazo a las personas de la comunidad.

Al ser un proyecto de índole comercial, el mismo proyecto y promovente en cuestión tienen claros los objetivos de mantener las mejores condiciones ambientales dentro del predio, tomando las mejores prácticas y propiciando mejoras continuas en beneficio del ambiente, acatando las medidas de prevención y mitigación establecidas.

Como se ha mostrado en la caracterización, no se prevé la generación de impactos significativos en ninguna de las etapas, en general el proyecto no generara impactos de gran relevancia, ya que aquellos impactos negativos significativos se verán mitigados a través de las medidas presentadas en el apartado IV.2 de este estudio, igual parte de los impactos positivos que se generan serán el incremento de consumo de insumos, así como la contratación de personal de las localidades colindantes, lo cual ocasionará el incremento de la economía.

IV.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.2.1 Medidas de prevención y mitigación

A continuación, describen el conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que, tienen como finalidad la prevención y la mitigación de los impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto. Estas medidas deben ser aplicadas desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento. Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo a lo siguiente:

Las llamadas medidas preventivas o protectoras, se aplican para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Y las medidas mitigadoras o correctoras son aquellas que se utilizan para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Una vez identificados y evaluados los impactos del proyecto dentro de este Capítulo, se procedió a diseñar y proponer las medidas preventivas y de mitigación a realizar, estas medidas, todo esto enfocándose en cada uno de los indicadores de impacto previamente identificados y haciendo especial énfasis en los puntos vulnerables que se pudieran presentar en relación a dichos impactos.

5.2. IV.2.2 Esquema PER Presión Estado y Respuesta

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: 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 esquema 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.
- La segunda 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.

Los indicadores así construidos tratan de reflejar y medir las interrelacionar entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales y construir un punto de referencia para la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad.

IV.2.3 Medidas preventivas y de mitigación

Las medidas preventivas y de mitigación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.8. Medidas preventivas y de Mitigación.

Etapa del proyecto	Actividad	Impacto	Componente ambiental	Tipo de Medida (P y/o Mi)	Descripción de la medida
PS C O	Se controlará la emisión de gases y partículas de combustión y vapores lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión	A	P	Uso de vehículos y maquinaria en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo a la Norma correspondiente.
PS C	Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	Contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.	A	P	Los residuos sólidos serán almacenados temporalmente en **contenedores ubicados en áreas estratégicas** que faciliten su recolección y trasladados al sitio de disposición final. Los contenedores deberán estar **rotulados y contar con tapa y bolsas plásticas.** Respecto a los residuos fisiológicos, para evitar el fecalismo al aire libre se instalarán **sanitarios portátiles, el número (de sanitarios) estará en razón de 1 por cada 10 trabajadores**. La recolecta y limpieza de los sanitarios para la disposición en sitios de tratamiento, estarán a cargo de una empresa establecida.
PS C O	Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	A	P	No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo a la Norma

PS C	Se deberá delimitar la zona de construcción sin afectar una mayor superficie de la autorizada.	Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de excavación y nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.	A	P	El **suelo removido** durante el despalme y nivelación permanecerá en el predio y será **reintegrado en las áreas verdes y de conservación del Proyecto**. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada.
PS C O	Se delimitarán segmentos para el avance de trabajos.	Por efectos de la infiltración, el manto freático es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y residuos sólidos o fisiológicos.	A	P	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se instalarán **sanitarios portátiles, el manejo y disposición final de estos residuos será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio.** No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad **Para evitar derrames accidentales en el sitio, no se realizarán mantenimientos a equipos, maquinaria o vehículos** automotores, así como carga de combustible.
C O	Se evitará el desperdicio de agua durante la operación del proyecto	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	A	P	Para el abastecimiento de agua durante la construcción se contará **con pipas de agua,** así como para la operación del proyecto se contará con una concesión.
PS C O	Se evitará la contaminación de agua subterránea.	Debido a la infiltración, el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	A	P	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán **sanitarios portátiles** su manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa prestadora de este servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad
PS C	Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de	La construcción generará emisiones sonoras.	A	P	A todos los vehículos, equipos o maquinaria pesada que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los **mantenimientos correctivos y preventivos**

	verificar el buen estado de la maquinaria que se utilice.				necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra. Para evitar problemas por accidentes, todo el personal en obra será dotado del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos.
PS	Previo al inicio de obra se deberá delimitar el área verde para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	B	P	No se desmontará ningún área fuera de las establecidas para el proyecto. Estará estrictamente prohibidas las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de las mismas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. - No se deberán ocupar o afectar superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. - Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación. Se contempla trozar y compostear la vegetación que será desmontada para reintegrarla al suelo en otras áreas o simplemente trozarlas para disponerlo en un sitio de disposición final.
PS C	Previo a la obra se deberá reubicar la fauna que se encuentre en el sitio y que así lo requiera.	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	B	P	Queda estrictamente prohibido 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.
PS C O	El hábitat se modificará durante la etapa preliminar y se mantendrá modificado durante la construcción y operación del proyecto.	Se crear una modificación del hábitat.	B	P	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de un Área verde igual al 15% del área total del predio.

PS C O	Se respetará a la flora y fauna silvestre. Se concientizará al personal respecto a la importancia de la flora y fauna silvestre.	Presencia de especies dentro de la Norma 059 en el área del proyecto.	B	P	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto. No se identificaron especies dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010.
PS C O	Las variaciones de microclima serán puntuales al área que ocupe la infraestructura.	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	A	P	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto.
PS C O	Previo al inicio de la obra se deberá delimitar, la zona de conservación.	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	A B I Ó T I C O	P	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. No utilizar más área de la autorizada. El proyecto plantea la implementación de un Área verde igual al 15 % del área total del predio.
PS C O	Se evitará el deterioro de la calidad sanitaria del ambiente. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos	A	P	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar contenedores con bolsas plásticas, rotulados y con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos.

		de comida, embalajes).			Para evitar la generación de malos olores y la proliferación de fauna feral y/o plagas, los contenedores deberán contar con tapa y bolsas plásticas.
PS C O	Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	S	P	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales.
PS C O	El proyecto dará empleos a gente de la zona y comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Afectaciones mínimas sobre el medio y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores del complejo	S	P	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales.
PS C O	Se controlará la dispersión de polvo durante la etapa de preparación del sitio y construcción lo cual ayudará a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.	La entrada y salida de los vehículos y maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	A	Mi	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.
PS C O	Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	A	Mi	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de maquinaria o vehículos en sitios del proyecto. En caso de ser estrictamente indispensable, se deberá utilizar tapetes plásticos sobre el piso en el cual se va a trabajar para contener los posibles derrames accidentales. Si el derrame o fuga ya ocurrió como primera opción se procede a retirar la capa de suelo y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material será puesto a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo.
	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas				El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección auditivo, nuevo y adecuado a todo el personal involucrado en el proyecto.

PS	auditivos en el personal empleado.	La construcción generará emisiones sonoras.	A	Mi	
PS	No se desmontará o despalmará más superficie que la propuesta en el proyecto.	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	B	Mi	El proyecto plantea la implementación de un Área verde del 15 % del área total del predio. Se plantea el establecimiento de áreas verdes.
PS	La modificación del hábitat se realizará de una manera controlada.	Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	B	Mi	El proyecto contempla la implementación de un área verde igual a 15% de la superficie total del predio.
PS C O	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se propone un Programa de Manejo de Residuos Sólidos como medida de mitigación (se anexa documento) Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos en su caso.	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	A	Mi	Los residuos no pasarán más de una semana en su sitio de acopio temporal, se debe agilizar su recolección y traslado final, la acumulación temporal de estos residuos debe hacerse en sitios estratégicos donde no intervengan con las demás actividades del proyecto. Los desechos generados deberán ser trasladados al sitio de disposición final que sea indicado por las autoridades.

PS: Preparación del Sitio. C: Construcción. O: Operación

IV.2.4 Impactos residuales

La mitigación ayudará a evitar completamente el impacto al no desarrollar una actividad específica, disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado y reducir el impacto con actividades de conservación y mantenimiento.

Medida de mitigación #1 "Saneamiento del terreno de los residuos sólidos.

Descripción: A pesar de que se ha propuesto una medida de prevención por la generación de residuos sólidos, se creará una medida de mitigación que consiste en un saneamiento en caso de que llegara a presentarse contaminación por residuos en el suelo.

Si por algún motivo se llegase a presentar un evento natural o de origen antropogénico, en el cual se depositarán residuos de tipo orgánico o inorgánico en el suelo, deberán ser retirados en el menor tiempo posible.

Objetivo: Retirar los residuos sólidos del suelo que puedan afectar su calidad y disminuir el atractivo visual.

Impacto ambiental para mitigar: Contaminación al suelo.

Etapa en la que se realizará y duración: Esta medida se llevará a cabo en respuesta a una emergencia que podrá realizarse en cualquier etapa del proyecto en el menor tiempo posible.

Medida de mitigación #2 "Manejo de sustancias que podrían contaminar el suelo.

Descripción: Como se ha mencionado en medidas preventivas anteriores, el mantenimiento de la maquinaria deberá en talleres especializados fuera del terreno para evitar el derrame de alguna sustancia contaminante, sin embargo en caso de que se detectara alguna fuga accidental de ese tipo de sustancias, se suspenderán las actividades de la maquinaria y se tratará de manera cuidadosa colocando algún material absorbente como aserrín para colocar sobre la sustancia del derrame, el cual será tratado como residuo peligroso o de manejo especial, y designado a la empresa correspondiente para su correcta

disposición final. Se deberá informar a la empresa que sea responsable de la maquinaria para hacer el cambio y que las labores de construcción no se suspendan.

Objetivo: Evitar la contaminación del suelo por infiltración de sustancias contaminantes.

Impacto ambiental para mitigar: Evitar la contaminación del suelo por infiltración de sustancia contaminantes.

Etapa en la que se realizará, duración y costo: Se realizará durante la etapa de construcción, el precio puede variar dependiendo de la eventualidad.

ANEXO TÉCNICO. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

A.1 Pronóstico del escenario

El proyecto que se evalúa consiste en la construcción de un conjunto de 25 locales comerciales de uso mixto sobre una superficie de 9,855 m², ubicado en Chicxulub Puerto, municipio de Progreso, Yucatán, a aproximadamente 450 metros de la línea de costa del Golfo de México. El predio se emplaza en una zona de transición entre el área urbana consolidada de la localidad y los ecosistemas costeros adyacentes, con acceso desde la carretera costera frente a la entrada de Cocal Josefina.

Durante la elaboración del presente documento se realizaron visitas al sitio para la verificación de aspectos bióticos de flora y fauna. En dichas visitas se constató que el predio se encuentra actualmente en estado de abandono, correspondiendo a un terreno baldío con superficie arenosa y escasa vegetación herbácea. El sitio se ubica dentro de la UGA 006-APROV-DZE conforme al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), Decreto 629/2023, así como dentro de las unidades de gestión correspondientes al Programa de Ordenamiento Ecológico Costero del Estado de Yucatán (POETCY).

A.1.1 Escenario actual

El área de estudio se inserta en una zona en urbanización consolidada de Chicxulub Puerto, con infraestructura de servicios públicos disponibles —agua potable, energía eléctrica y recolección de residuos sólidos—, vialidades municipalizadas y desarrollos comerciales y habitacionales en sus colindancias.

El predio en su condición actual representa un lote baldío sin uso productivo, con presencia de herbáceas y sin registro de especies de flora o fauna de relevancia ecológica significativa que dependan del sitio como hábitat primario. La zona presenta un marcado proceso de urbanización derivado del crecimiento de la franja costera del municipio de Progreso, lo que ha fragmentado de manera considerable los ecosistemas naturales originales en el área de influencia del proyecto.

A.1.2 Escenario futuro

Con la Ejecución del Proyecto y Aplicación de Medidas de Mitigación

El presente proyecto pretende dar un uso compatible con el establecido por la regulación ambiental competente. La etapa de Preparación del Sitio representa la fase de mayor intervención, dado el movimiento de tierras, excavaciones y compactaciones involucradas; sin embargo, al tratarse de un predio baldío sin cobertura vegetal significativa, los impactos sobre los componentes bióticos se consideran compatibles y moderados.

Con la correcta implementación de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el apartado IV.2, se prevé que los niveles de impacto se mantengan dentro de rangos aceptables. Los impactos residuales más relevantes durante la etapa de operación estarán asociados a la generación de residuos sólidos urbanos y aguas residuales domésticas, mismos que serán atendidos mediante el cuarto de basura de 81.03 m² con capacidad para 20 contenedores y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales BIOSPLANT-25®, que garantizará el cumplimiento de los parámetros de descarga establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021, protegiendo el acuífero kárstico de la Península de Yucatán. Las áreas verdes distribuidas a lo largo del conjunto contribuirán a la mejora del paisaje urbano y al confort térmico de los usuarios.

Desde la perspectiva socioeconómica, el proyecto generará empleos directos e indirectos durante sus etapas de construcción y operación, impulsando la actividad comercial de Chicxulub Puerto y contribuyendo a la derrama económica local. Por tanto, el proyecto se considera ambientalmente viable bajo las condiciones de mitigación establecidas.

ESCENARIO SIN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Sin la ejecución del proyecto, el predio continuará en estado de abandono, expuesto a convertirse en sitio de disposición irregular de residuos sólidos, fenómeno frecuente en terrenos baldíos ubicados en zonas urbanas en crecimiento como la franja costera de Progreso.

Esta condición representaría un riesgo real de contaminación de suelo y acuífero por lixiviados, así como una degradación progresiva del paisaje urbano. La flora presente se mantendría sin alteración, aunque el avance de la urbanización en la zona haría inevitable, en el mediano plazo, algún tipo de intervención sobre el predio. En términos

socioeconómicos, se perdería la oportunidad de generar empleos y dinamizar la actividad comercial en la localidad.

ESCENARIO CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el escenario hipotético de ejecutar el proyecto sin implementar las medidas de mitigación propuestas en el apartado IV.2, los impactos identificados se incrementarían significativamente. El uso de maquinaria sin mantenimiento adecuado elevaría las emisiones de gases y partículas a la atmósfera.

La ausencia de sanitarios portátiles y un sistema de tratamiento de aguas residuales generaría contaminación directa al suelo y al acuífero, especialmente crítico dado el sustrato kárstico permeable de la zona costera. La falta de un programa de manejo de residuos derivaría en acumulación de residuos sólidos y escombros sin disposición controlada.

En conjunto, la ejecución sin medidas de mitigación comprometería la calidad del acuífero, el paisaje costero y las condiciones de higiene y seguridad del entorno inmediato, elevando los niveles de impacto de compatibles a severos en varios indicadores ambientales.

A.2 Programa de Vigilancia Ambiental

El programa de vigilancia Ambiental (P.V.A.) o Supervisión Ambiental (S.A.) es un sistema establecido en el Manifiesto de Impacto Ambiental (MIA) que tiene la finalidad de garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas, correctivas y de mitigación que se establecieron en dicho estudio.

Los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental son la identificación de los sistemas afectados, de los tipos de impactos y de los indicadores seleccionados. Para que el programa sea efectivo, lo óptimo es que el número de indicadores sea bajo, que sean fácilmente cuantificables y medibles, así como representativos de cada sistema afectado.

Es una fuente de datos, principalmente empíricos, que ayuda a mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, porque puede evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas en el Estudio de Impacto Ambiental son correctas. A partir de esta información, es posible también la detección de alteraciones 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. Está información sirve para poder interpretar el cambio de la situación ambiental, puesto que la simple desviación 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 período importante anterior a la obra a 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 convivencia 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

Objetivos Específicos

- Identificar cuantitativa y cualitativamente cada afección para todas y cada una de las variedades 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 posibles 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 haciendo mención de los incumplimientos.

ESTRATEGÍAS

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 responsable 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 Medio Ambiental el cual dentro de sus responsabilidades tendrá:

- Supervisión de las actividades a realizar y los procedimientos constructivos de acuerdo a las condiciones del resolutivo de la SEMARNAT
- Coordinación de actividades de reforestación en caso de ser necesaria o condicionada para la construcción y operación del proyecto
- Coordinación de actividades del Programa de Manejo de Residuos Sólidos y verificación de ejecución del plan de manejo de RSU y RME.
- Supervisión permanente de que todas las acciones se encuentran dentro de las poligonales autorizadas por la SEMARNAT.
- Vigilancia permanente de cumplimiento de todos los procedimientos establecidos y elaboración del expediente de supervisión ambiental y para control directo del Promovente.
- Redactar informes mensuales de seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental y remitir a la Dirección de la Obra cuantas incidencias se vayan produciendo.

ENTREGABLES

Dentro de los entregables del responsable Técnico de Gestión Medio Ambiental se requieren los siguientes documentos:

Antes del inicio de las obras:

- Informe del estado pre operacional, 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 a 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 3 etapas de las cuales iniciará con la primera etapa que comprende: la Preparación del sitio, Construcción, así como la Operación y Mantenimiento.

Entre la primera etapa se prevé abarcar un período de tiempo de un año, sin embargo, las principales actividades por duración e intensidad se realizarán en las dos primeras etapas por lo que el presente programa abarcará una duración de por lo menos año y medio, incluyendo la elaboración del informe final.

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA MIA

LISTADO DE ANEXOS FÍSICOS

Anexo	Contenido	Forma de integración
1	Documentación legal del promovente y del responsable técnico	Original o copia certificada y copia simple para cotejo, según corresponda.
2	Planos, mapas, croquis y archivos geoespaciales	Planos impresos georreferenciados en UTM, Datum WGS84, y medio de almacenamiento con SHP, KML/KMZ, CSV, PDF y DWG.
3	Proyecto arquitectónico y memorias descriptivas	Planos impresos y memorias incorporadas al expediente.
4	Estudio de flora y fauna	Metodología, fechas, esfuerzo, resultados, análisis estadístico, listados, fotografías y mapas.
5	Metodología y memorias de evaluación de impactos	Matrices, criterios, cálculos, interpretación y conclusiones.
6	Programas ambientales	Rescate y reubicación, reforestación, compensación, manejo de residuos, vigilancia y demás programas aplicables.
7	Memorias de cálculo	Consumos, generación de residuos, emisiones, descargas, superficies, indicadores y costos de medidas.
8	Bibliografía y referencias	Relación completa de fuentes consultadas.

En la entrega física, las referencias que la guía denomina enlaces se sustituyen por el número de anexo, plano, tabla, figura o memoria correspondiente. El medio electrónico que, en su caso, acompañe el expediente deberá conservar la misma nomenclatura.

Metodología de vinculación del Capítulo II

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán

Se vinculó el presente proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY). La aplicación y los lineamientos actuales del ordenamiento ecológico como instrumento de planeación se encuentran establecidos en

la LGEEPA (Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente) y en su reglamento.

Para determinar la ubicación del sitio del Proyecto con respecto al POETCY se realizó un montaje del área de la poligonal con los "shapes" disponibles del mencionado Programa de Ordenamiento en la página www.bitacoraambiental.com.

ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Se realizó un análisis para determinar si el proyecto se encuentra dentro de un ANP, y el resultado fue, que no se ubica dentro de alguna ANP federal, estatal y/o municipal.

B.2 Metodología de identificación y evaluación de impactos ambientales

Para identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La aplicación metodológica sugiere, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y por otra parte, las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos en las diferentes etapas del proyecto, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

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

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, a base a los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

Indicadores de impacto

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. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración al ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos 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.

Se realizó un listado de las actividades que se realizaran durante el desarrollo del proyecto para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas. En base al listado de actividades 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 extrajo un listado de Indicadores Ambientales.

Criterios y metodología de evaluación

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

La metodología de valoración de impactos adoptada, es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (Adecuación, Conceptual y adecuación de la información de manera total y Adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información *(Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 1997).*

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 procede 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 iníciales previas a la acciónpor 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 B.1. 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 de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	( ) ( ) (X)	Positivo. Negativo. 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) (8) (12)	Alta. Muy alta. 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	(1) (2) (4) (8)	Puntual. Parcial. Extenso. Total.	Efecto muy localizado. Incidencia apreciable en el medio. Afecta una gran parte del medio. Generalizado en todo el entorno

	(% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1) (2) (4)	No sinérgico Sinérgico Muy sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor. Presenta sinergismo moderado. Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1) (2) (4)	Fugaz. Temporal. Permanente.	(1 año). (De 1 a 10 años). (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) (2) (4)	Largo plazo. Mediano Plazo. Corto Plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse. Se manifiesta en términos de 1 a 5 años. Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	Acumulación.			

	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1) (4)	Simple. Acumulativo.	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. 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 iníciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(1) (2) (4)	Recuperable de inmediato. Recuperable a Mediano plazo. Mitigable.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	Reversibilidad.			
(PR)	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. 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) (2)	Corto plazo. Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año. Retorno a las condiciones iníciales 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.
	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 = CI * [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 la mencionada importancia del efecto (IM).	(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
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

Descripción de los impactos identificados

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance. Además, el medio donde se llevarán a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro.

Entonces cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas de un proyecto. Entonces podríamos decir que los impactos varían en cuanto a intensidad e importancia debido a los siguientes factores:

Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras.

Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio.

Analizando cada factor ambiental se enumeran 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 analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

Evaluación de los impactos

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

De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente 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 CRITICO (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 del Proyecto.

ANEXO C. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Aranda J. M. 1981. *Rastros de los mamíferos silvestres de México*. INIREB. Xalapa, Veracruz, México.

Arellano R. J. A., Flores J. S., Tun G. J. y Cruz B. M. M. 2003. *Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense 20: 1-815

A. Reid Fiona. 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast México*. Oxford University Press. New York

Bautista Francisco, Delfín Hugo, Palacio José Luis, Delgado María del Carmen. *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología.

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

Duran R. y M Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatan. CICY, PPD- FMAM, CONABIO, SEDUMA.

Flores,J. S. y I. Espejel. 1994. *Tipos de vegetación de la península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense. 3:1-135

Flores-Villela, Canseco-Márquez 2004. *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México*

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.

Maxwell, S. et al. (2012). *Social Impacts and Wellbeing: Multi-criteria analysis techniques for integrating nonmonetary evidence in valuation and appraisal*. Londres: Defra.

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

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Progreso (PMDU). DOF 27 de septiembre 2024. pp. 466. Pdf.

Secretaría de Desarrollo Sustentable. 2023. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán. Pdf. 42 pág.

SEDUMA. 2015. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán.

Secretaria de Desarrollo Sustentable.2023 Decreto 692/2023 por el que se formula y expide la actualización del Programa de Ordenamiento

Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán. Pdf. 57 pág.

SEMARNAT. Mapas Serie VII INEGI 2018. https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia SEDUMA.

Vanclay, F. (2003). "International Principles for Social Impact Assessment". Impact Assessment & Project Appraisal 21(1), 5-11.

Vanclay, F. (2002). Conceptualising social impacts. Environmental Impact Assessment Review, 22 (3). pp. 183-211.

Vanclay, F. (2003). *International Principles for Social Impact Assessment, Impact Assessment and Project Appraisal* 21(1): 5-11.

Vanclay, F. and Esteves A.M. (Eds). (2011). *New Directions in Social Impact Assessment: Conceptual and Methodological Advances*. Cheltenham: Edward Elgar.