I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

MAHANYE

1.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Mahanye consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional conformado por 328 lotes vendibles y se encontrara ubicado en una fracción de 121,404.03 m2 del tablaje catastral 6224 de la localidad y municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán.



Figura 1. Localización del proyecto.

1.1.3 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Construcción 5 años y operación 50 años.

1.1.4 PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

Anexada.

1.1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El sitio del proyecto cuenta con una superficie de 121,404.03 m^2, las superficies del proyecto se detallan a continuación:

Tabla 1. Superficies del proyecto.

USO	SUPERFICIE	CANTIDAD/NO. DE LOTES	PORCENTAJE
SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO	121,404.03	1	100.00%
AREA HABITACIONAL VENDIBLE	67,733.51	328	55.79%
LOTES NORTE	21,200.00	106	
LOTES SUR	21,256.80	105	
LOTES ISLA 1	13,116.80	60	
LOTES ISLA 2	7,465.94	32	
LOTES ISLA 3	4,693.97	25	
AREAS DE CONSERVACION	14,755.23		12.15%
AREA DE DESMONTE (CUS)	38,915.29		32.05%

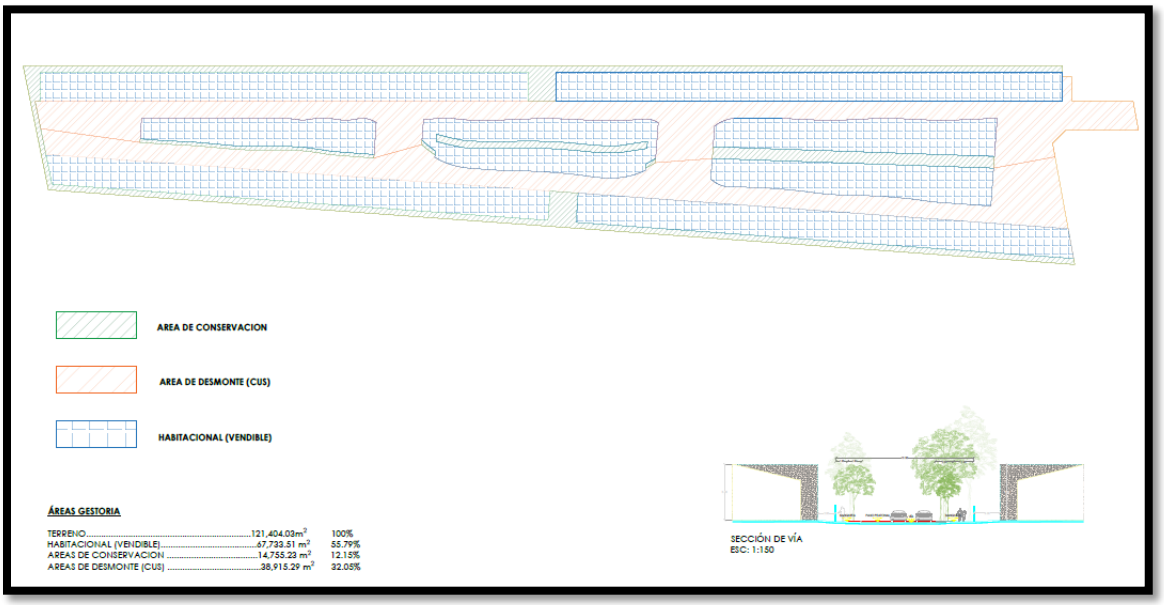


Figura 2. Superficies del proyecto ver planos anexos.

1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

ONVERCE DESARROLLOS SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE

- Manuel Antonio Basulto Ucán Representante legal
- Manuel Jesus Itzá Rubio Representante legal

1.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

1.2.3 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

[redacted]

1.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

HABITEMOS GESTION AMBIENTAL SCP

1.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC)

HGA1908068UA

1.3.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[redacted]

1.3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[redacted]

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

La Costa yucateca registra en la actualidad un marcado crecimiento urbano, lo cual ha provocado que los desarrollos se encuentren en expansión, la localidad de Chicxulub pueblo no es la excepción, con el desarrollo del proyecto se pretende contribuir con el desarrollo inmobiliario y socioeconómico de la localidad mediante la construcción de infraestructura acorde con la vocación natural de la zona.

El proyecto contempla lo siguiente:

Construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional conformado por 328 lotes vendibles y se encontrara ubicado en una fracción de 121,404.03 m^2 del tablaje catastral 6224 de la localidad y municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán.



Fotografía 1. Vista área de la zona del proyecto (tomada con un dron Mavic 2 Pro).

2.1.2 SELECCIÓN DEL SITIO

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en propiedad del promovente. El diseño del proyecto se llevó a cabo tomando en cuenta las

consideraciones establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero de Yucatán (POETCY).

Se realizó una prospección de flora y fauna. En el Capítulo 3 se presenta la vinculación con las regulaciones ambientales vigentes con el firme objetivo de encontrar una concordancia del proyecto con el medio ambiente y en el capítulo 4 se encuentra la descripción detallada de las características ambientales del predio del proyecto.

2.1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El proyecto Mahanye consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional conformado por 328 lotes vendibles y se encontrara ubicado en una fracción de 121,404.03 m^2 del tablaje catastral 6224 de la localidad y municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán.



Figura 1.Localización aproximada del sitio del proyecto.

2.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión total requerida es de $ 54,676,460.12

El presupuesto señalado incluye los costos para la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos al ambiente,

considerados en un 5% del presupuesto, que equivale a un monto de $2,733,833.006 pesos, los cuales se aplicarían de manera independiente en caso de autorizarse el proyecto y conforme a las propuestas que se presentarán más adelante.

2.1.5 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA (DIMENSIONES DEL PROYECTO)

El sitio del proyecto cuenta una superficie de 121,404.03 m^2. Las superficies del proyecto se detallan a continuación:

Tabla 1. Superficies del proyecto.

USO	SUPERFICIE	CANTIDAD/NO. DE LOTES	PORCENTAJE
SUPERFICIE TOTAL DEL TERRENO	121,404.03	1	100.00%
AREA HABITACIONAL VENDIBLE	67,733.51	328	55.79%
LOTES NORTE	21,200.00	106	
LOTES SUR	21,256.80	105	
LOTES ISLA 1	13,116.80	60	
LOTES ISLA 2	7,465.94	32	
LOTES ISLA 3	4,693.97	25	
AREAS DE CONSERVACION	14,755.23		12.15%
AREA DE DESMONTE (CUS)	38,915.29		32.05%

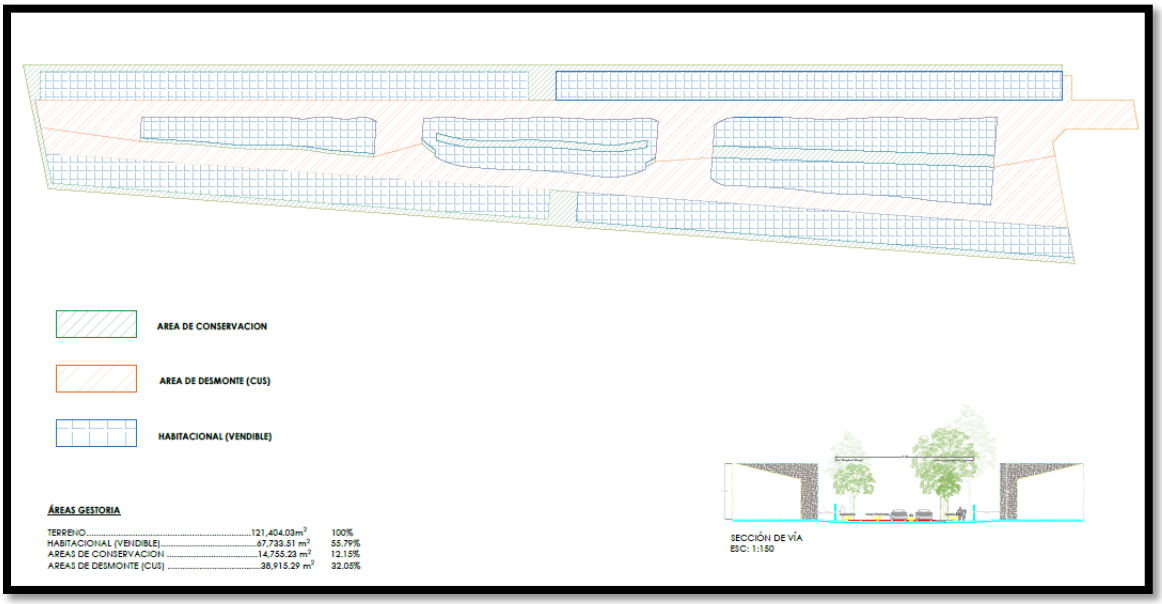


Figura 2. Superficies del proyecto ver planos anexos.

Se presentan a continuación las coordenadas geográficas del sitio del proyecto en cuestión:

Tabla 2. Coordenadas de ubicación del sitio del proyecto.

FRACCION DEL POLIGONO TABLAJE 6224 POLIGONO CONTORNO ROJO

CUADRO CONSTRUCCION DEL POLIGONO COORDENADAS UTM		
VERTICE	X (longitud)	Y (latitud)
1	235500.48	2345658.11
2	235491.05	2345681.36
3	235439.94	2345670.98
4	235435.82	2345691.06
5	235427.98	2345689.45
6	235426.1	2345698.66
7	234557.25	2345520.5
8	234599.51	2345421.48
9	235470.18	2345535.05
10	235430.93	2345632.43
11	235439.64	2345645.63
Superficie total del Proyecto en m2	121,404.03	

2.1.6 USO ACTUAL DEL SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO

El área del proyecto colinda en todas direcciones con vegetación propia de vegetación de selva baja caducifolia y predios los a los cuales se pretende destinar a desarrollos inmobiliarios, actualmente al sur del terreno en las colindancias se cuenta con caminos de acceso a pie de calle.

2.1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS Y SERVICIOS REQUERIDOS.

La zona de Chicxulub presenta escasas vialidades pavimentadas y su actividad económica principal básicamente depende del turismo de temporada, así como de sus actividades asociadas.

La zona cuenta con servicios básicos como electricidad y telefonía celular.

Alojamiento

Durante la etapa de construcción no se requiere de campamentos de trabajo ni puestos de alimentación ya que es factible el traslado de los trabajadores.

Servicios sanitarios

Durante la etapa de construcción el contratista suministrará una letrina portátil por cada 10 personas para el uso obligatorio de los empleados.

Agua

Durante los trabajos de construcción se requerirá agua potable para la construcción. Debido a que no se cuenta con red de agua potable en la zona, el agua será abastecida por medio de la compra de pipas durante todas las etapas del proyecto.

En cuanto a la etapa de Operación y debido a la extensión del proyecto se propone la obtención de agua a partir de 1 pozo previamente autorizado por CONAGUA.

Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

En el sitio del proyecto se establecerá la instalación de un Sistema Bioelectrodepurado R AQX-600 para uso doméstico por cada lote vendible. Este sistema es un reactor diseñado para el tratamiento in situ, combinando procesos físicos y bio – electroquímicos.

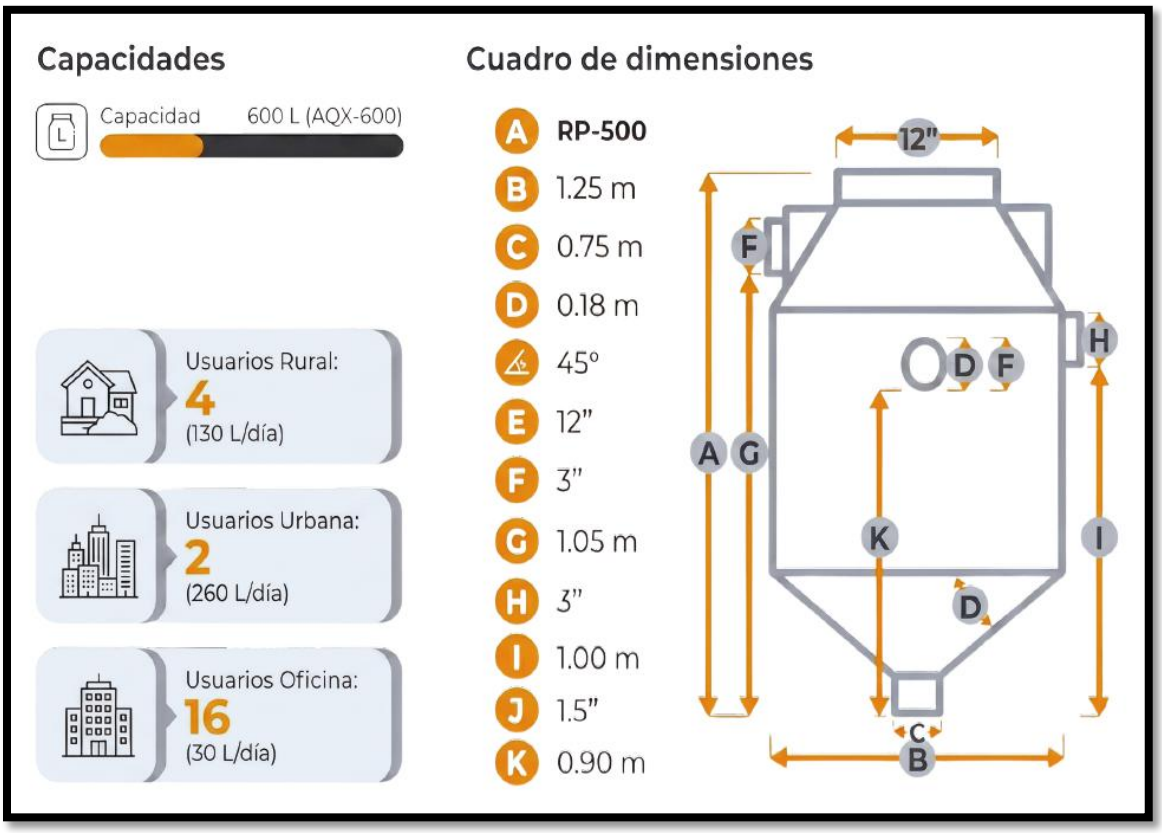


Figura 3. Corte y capacidades del sistema.

Etapas del Proceso de Operación

1. Sedimentación Primaria: Separación gravitacional de sólidos pesados.

2. Zona de Reacción Bio-Electroquímica: Etapa donde se encuentran los cartuchos con la tecnología MFC para la remoción de carga orgánica.

3. Cloración / Desinfección: Etapa final para la eliminación de patógenos antes de la descarga o reúso.

El Bioelectrodepurador AQUOX® opera como una bio-refinería activa de flujo continuo, dividida en etapas secuenciales de alta eficiencia física y bio-electroquímica autorregulada por la biología del sistema:

1. Sedimentación Primaria y Reducción de Turbulencia

El efluente crudo ingresa al reactor a través de la tubería de entrada de 4" (Cota F). El flujo es interceptado inmediatamente por un dispositivo reductor de turbulencia que minimiza la velocidad cinemática y la fuerza del agua. Esto optimiza la separación gravitacional de los sólidos pesados, permitiendo que se asienten en el fondo del cono (Cota D) sin agitar la cama de lodos estabilizada.

2. Zona de Reacción Bio-Electroquímica (Núcleo MFC de Acoplamiento)

El agua pre-clarificada asciende de forma homogénea hacia la zona central del reactor (Cota K). En este espacio se encuentra suspendido el cartucho modular extraíble con la tecnología de Celdas de Combustible Microbianas (MFC). El metabolismo de los microorganismos electrogénicos adheridos consume la carga orgánica biodegradable (DQO/DBO) utilizándola como combustible. Durante este proceso, se liberan electrones capturados por la tarjeta de control inteligente, induciendo una degradación acelerada del contaminante sin necesidad de aireación mecánica forzada y con una generación mínima de biomasa residual.

3. Filtración Física Superior y Desinfección Final

Antes de alcanzar el punto de descarga, el fluido atraviesa una etapa de pulimento asistida por soportes biológicos de alta densidad que ejecutan una filtración física complementaria de microsólidos suspendidos. El efluente final se direcciona hacia la tubería de salida de 4" (Cota H), pasando por el módulo integrado de cloración automatizada para la erradicación total de patógenos, entregando agua purificada lista para su disposición segura en zanjas de infiltración, pozos de absorción o reúso normado bajo los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Se adjunta la ficha Técnica del Sistema de tratamiento de aguas residuales.

2.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

2.2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Se plantea que la construcción del proyecto tenga una duración de 5 años para completar todas las obras, esto ya considera los tiempos en caso de ocurrir imprevistos o cualquier otra situación extraordinaria que suspenda temporalmente el proceso de instalación. En la siguiente tabla se presente un cronograma de actividades.

Tabla 3. Calendario de actividades.

CONCEPTO	AÑO	AÑO	MESES																								AÑO
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	5
Obtención de permisos federales, estatales y municipales																											
Limpieza del terreno																											
Programa de rescate y reubicación de flora																											
Programa de rescate y reubicación de flora																											
Desmonte																											
Despalme																											
Nivelación																											
Barda																											
Caseta de acceso																											
Área de servicios																											
Amenidad central-casa club																											
Parque 1 (deportivo)																											
Parque 2 (pet park)																											
Parque 3 (infantil)																											
Terracerías (vialidades y estacionamientos)																											
Terracerías (banquetas)																											
Pavimentación (superficie de rodamiento)																											
Banquetas																											
Landscape																											
Riego controlado																											

CONCEPTO	AÑO	AÑO	MESES																							AÑO
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	5
Pozos de captación pluvial																											
Señalética (reglamento y cortesiá vial)																											
Red eléctrica (media y alimentadores en baja)																											
Iluminación urbana jardines, vialidades y parques																											
Red de drenaje																											
Red sanitaria																											
Red hidráulica																											
Red voz y datos																											
Limpieza de lotes y marcaje																											
Permisos previos al inicio de la operación del desarrollo																											

2.2.2 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL Y MAQUINARIA

El personal y los requerimientos de personal y vehículos para llevar a cabo las distintas etapas que comprende el proyecto se especifican en las tablas siguientes.

Tabla 4. Requerimientos de personal por etapa del proyecto.

Personal Requerido	Preparación del sitio	Construcción	Operación
Biólogo	1	1	1
Topógrafo	1	1	
Ayudantes	8	10	3
Albañil		10	
Obreros		10	
Ingeniero Supervisor	2	3	1
Cabo de oficios	4	4	
Fierrero		2	
Plomero Electricista		2	
Masilleros		2	
Tablaroqueros		2	
Pintores		2	
Carpinteros		2	
Total	16	51	5

Personal Requerido	Preparación del sitio	Construcción	Operación
Personal en total: 72 colaboradores			

Se plantea la utilización de lo siguiente para llevar a cabo el proyecto

Material de construcción: bloques, cemento, cal, varillas, cabillas, alambre, clavos, pintura, lozas, cables, poliductos y tubos de PVC. Sin embargo no se tiene un estimado de la cantidad de material.

Con el objetivo de generar empleos que beneficien directamente a los habitantes de la localidad, se contempla que las plazas correspondientes a mano de obra no especializada sean cubiertas por habitantes de la región y/o de localidades cercanas al sitio del proyecto. Con esta medida también se evita la necesidad de realizar campamentos de personal en el sitio.

2.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES

Las obras temporales previstas para el proyecto son:

Almacén temporal: 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 para que pueda ser retirado del sitio al terminar las actividades constructivas.

Sanitarios portátiles que estarán al servicio de los trabajadores encargados de las obras de construcción del proyecto y cuyo uso será obligatorio.

2.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO

En esta etapa se incluyen las obras y actividades que se llevarán a cabo para la urbanización del proyecto: trazo y nivelación, topografía, mecánica de suelos, marcado, rescate y reubicación de especies de flora y fauna, instalación de obras provisionales, desmonte y despalme del terreno, instalación provisional hidrosanitaria, excavaciones y relleno de terreno.

1. Trazo de las áreas de desmonte. Para definir de manera precisa los límites del lote y de las áreas de aprovechamiento y conservación, se requerirá de una brigada de topógrafos encargadas de realizar el trazo y balizado de cada componente del proyecto. Para ello se utilizarán bancos de nivel y se trazarán los principales ejes verificados con un levantamiento topográfico del terreno que garantice el apego a lo proyectado.

2. Rescate de vegetación previa al desmonte. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla.

3. Rescate de fauna previa al desmonte. Se implementarán técnicas para ahuyentar a la fauna antes de comenzar las labores de desmonte y despalme. Durante los recorridos se generará ruido con el apoyo de silbatos y sirenas de gas comprimido a base de tetraflouretano que no afecta a la capa de ozono y que produce ruido de 120 decibelios, suficiente para ahuyentar a la fauna existente en el sitio.

4. Desmonte y despalme. Una vez que hayan concluido las actividades de rescate de flora y fauna, se podrá dar inicio con las actividades de desmonte de las áreas de aprovechamiento, la mayoría del material excavado durante el despalme no tiene valor en términos constructivos, por lo que se puede utilizar para rellenar áreas destinadas a jardines que requieran nivelación.

5. Limpieza del terreno. La tierra vegetal y los restos vegetales serán triturados mecánicamente para su uso posterior para el mejoramiento de las diferentes áreas verdes del proyecto.

Cuando haya quedado limpio el terreno y se hayan removido los restos de escombros, tocones, rocas y similares se procederá a la ubicación de las instalaciones de apoyo, como almacenes y bodegas se dará inicio al proceso constructivo de la infraestructura permanente.

6. Realizado el despalme se procede a la construcción de obras provisionales y complementarias como la bodega de campo, instalación de oficinas de campo, delimitación de las áreas de construcción con las señalética e instalación de sanitarios portátiles para personal de campo (Uno por cada 10 trabajadores).

2.2.5 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

En esta etapa se pretende realizar la construcción de la vialidad, las amenidades (casa club), parques, zona de servicio, zonas de estacionamientos y la conformación de los lotes habitacionales. Para el caso de la calle de acceso se prevé realizar lo siguiente:

1. Terracerías: Se construirán las tercerías con material proveniente de bancos de préstamo autorizados. Esto se realizará en toda el área donde se pretende construir la carretera. Este material será ubicado dentro del área destinada exclusivamente para la vialidad que finalmente le dará estabilidad al cuerpo de la misma. Se le adicionará una capa de material de banco seleccionado para formar una plantilla de 15 cm. de espesor y compactarla al 95 %. Sobre ésta se procederá a construir una sub-base de 15 cm. de espesor con material de banco, seleccionado para este proceso y compactarla al 95 %.

2. Terraplén: Posterior a la conformación de la terracería, se realiza la conformación del terraplén; el cual consiste en una capa de material pétreo que dará soporte a las siguientes capas de material fino de banco.

Es decir, es la capa de rocas y piedras que darán uniformidad a la vialidad. La construcción del terraplén incluye tres estratos a saber: base, que está constituida por la capa subyacente que se encuentra inmediato sobre la terracería; el cuerpo, conformado por lo que se conoce como-sub base, que es el estrato de compactación que proporcionará el sustrato donde se asentará la corona; la cual es el tercer estrato, y que constituye en sí la superficie de rodamiento. Este estrato usualmente tiene un espesor de 20 cm, aun cuando no es un espesor estándar, ya que las especificaciones pueden variar según el terreno o la afluencia vehicular a la que va estar sujeta.

3. Sub-base y bases compactadas al 95% (base hidráulica). Sobre la sub-base se construirá la base hidráulica de 15 cm, utilizando grava cementada, producto de trituración total de roca caliza de la región, compactándose al 95 %.

4. Emulsión asfáltica para impregnación (E.P-5): Para la protección de la base hidráulica se procederá a darle un riego de impregnación, utilizando para ello emulsión asfáltica de rompimiento rápido tipo RR-2K, en cantidad de 1.0 lts/m2, una vez fraguado éste, se le dará un riego de liga con emulsión asfáltica.

Para la delimitación de los lotes habitacionales, se realizará la instalación de mojoneras en cada uno de los vértices. El proyecto no contempla realizar alguna construcción dentro de dichos lotes, de manera que conservarán su vegetación natural hasta el momento de ser adquiridas por los nuevos propietarios, los cuales deberán realizar los trámites correspondientes ante la presente secretaria para su uso.

CONSTRUCCIÓN DE CASA CLUB, CASETA, ÁREA DE SERVICIO Y CANCHA DE PADEL

Para la construcción de dichas áreas se prevén las siguientes actividades:

1. Cimentación: es superficial a base cimientos de mampostería de piedra braza de la región asentada con mortero y zapatas aisladas en cargas concentradas. Sera importante entonces verificar que la zona de desplante de la cimentación se encuentre libre de materia orgánica que pueda provocar inestabilidad en la estructura y Será desplantada al nivel de roca que garantice la estabilidad de la estructura. Los elementos estructurales de cimentación deberán colarse previamente una plantilla de 5 cm de espesor de concreto F´c= 100 kg/cm2.

2. Levantamiento de muros: Para el levantamiento de muros se llevará a cabo empleando block de 15cm x 20cm x 40cm unidos con mezcla tipo mortero a base de cemento gris y polvo de piedra, también se ha considerado la instalación de columnas y travesaños que fungirán como estructura de refuerzo y que transferirán la carga de los muros hacia las columnas y pilotes principales distribuyendo de esta forma la carga estructura de toda la construcción.

Las columnas y travesaños de refuerzo constarán de concreto armado, y reforzadas con varilla de acero, y malla electrosoldada que asegure una mayor resistencia al esfuerzo estructural. Los acabados de los muros serán aplicados con masilla a base de mezcla tipo mortero con cemento gris o blanco, y polvo de piedra fino; de igual forma una vez concluido los acabados y tras haber esperado el tiempo adecuado para el curado de los materiales se procederá con la aplicación de sellador del tipo vinílica de marca COMEX u otra marca pero de calidad similar y acabado con pintura vinílica convencional o texturizado.

3. Instalación de sistemas eléctricos, hidráulicos, y aplicación de acabados: para el sistema eléctrico se empleará un tablero central de tipo QO2, que permita la distribución adecuada de cada uno de los circuitos eléctricos a partir de la alimentación principal brindada por la red de comisión federal de electricidad. De igual manera cabe mencionar que para la instalación de los circuitos se empleará poliducto corrugado con cable guía de 3/4" que contendrán en su interior los cables de los circuitos eléctricos. Los cables por su parte serán del tipo AWG en calibres variables desde 8 hasta el 14 dependiendo del tipo de circuito, y el balance de carga que le corresponda; para las salidas eléctricas se emplearán apagadores convencionales y contactos polarizados, con sistema de tierra física. El sistema de puesta a tierra consistirá en una varilla copperwelde, enterrada por debajo del nivel natural del sustrato, y unida al tablero principal mediante cable AWG N°2 desnudo, a partir del cual se distribuirán el sistema de puesta a tierra hacia cada una de las salidas mediante cable AWG N°14 desnudo. En cuanto a los circuitos eléctricos tendrán uso convencional con tensión nominal de 120 V y 50hz- 60hz.

URBANIZACIÓN

1. Calles: Calles de 10.0 metros de ancho conformado con base hidráulica de 12 cm con material de banco de 2" a finos tendido por medios mecánicos.

2. Banquetas: Banquetas de 1.50 metros de ancho conformado de concreto realizado en sitio, con un peralte de 15 cm.

3. Electrificación: Cada lote tendrá su acometida eléctrica, con medidor de CFE ya instalado y funcionando.

4. Drenajes pluviales: El proyecto contara con pozos pluviales colocados estratégicamente en todo el desarrollo.

5. Red hidráulica: Cada lote podrá disponer con una salida de red hidráulica para uso del mismo lote.

6. Alumbrado público: El desarrollo contara con postes de alumbrado público, colocados

estratégicamente pata iluminar las calles de nuestro desarrollo.

7. Barda perimetral: El desarrollo contara con barda perimetral en el perímetro del desarrollo, no se entregarán bardas colindantes de cada lote.

8. Ubicación de lotes: Cada lote contara con sus mojoneras de delimitación.

9. Red Sanitaria: Cada lote contará con su sistema de tratamiento de aguas residuales (biodigestor) el cual se encargará de tratar el agua residual doméstica, para posteriormente verterla en un pozo de absorción.

2.2.6 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Debido a que el proyecto consiste en una lotificación de un desarrollo inmobiliario habitacional por lo que se hace indispensable mantener todas las instalaciones en buen estado durante todo el año, por lo que se realizarán revisiones periódicas del buen funcionamiento de los sistemas eléctrico e hidrosanitario y brindando a estos un mantenimiento periódico.

Mantenimiento general. Limpieza periódica del interior de la infraestructura. Actividades de mantenimiento de tipo preventivo o correctivo.

2.2.7 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

No se requerirán obras asociadas al proyecto.

2.2.8 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

El proyecto no contempla una etapa de abandono del sitio.

2.2.9 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

No se utilizarán ningún tipo de explosivos durante el desarrollo del proyecto.

2.2.10 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

En la siguiente tabla se encuentran los residuos y las emisiones que se generarán durante las etapas del proyecto

Tabla 5. Generación, manejo y disposición de residuos y emisiones.

ETAPA	RESIDUO O EMISIÓN GENERADO	MANEJO Y DISPOSICIÓN
PS, C	Los trabajadores generarán residuos fisiológicos.	Manejo: Se prevé la utilización de baños portátiles para la disposición de los residuos fisiológicos. Disposición: la empresa prestadora del servicio será la responsable de la disposición final de los residuos líquidos de las letrinas portátiles.
PS	Residuos vegetales producto de retiro de vegetación.	Manejo: los residuos serán acumulados y trozados. Disposición: se dispersarán por el área del proyecto para que estos se reintegren al suelo.
PS, C, OM	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión y ruido producto de vehículos y equipo.	Manejo: preventivo, uso de vehículos y equipo de combustión en buen estado. Disposición: Atmósfera, dispersión natural de los contaminantes.
PS, C	Los trabajadores generarán residuos sólidos no peligrosos.	Manejo: Se utilizarán botes de recolección de basura y se destinará una persona encargada de recolección de los sólidos para su traslado y almacenamiento. Disposición: sitio de disposición final más cercano.

PS: Preparación del Sitio; C: Construcción, OM: Operación y Mantenimiento.

2.2.11 INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

No se requiere infraestructura para el manejo y disposición de los residuos. Los residuos sólidos generados serán dispuestos en contenedores con tapa y trasladados diariamente al sitio de disposición final más cercano al proyecto. Se considera que el volumen de residuos sólidos será bajo.

En cuanto a los residuos fisiológicos, se contará con letrinas portátiles, cuyo manejo y disposición correrá a cargo de la empresa que se contrate. Cabe señalar que dichas letrinas únicamente permanecerán en el área del proyecto el tiempo que dure las etapas de Preparación y Construcción de la obra.

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES Y EN SU CASO CON LA REGULARIZACIÓN DEL USO DE SUELO.

5.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

EJE GENERAL 2 DESARROLLO CON BIENESTAR Y HUMANISMO

El Estado tiene la responsabilidad de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos sociales, siguiendo los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. Toda la población debe poder satisfacer sus necesidades básicas y tener garantizado el acceso a educación, salud, vivienda adecuada y al sistema financiero.

La promoción y protección de las lenguas y cultura de los pueblos originarios es una obligación del Estado mexicano y un primer paso hacia la reparación histórica de la discriminación que han vivido por siglos. Además, se promoverá una cultura de cuidado a la naturaleza y prohibir el maltrato animal y la destrucción del medio ambiente. México se propone ser potencia tecnológica y de innovación y contará con un programa tecnológico para el desarrollo nacional. El Estado Mexicano debe crear las condiciones necesarias para que cada persona pueda construir su felicidad, garantizando acceso a los recursos y oportunidades que promuevan una vida digna y bienestar integral.

Con la realización y evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental se pretende garantizar el bienestar tanto ambiental como económico, social y cultural.

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA 2024 – 2030

Con base en el marco conceptual para direccionar el desarrollo sostenible del estado en los próximos seis años, se orientaron los cuatro ejes rectores del PED a los Desca, además de plantear la interrelación de los cinco ejes transversales:

Ejes Rectores

• Yucatán con Economía Inclusiva. Busca que las personas puedan desarrollarse económicamente en cualquier actividad estratégica del estado y al mismo tiempo impulsar el desarrollo económico de Yucatán.

• Yucatán con Calidad de Vida y Bienestar Social. Prioriza la vida digna de la población del estado alcanzando la satisfacción de las necesidades básicas de los ciudadanos.

• Yucatán Cultural con Identidad para el Desarrollo. Busca garantizar que las personas y comunidades tengan acceso a la cultura para el disfrute de sus componentes en superficie condiciones de igualdad, dignidad humana y no discriminación.

• Yucatán Verde y Sustentable. Tiene como propósito la regulación de las actividades humanas respecto al uso, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales para

garantizar el goce colectivo a los bienes ambientales velando por su integridad natural y con ello promover el desarrollo económico sostenible.

Ejes Transversales

• Igualdad de Género, Oportunidades y No Discriminación. Busca el desarrollo igualitario en el bienestar de la población haciendo valer los derechos de los grupos en situación de vulnerabilidad, para abatir las brechas existentes.

• Innovación, Conocimiento y Tecnología. Pretende generar conocimiento en distintas áreas con el objetivo de impulsar los ejes sectoriales mediante el uso de la innovación y tecnología para mejorar la calidad de vida de las personas.

• Paz, Justicia y Gobernabilidad. Promueve sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir, a todos los niveles, instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.

Dentro de las acciones para el cumplimiento de los ejes rectores se encuentran los siguientes:

1. Yucatán con Economía Inclusiva

1.2 Competitividad e inversión extranjera

De acuerdo con el Índice de Competitividad Estatal del IMCO del año 2018 con datos 2016, Yucatán alcanzó 45.9 puntos lo que lo ubicó como la décimo cuarta entidad con mayor puntaje, esto representa un avance de seis posiciones desde 2006, año en el que ocupaba la vigésima posición con 40.2 puntos. La Inversión Extranjera Directa en Yucatán presentó una tasa de crecimiento de -7.1% al caer de 145.6 millones de dólares en 2008 a 69.4 millones de dólares en 2018. Este último dato ubicó a la entidad en la posición 31 y por debajo del promedio nacional de 987.6 millones de dólares.

Al respecto el proyecto plantea la inversión de $54,676,460.12 pesos, mismos que incrementarán este índice y generará una derrama económica directa en el Estado.

1.5 Capital humano generador de desarrollo y trabajo decente

Objetivo 1.5.1: Incrementar la calidad del empleo en Yucatán.

Estrategia 1.5.1.1. Promover la inclusión laboral productiva

Líneas de acción

1.5.1.1.1. Vincular los sectores público, privado, social y académico para mejorar el acceso laboral incluyente y productivo.

1.5.1.1.2. Fomentar el establecimiento de condiciones justas, equitativas y satisfactorias de trabajo en las empresas.

1.5.1.1.3. Promover los beneficios del sentido de identidad y pertenencia como consecuencia de mejores condiciones laborales.

1.5.1.1.4. Facilitar la inserción en el mercado laboral de todos los grupos sociales.

Al respecto el proyecto pretende generar un total de 15 empleos directos y muchos más empleos indirectos durante la etapa de construcción del proyecto. Se contratará mano de obra local de las comunidades cercanas lo que generará una derrama económica que beneficiará directamente a las comunidades cercanas. Las condiciones de trabajo serán de acuerdo con la normatividad aplicable y en condiciones justas, equitativas y satisfactorias para los trabajadores.

Estrategia 1.5.1.2. Impulsar la regularización de la seguridad social de la población trabajadora.

Líneas de acción

1.5.1.2.1. Promocionar los beneficios de la formalidad laboral entre la población trabajadora

1.5.1.2.2. Coadyuvar con el sector privado para que las empresas impulsen la seguridad social laboral.

1.5.1.2.3. Impulsar la coordinación efectiva entre los distintos órdenes de gobierno para mejorar los procesos de incorporación a la seguridad social.

La totalidad de las personas contratadas para la preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento serán regulares en términos de seguridad social.

2. Yucatán con calidad de vida y bienestar social.

2.3 Pueblos indígenas

Objetivo 2.3.1. Disminuir la pobreza y pobreza extrema en los pueblos indígenas de Yucatán.

Tal como se mencionó previamente el proyecto generará una derrama económica directa en las poblaciones aledañas mediante la contratación de mano de obra local, aunado a lo anterior se generará una derrama adicional, mediante empleos indirectos.

2.6 Seguridad social

Estrategia 2.6.1.1. Impulsar acciones dirigidas a la protección laboral y social de la población, que permitan llevar una vida digna.

Estrategia 2.6.1.2. Fortalecer esquemas que incrementen la cobertura y el acceso al sistema de seguridad social para la población en situación de pobreza.

Líneas de acción

2.6.1.2.1. Elaborar campañas de afiliación al sistema de salud, principalmente a la población que vive en comunidades indígenas.

La totalidad de las personas contratadas para el proyecto contarán con seguridad social de manera obligatoria.

4. Yucatán verde y sustentable

De acuerdo con el Subíndice Manejo Sustentable del Medio Ambiente que forma parte del Índice de Competitividad Estatal (ICE) 2018, Yucatán obtuvo una calificación de 34.8 puntos, por debajo del promedio nacional de 51.9, lo que ubicó a Yucatán en el lugar 31, y que representa un descenso de ocho posiciones con relación a 2010.

Con respecto a la conservación de los recursos naturales la entidad presentó un deficiente aprovechamiento de los recursos forestales al ocupar el lugar 31 en competitividad forestal y obtener una calificación de 27.4 puntos durante el periodo 2008-2016, cifra por debajo del promedio nacional de 43.3 puntos.

Asimismo, Yucatán ocupó el último lugar en volumen de aguas residuales tratadas, al tratar 0.1 litros por segundo por cada mil personas, cifra por debajo del promedio nacional de 1.1 litros por segundo por cada mil personas. Por otra parte 10% de las localidades de Yucatán tuvieron una disposición de 28.3% de los residuos, ubicando al estado por debajo de la media nacional y obteniendo el lugar 29 entre las entidades con mayor número de localidades.

El crecimiento económico va ligado de un aumento en el consumo de energía, en este sentido Yucatán se encuentra en el lugar 14 entre las entidades con mayor intensidad energética con 13.3 mega watts por hora por millón del PIB, por debajo del promedio nacional de 13.6 mega-watts hora por millón del PIB.

4.1 Conservación de los recursos renovables

Objetivo 4.1.1. Preservar los recursos naturales protegidos del Estado de Yucatán.

Estrategia 4.1.1.1. Fortalecer acciones para la conservación de las áreas naturales protegidas.

4.1.1.1.1. Considerar las áreas naturales protegidas en los programas de desarrollo urbano como instrumentos básicos del ordenamiento territorial.

4.1.1.1.3. Elaborar y dar seguimiento a programas de rehabilitación, reforestación y revegetación de los diversos ecosistemas presentes en las áreas naturales protegidas.

4.1.1.1.5. Promover el manejo sustentable de los recursos naturales endémicos que incrementen la reforestación.

4.1.1.1.6. Implementar acciones de conservación de la superficie con vegetación.

4.1.1.1.7. Realizar la vinculación con los tres órdenes de gobierno para implementar acciones de arborización con participación ciudadana en las áreas naturales protegidas.

El proyecto contempla un área de conservación del 12.15% de la superficie total del predio.

Estrategia 4.1.1.2. Impulsar acciones a favor de la protección y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Líneas de acción

4.1.1.2.8. Establecer programas de rescate y atención de especies en peligro de extinción que habitan en el estado.

El proyecto como medida de mitigación plantea la creación de un porcentaje de área de conservación del 12.15% de la superficie total del predio.

Se realizarán recorridos preliminares para la identificación de ejemplares susceptibles de ser rescatados y reubicados a las áreas de conservación del proyecto.

Objetivo 4.2.2. Mejorar la calidad del aire en Yucatán

Estrategia 4.2.2.2. Fomentar la gestión integral de la calidad del aire.

4.2.2.2.1. Identificar y monitorear las fuentes de emisiones contaminantes

4.2.2.2.6. Establecer mecanismos para el monitoreo de la calidad del aire prioritariamente en los municipios más afectados por la contaminación

La totalidad de los vehículos y maquinarias que se utilicen en el proyecto tendrán los mantenimientos adecuados, así como las verificaciones pertinentes, para garantizar que se minimice al máximo las emisiones a la atmosfera por fuentes móviles.

El proyecto no contempla fuentes fijas de generación de emisiones a la atmósfera que deban ser monitoreados.

4.3 Agua limpia y saneamiento

Objetivo 4.3.1. Mejorar el saneamiento de aguas residuales en Yucatán.

Estrategia 4.3.1.1. Fortalecer la cultura de reutilización de aguas residuales, para disminuir la demanda del agua.

Se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales en cada lote

4.4 Manejo integral de residuos.

Objetivo 4.4.1. Mejorar el manejo de los residuos en Yucatán.
Líneas de acción

Estrategia 4.4.1.1. Impulsar una cultura del adecuado manejo de residuos que disminuya los riesgos ambientales.

El proyecto generará en sus diferentes etapas del proyecto residuos sólidos urbanos y estos será tratados de acuerdo con la normatividad pertinente.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, estos serán recolectados por el municipio. Se implementarán botes de basura en las áreas de trabajo, que estarán rotulados y con tapa. Los residuos sólidos urbanos serán separados en orgánicos e inorgánicos.

3.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

3.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY)

El objetivo del POETY es regular e inducir el uso racional del suelo y del desarrollo de las actividades productivas para lograr la protección de medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento de los recursos naturales.

La aplicación y lineamientos actuales del ordenamiento ecológico como instrumento de planeación están establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y en su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico en este modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán, el sitio del proyecto se encuentra ubicado en la UGA 027 -APROV-CHI

En la siguiente figura se señala la ubicación del sitio con respecto al POETY:

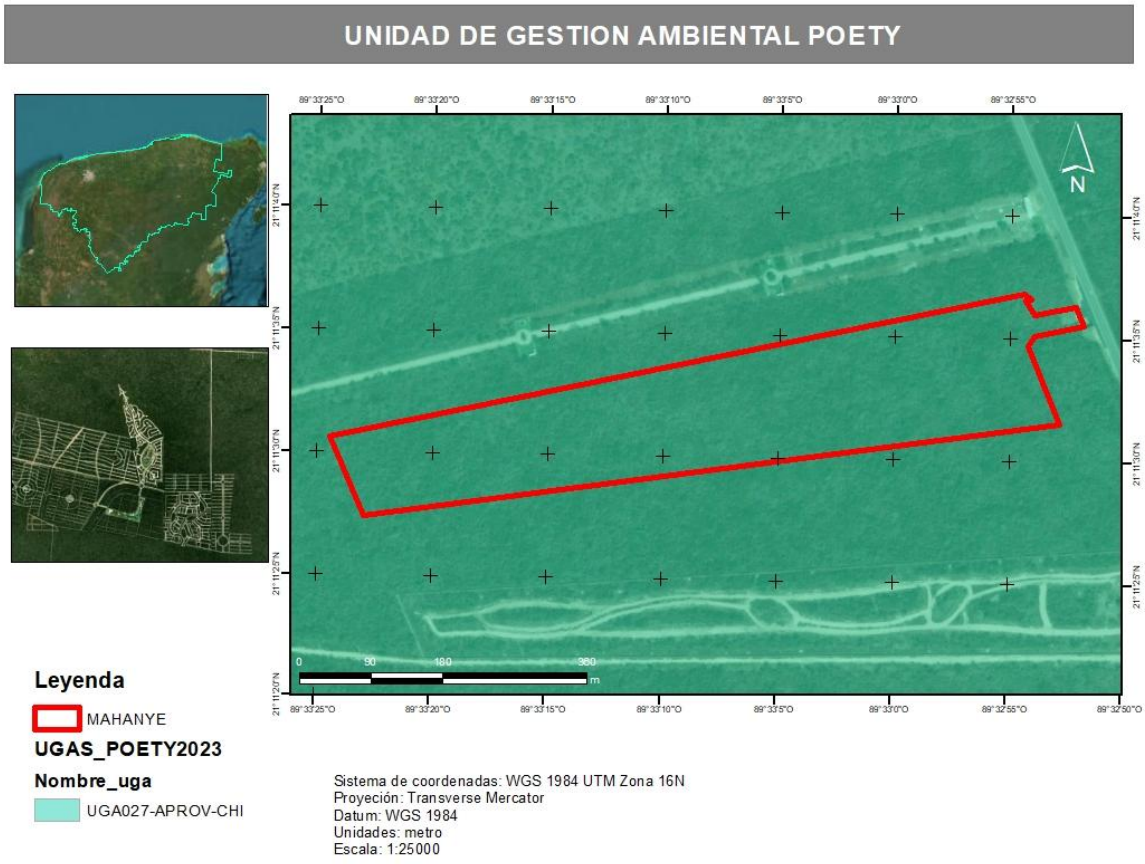


Figura 1 Localización del sitio del proyecto (poligonal en rojo) con respecto al POETY.

Tabla 1. Criterios generales POETY

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que 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.	En el sitio del proyecto se establecerá la instalación de un Sistema Bioelectrodepurado R AQX-600por cada lote vendible.
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.	El proyecto contempla la instalación de almacenes temporales para los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, estos residuos serán recolectados por empresas autorizadas, siendo el promovente responsable de esta contratación. En la etapa de operación, será responsabilidad de la administración la contratación de los servicios de recolección y se construirá un área destinada al almacén temporal de residuos para los habitantes.
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.	El proyecto contempla la contratación de empresas autorizadas para la recolección y disposición de los residuos de manejo especial que se generen durante la etapa de construcción.
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran 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,	La red de abastecimiento de agua para la lotificación Mahanye, será a partir de un pozo de extracción con previa autorización ante CONAGUA

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	el volumen de agua requerida en m3 al día. velocidades de extracción en L/s de cada pozo.	
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.	No aplica, toda vez que el proyecto no se encuentra en una zona cavernosa y no presenta oquedades.
6	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	El proyecto no se encuentra en una zona inundable.
7	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	El proyecto contempla obras de drenaje que permitan el flujo natural del agua.
8	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	El proyecto se llevará a cabo en un terreno forestal, por lo que se llevaran a cabo los estudios respectivos para ello, de igual manera, se contempla destinar un área de conservación.
9	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	En caso de que se realicen excavaciones en el predio, el material pétreo que resulte será utilizado para relleno de las mismas obras.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	constructivas.	
10	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	El terreno donde se llevará a cabo el proyecto es forestal
11	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.	El sitio del proyecto no cuenta con humedales.
12	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	El proyecto no realizara actividades de extracción de agua salobre del acuífero subterráneo.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
13	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	El sistema de tratamiento a utilizar es compatible con el tipo de suelo del proyecto, se contemplan los futuros mantenimientos que sean requeridos.
14	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: 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.	En el sitio del proyecto no se presentan cuevas ni otro tipo de formaciones geológicas.
15	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la	El proyecto contempla un área de conservación, en donde se pretende ubicar especies nativas.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.	

Tabla 2. Usos compatibles.

No	Actividad
1	Acuacultura de agua dulce
2	Acuacultura salobre
7	Energía eólica
12	Milpa maya
13	Minería no metálica
19	Turismo de naturaleza

Tabla 3. Usos condicionados.

No	Actividad
5	Apicultura
6	Asentamientos humanos
8	Energía fotovoltaica
9	Forestal
10	Industrial
11	Infraestructura
15	Pecuario avícola
18	Turismo convencional

Tabla 4. Vinculación con criterios generales asentamientos humanos.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o	El presente propone la utilización de sistemas Sistema Bioelectrodepurado R AQX-600por cada lote (Se anexa ficha técnica), asi como la renta de sanitarios

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	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.	portátiles
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.	El proyecto contempla la instalación de almacenes temporales para los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, estos residuos serán recolectados por empresas autorizadas, siendo el promovente responsable de esta contratación. En la etapa de operación, será responsabilidad de Los dueños la contratación de los servicios de recolección y se construirá un área destinada al almacén temporal de residuos para los habitantes.
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.	El proyecto contempla la contratación de empresas autorizadas para la recolección y disposición de los residuos de manejo especial que se generen durante la etapa de construcción.
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran 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.	La distribución de agua en el proyecto será a partir de un pozo previamente autorizado por CONAGUA.
5	Todo proyecto, obra o actividad deberá	No aplica, toda vez que el proyecto no se

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	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.	encuentra en una zona cavernosa y no presenta oquedades.
6	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	El proyecto no se encuentra en una zona inundable.
7	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	El proyecto contempla obras de drenaje que permitan el flujo natural del agua.
8	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	El proyecto destinara el 12.15% de área de conservación.
9	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.	En caso de que se realicen excavaciones en el predio, el material pétreo que resulte será utilizado para relleno de las mismas obras.
10	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	El sitio del proyecto donde se pretende desarrollar se considera forestal, por lo que se solicitará autorización de la autoridad competente.
11	Todo proyecto, obra o actividad que se	La realización de actividades del

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	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.	proyecto se llevará a cabo exclusivamente en las áreas autorizadas y sin realizar afectaciones en el cuerpo de agua presente en el sitio.
12	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	El proyecto no realizara actividades de extracción de agua salobre del acuífero subterráneo.
13	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	El sistema de tratamiento a utilizar es compatible con el tipo de suelo del proyecto por lo que se propone la utilización de sistemas de tratamiento de aguas residuales Bioelectrodepurado R AQX-600por cada lote (Se anexa ficha técnica), asi como la renta de sanitarios portátiles Se contemplan los futuros mantenimientos que sean requeridos.
14	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición.	El proyecto se encuentra en una zona de crecimiento sustentable y contara con un área de conservación para mitigar efectos causados por eventos climáticos, además se reforestarán con especies nativas con el propósito de cuidar la diversidad. Se contará con áreas permeables.

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
	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.	
15	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas desmontadas o degradadas.	El proyecto contempla el 12.15% de área de conservación.

3.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO 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 los recursos naturales.

Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y 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 acciones de 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.

Este Ordenamiento fue actualizado y modificado por medio del decreto 160/2014 publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán el jueves 20 de marzo de 2014.

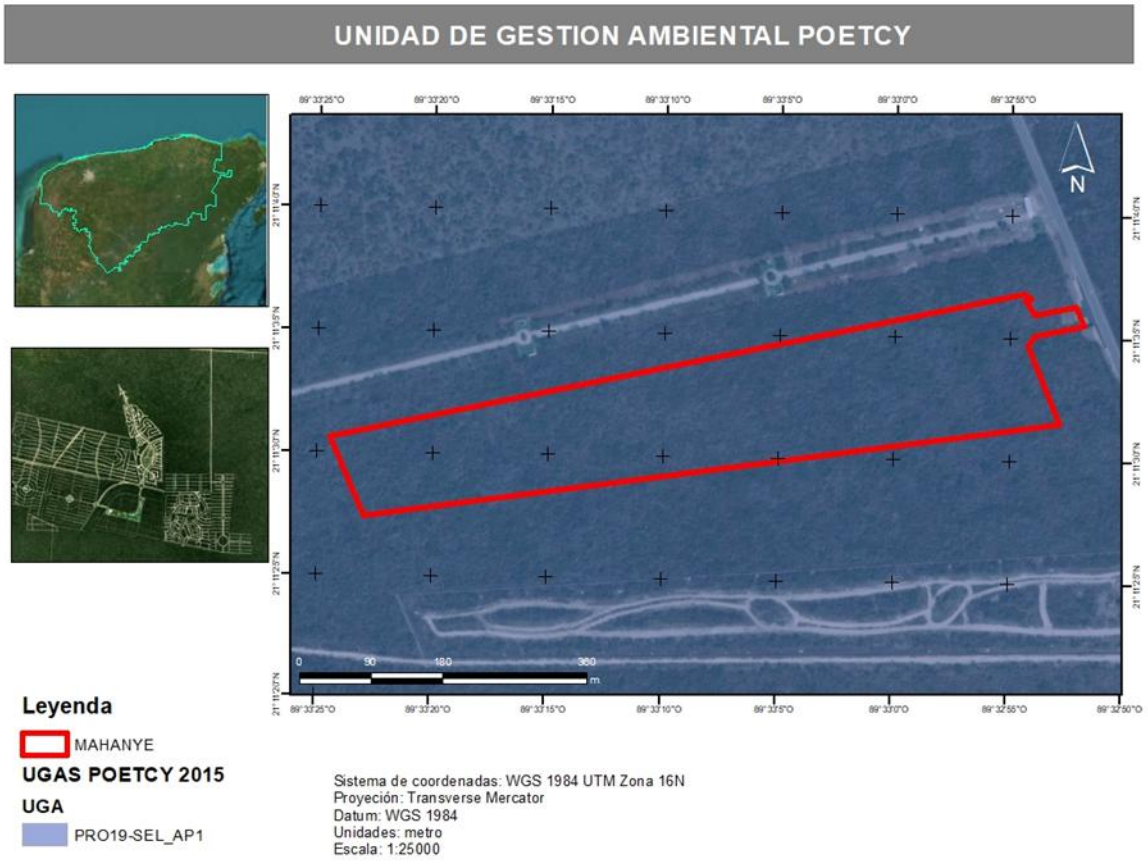


Figura 2. Localización del sitio del proyecto (poligonal en rojo) con respecto al POETCY.

Tabla 5.Usos actuales de UGA PRO19-SEL-AP1.

Clave	Actividades y usos de suelo
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3	Apicultura.
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de roneo.
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.

Tabla 6. Usos compatibles de UGA PRO19-SEL-AP1.

Clave	Actividades y usos de suelo
1	Área para el cuidado y preservación de las condiciones naturales protegidas.
2	Aprovechamiento doméstico de flora y fauna.
3	Apicultura.
4	Unidades de manejo de vida silvestre y aprovechamiento cinegético.
6	Acuacultura artesanal o extensiva.
7	Acuacultura industrial o intensiva.
8	Agricultura tradicional (milpa) y ganadería de roneo.
9	Agricultura de plantaciones perennes (henequén, coco, frutales).
10	Agricultura semiintensiva (horticultura, floricultura, pastos de ornato).
12	Ganadería estabulada tipo granja (bovinos, porcinos, aves).
16	Extracción artesanal de piedra o sascab sin uso de maquinaria o explosivos.
18	Industrial no contaminante del manto freático y de bajo consumo de agua.
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, vivienda multifamiliar y servicios ambientalmente 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.
26	Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.
28	Aprovechamiento forestal maderable y no maderable.
29	Industria eoloeléctrica.

Tabla 7. Vinculación con los criterios de regulación ecológica de acuerdo a la Unidad de Gestión Ambiental.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación
6	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 5 l/s con pozos ubicados a distancias definidas en las autorizaciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. Este criterio podría incrementarse hasta 15 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, en los términos de lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.	El proyecto se apegará a los criterios de regulación establecidos.
8	No se podrán establecer áreas de desarrollo de infraestructura en una colindancia menor de 100 m con respecto al límite de la sabana, con el fin de mantener intactas las condiciones naturales de los ecosistemas.	No se realizarán actividades ni afectaciones en la zona de influencia.
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.	El proyecto se desarrollará en una zona que el Ordenamiento ha establecido como de Aprovechamiento.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación
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.	El proyecto se encuentra desplantado una altura promedio de 2.20 metros sobre el nivel del terreno, con el afán de permitir el paso de flora y fauna libre en el terreno. Asimismo, el proyecto no tendrá delimitaciones que afecten el libre tránsito de fauna silvestre,
13	El uso recreativo de cavernas, cenotes y manantiales requerirá para su funcionamiento de una manifestación de impacto ambiental.	El proyecto consiste en una lotificación
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, se presenta dicho Programa como uno de los Anexos de la MIA.
27	Se considera compatible con el ecosistema, la instalación de infraestructura para pernocta de turismo de bajo impacto, siempre y cuando se construya sobre pilotes de madera que permitan el flujo hidrológico y el paso de la fauna silvestre, los cuales solo podrán ser construidos con materiales biodegradables. Estos proyectos deberán considerar la inclusión de sistemas de tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos sólidos, así como sistemas de energía alternativa.	Se realizará la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales Bioelectrodepurado R AQX-600 para cada lote.
28	Dada la baja aptitud de los suelos para actividades agropecuarias, se deben incorporar prácticas agroecológicas, silvopastoriles o agroforestales que permitan evitar la erosión de los suelos y mantener su fertilidad, fomentar el uso de composta o mejoradores orgánicos de suelo, racionalizar el uso de agua y la aplicación de agroquímicos. Se privilegian aquellas actividades que favorezcan la producción orgánica. Se recomienda la adopción de prácticas de roza, tumba y reincorpora que promueve la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. La actividad porcícola no está permitida dada la vulnerabilidad del territorio a la contaminación y a la falta de suelos adecuados para tal fin. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos). Toda actividad	En el sitio del proyecto no se realizarán actividades agropecuarias.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación
	forestal deberá someterse a evaluación de impacto ambiental y contar con programa de manejo autorizado.	
29	Esta zona se considera apta para el desarrollo de actividades recreativas, tales como prácticas de campismo, ciclismo, rutas interpretativas, observación de fauna y paseos fotográficos, lo cual puede implicar la necesidad de instalación de infraestructura de apoyo tales como senderos de interpretación de la naturaleza, miradores y torres para observación de aves.	No se realizarán actividades relacionadas a turismo recreativo, ya que el proyecto consiste en una lotificación.
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 se realizará ningún tipo de actividad relacionada a ello en el sitio del proyecto. Esta estrictamente prohibida la extracción de ejemplares de flora y fauna silvestre.
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.	El proyecto no contempla la apertura de nuevos caminos
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.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación
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 se realizará el aprovechamiento de especies silvestres, dado que la naturaleza del proyecto consiste en una lotificación.
43	Esta zona se considera apta para el pastoreo abierto de bovinos y ovinos sobre la vegetación natural; actividades turísticas de bajo impacto y la extracción artesanal de piedra superficial, sin introducir maquinaría de perforación para evitar afectación al acuitardo (capa impermeable que confina y somete a presión al acuífero). Se restringen la ganadería extensiva en potreros con pastizales inducidos, la agricultura y la acuacultura. En el caso de las áreas naturales protegidas, este criterio se aplicará de acuerdo con lo establecido en los programas de manejo. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	No aplica, dada la naturaleza del proyecto este consiste en una lotificación.
45	En los casos que a la fecha de la expedición de este ordenamiento existieran ranchos con ganadería bovina extensiva, y dado que estos terrenos no son aptos para esta actividad, se recomienda que se realice en parcelas rotativas con desmontes temporales y manteniendo franjas de vegetación nativa, o mediante el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forrajeras. Asimismo, se recomienda la adopción de prácticas de ganadería diversificada. No se permite el cultivo de organismos genéticamente modificados (transgénicos).	No se realizarán actividades de cultivo en el sitio del proyecto.
46	Esta zona es apta para la extracción artesanal de piedra sin uso de maquinaria de excavación ni explosivos. No se permite la extracción industrial de material pétreo excepto en los casos en que a la expedición de este ordenamiento estén funcionando y que serán sometidos a confinamiento en términos de la superficie proyectada de aprovechamiento y deberán presentar estudios geohidrológicos detallados y modelaciones matemáticas que permitan evaluar y monitorear su impacto en el acuífero y acuitardo por el tiempo proyectado de aprovechamiento. En el caso	No se realizará la extracción de material pétreo en el sitio del proyecto, el proyecto consiste en una lotificación.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación
	de bancos de préstamo para el mantenimiento de carreteras las obras proyectadas serán sometidas a evaluación de impacto ambiental.	
52	El aprovechamiento cinegético estará supeditado a las autorizaciones y permisos de la autoridad competente, respetando los calendarios, las vedas y las unidades de manejo ambientales definidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Se deberán respetar las áreas de restricción establecidas en las localidades de Uaymitún, Telchac Puerto y San Crisanto según el programa vigente de aprovechamiento cinegético de aves acuáticas.	No se realizarán actividades cinegéticas en el sitio del 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.	Se realizará la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales Bioelectrodepurado R AQX-600 para cada lote.
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.	Se realizará la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales Bioelectrodepurado R AQX-600 para cada lote.
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 dada la naturaleza del proyecto.
60	Dada la vulnerabilidad del territorio, se restringe la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos.	El proyecto no contempla la disposición final de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, tóxicos, peligrosos y biológico-infecciosos. Los residuos generados en las etapas del proyecto serán recolectados y trasladados a su sitio de disposición final por parte de una empresa autorizada.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación
62	No se permite el establecimiento de sitios de disposición final de residuos sólidos o líquidos en entradas de cuevas o grutas o en la ribera de cenotes, ni en las inmediaciones de estas, a distancias menores de 100m.	La disposición de residuos se hará de acuerdo a lo establecido por la Ley. El predio no colinda con cuerpos de agua.
65	Para el desarrollo de la industria eléctrica fotovoltaica y eólica, se deberá presentar un estudio de impacto ambiental, y particularmente el segundo requerirá de estudios detallados del sitio sobre geología, hidrogeología (con modelación matemática incluyendo cuña marina e interfase salina), topografía, geofísica y geotécnia, así como evaluación de cuando menos un año sobre las poblaciones de felinos, quirópteros, aves y rutas migratorias a 50 km a la redonda. De igual forma realizará evaluaciones sobre ruido e impacto visual. Este tipo de actividad se realizará preferentemente en terrenos agropecuarios. Todo cambio de uso de suelo forestal deberá justificarse plenamente.	Dada la naturaleza del proyecto, esto no aplica, ya que se trata de una lotificación.

3.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El proyecto no se encuentra dentro de alguna RESERVA

3.4 INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLES

3.4.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

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. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o	SE CUMPLE La presentación de este documento representa el compromiso del proyecto para cumplir con lo dispuesto en esta norma jurídica.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; XI.- Obras o actividades en áreas de Cambio de Uso de Suelo CUS	
ARTÍCULO 29.- Los efectos negativos que sobre el ambiente, los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre y demás recursos a que se refiere esta Ley, pudieran causar las obras o actividades de competencia federal que no requieran someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental a que se refiere la presente sección, estarán sujetas en lo conducente a las disposiciones de la misma, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, la legislación sobre recursos naturales que resulte aplicable, así como a través de los permisos, licencias, autorizaciones y concesiones que conforme a dicha normatividad se requiera.	SE CUMPLE El capítulo que en este acto se somete a revisión de la autoridad contiene la vinculación con los ordenamientos jurídicos en materia ambiental y demás disposiciones estatales y locales aplicables.
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	SE CUMPLE Se cumple con dicho artículo, con la presentación de la presente MIA, en la cual se describe el proyecto, los impactos ambientales a generar y las medidas de mitigación y compensación a adoptar
ARTICULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías	SE CUMPLE Al respecto se anexa carta protesta de decir la verdad y de utilizar las mejores técnicas y métodos para la realización de la presente manifestación de impacto ambiental.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.	
ARTICULO BIS 3.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra; se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento. Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.	SE CUMPLE Para dar cumplimiento con los artículos anteriores se somete a evaluación el presente documento.
ARTÍCULO 79.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; VIII.- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.	SE CUMPLE Durante las etapas del proyecto, en especial durante la preparación del sitio y la construcción, se fomentará el trato digno hacia los animales.
ARTÍCULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.	SE CUMPLE El proyecto cumple con la vocación natural del suelo y mediante el cumplimiento de los Ordenamientos se garantiza que el proyecto no alterará el equilibrio en el ecosistema.
ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:	SE CUMPLE Con el objeto de mantener las emisiones

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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.	contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041 y la NOM-045, la maquinaria y vehículos empleados contarán con mantenimiento periódico que garanticen su correcto funcionamiento.
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 descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.	SE CUMPLE Se prevendrá en todo momento la contaminación del agua, con la correcta aplicación de medidas de prevención y mitigación.
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: I. La contaminación del suelo; II. 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 No se llevará a cabo la disposición final de residuos dentro del sitio del proyecto. Los residuos serán enviados al sitio de disposición municipal.
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.	SE CUMPLE No se prevé la generación de ruido que supere los niveles máximos permitidos en la norma NOM-080- SEMARNAT-2001, sin embargo, se llevarán a cabo las medidas preventivas necesarias para cumplir con el presente artículo, dichas medidas se encuentran en el capítulo 6 de este documento.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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.	

3.4.2 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios. S) OBRAS EN SITIOS DE CAMBIO DE USO DE SUELO CUS.	SE CUMPLE Se requiere de la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental toda vez que El proyecto denominado Mahanye consiste en una lotificación. Con base en lo anterior se presenta a evaluación la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

3.4.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN A LA ATMOSFERA

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto

Artículo 13. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y II. 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 Se cumple con lo establecido ya que se tienen contempladas medidas preventivas para la emisión de contaminantes a la atmosfera, entre las que se mencionan proporcionar mantenimiento periódico a vehículos y maquinaria, así como humedecer las áreas de trabajo y transitar a baja velocidad para evitar la incorporación de partículas a la atmosfera. La realización del proyecto no compromete la calidad del aire de la zona. Los impactos producidos serán temporales y el sistema se auto recuperará naturalmente.

3.4.4 REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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.	SE CUMPLE Como medida preventiva se utilizarán vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos, por lo que no se espera que se generen niveles de ruidos superiores a los permisibles. Sin embargo, se considera el presente artículo ya que en caso de ser necesario se tomarán las medidas pertinentes como paro de labores y retiro de la maquinaria defectuosa para su reparación fuera del sitio de trabajo, proporcionar equipo de protección auditiva a los empleados o replantear horarios de trabajo para evitar afectaciones a terceros.

3.4.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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	SE CUMPLE Se fomentará la separación de basura en orgánicos e inorgánicos antes de ser enviados al sitio de disposición municipal o algún otro sitio de disposición final autorizado.

los ordenamientos legales aplicables.	
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;	SE CUMPLE Los residuos de construcción serán trasladados al sitio de disposición municipal o algún otro sitio autorizado.

3.4.6 LEY DE AGUAS NACIONALES

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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	SE CUMPLE No se llevará a cabo la disposición de basura o cualquier otro residuo en cuerpos receptores y zonas federales.

3.4.7 REGLAMENTO DE LEY DE AGUAS NACIONALES

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto

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.	SE CUMPLE Debido a que, durante la construcción se consumirá agua, por lo que también se generará agua residual, por lo tanto, para evitar la contaminación del agua se instalarán sanitarios portátiles cuyo manejo será responsabilidad de una empresa autorizada y sistemas de tratamiento de aguas residuales.
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…	CUMPLE En todo momento se evitará la contaminación del agua durante la etapa de construcción y de operación mediante la instalación de contenedores con tapa para depositar basura la cual será recolectada periódicamente y trasladada al basurero municipal. No se depositarán residuos de ningún tipo en el agua.

3.4.8 LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

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, con la periodicidad y con las condiciones que el Ejecutivo del Estado establezca.	SE CUMPLE Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.
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…	SE CUMPLE Como se mencionó anteriormente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán botes de basura y sanitarios portátiles para evitar la contaminación del sitio.

3.4.9 REGLAMENTO DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

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 Todos los vehículos utilizados 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.	SE CUMPLE Todos los vehículos utilizados 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 federativas.	SE CUMPLE Todos los vehículos utilizados se encontrarán en buen estado y con sus servicios pertinentes para controlar las emisiones contaminantes.

3.4.10 REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO DE LA SECRETARÍA DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

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 pertinentes…, a fin de prevenir… accidentes en el uso de maquinaria, equipo, instrumentos y materiales …enfermedades…	SE CUMPLE En contratista encargado de la obra proporcionará de los elementos de seguridad laboral que sean necesarios.
Artículo 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo deberán identificarse, clasificarse,	SE CUMPLE Se realizará el depósito de basura en botes

manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.	contenedores y se fomentará su separación previo envío al sitio de disposición final autorizada, ya sea por parte del promovente o por una empresa contratada para realizar el servicio.
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 contratista será el encargado de proporcionar personal capacitado

3.4.11 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

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.	Durante la construcción y operación se utilizarán sanitarios portátiles cuyo manejo será responsabilidad de una empresa especializada. Para la etapa de operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.
NOM- 022- SEMARNAT-2003.	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. D.O.F. 2003.	Se anexa vinculación específicamente con esta NOM
EMISIONES A LA ATMOSFERA		
Norma Oficial Mexicana	**Rubro**	**Vinculación con el proyecto**
NOM-041-SEMARNAT-2015.	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 los vehículos observando que cumplan con sus mantenimientos preventivos.
NOM-045-SEMARNAT-2017.	Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo	Se controlarán estas emisiones, mediante mantenimientos periódicos

	proveniente del escape de vehículos automotores que usen diésel o mezclas que incluyen diésel como combustible.	de los vehículos.
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 estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	No se planea realizar ningún tipo de mantenimiento de los vehículos involucrados 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 mantendrá un control de los mantenimientos de los vehículos utilizados en el proyecto.
FLORA Y FAUNA		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	. Durante las etapas del proyecto, en especial durante la preparación del sitio y la construcción, se fomentará el trato digno hacia los animales.
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 mantendrá una bitácora de los mantenimientos de los vehículos involucrados en el proyecto.
SEGURIDAD LABORAL		
Norma Oficial Mexicana	Rubro	Vinculación con el proyecto
NOM-001-STPS-2008.	Edificios, locales instalaciones y áreas de los centros de trabajo Condiciones de seguridad e higiene.	Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de esto servicios 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.	Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos servicios para prevenir accidentes durante la obra.
NOM-006-STPS-2014.	Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad	No se construirán almacenes temporales para el material. No se plantea el 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.	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 al personal cuando sus actividades así lo requieran.

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

4.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Se delimitó el Sistema Ambiental respecto a la poligonal de la UGA PRO19-SEL-AP1 del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), de acuerdo con la ubicación del predio donde se pretende desarrollar el proyecto.

Esta decisión responde a los siguientes criterios:

1. Criterio normativo: El POETCY es el instrumento rector de la política ambiental y territorial en la zona costera de Yucatán, reconocido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. La delimitación de UGAs constituye la unidad básica de planeación ambiental, por lo que utilizarlas garantiza congruencia con el marco legal y los objetivos del ordenamiento.
2. Criterio ecológico-funcional: La UGA integra en una sola unidad los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos que caracterizan la región donde se ubica el proyecto. Esto permite analizar las interacciones y posibles impactos del proyecto dentro de un mismo sistema ambiental, en lugar de hacerlo sobre límites administrativos o arbitrarios.
3. Criterio de gestión y planeación territorial: La delimitación por UGA asegura que el análisis del proyecto se lleve a cabo bajo los lineamientos específicos, políticas ambientales, criterios de regulación ecológica y usos de suelo permitidos que el POETCY asigna a dicha unidad. Esto fortalece la vinculación del proyecto con las disposiciones de ordenamiento ecológico vigentes y con los objetivos de desarrollo sustentable de la región.

En este sentido, la selección de la UGA completa como delimitación del sistema ambiental es adecuada porque:

- Proporciona un marco espacial congruente con los instrumentos de planeación ambiental aplicables.
- Facilita la identificación de impactos y su manejo dentro de un contexto territorial reconocido oficialmente.
- Permite la comparación de las acciones del proyecto con las políticas y lineamientos establecidos para dicha UGA, asegurando así la compatibilidad ambiental del mismo

La UGA PRO19-SEL-AP1 se localiza en el municipio de Chicxulub pueblo. En la figura 1 que se presenta a continuación se puede observar el polígono del sitio del proyecto dentro de la UGA correspondiente.

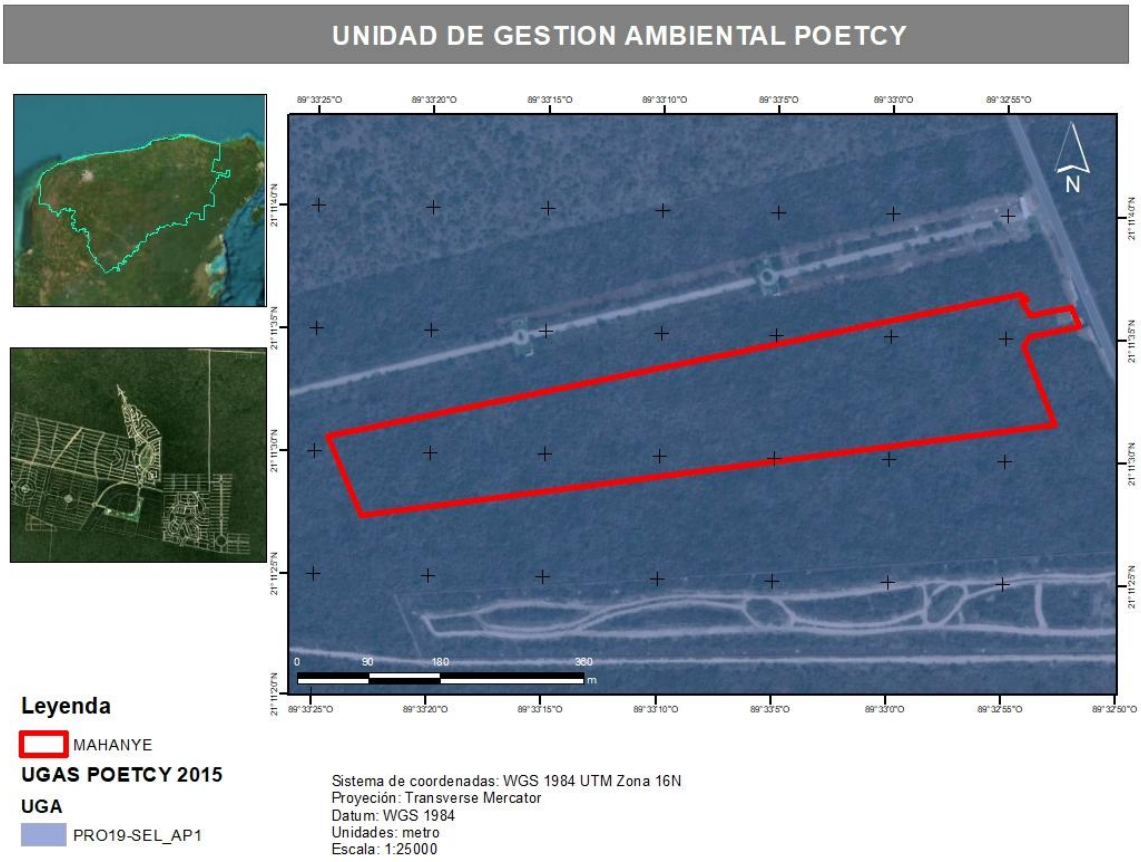


Figura 1. Ubicación del sitio del proyecto dentro de la UGA PRO19-SEL-AP1.

A continuación, se describen detalladamente algunos aspectos como su Clima, Vientos, Geología, Hidrología Superficial y Subterránea, así como Suelos y Vegetación con base en este Sistema.

4.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

4.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

Clima

La franja costera del norte de Yucatán es, términos generales, árida; dicha franja abarca el Sistema Ambiental UGA PRO19-SEL-AP1 que se describe a continuación.

Las condiciones climáticas de la zona de estudio, en dirección noroeste-sureste son cada vez menos secas y más húmedas, de tal forma que el clima cálido con lluvias irregulares en el año, es decir, el más seco de los semiáridos, se localiza en las inmediaciones, desde

el este de Sisal hasta el norte de Dzilam. Rodeando a esta zona se presenta el clima semiárido cálido con lluvias en verano, que abarca una franja desde Celestún al oeste de Dzilam de Bravo.

La climatología de la zona corresponde a una región de tipo seco B. De acuerdo con la clasificación de Koppen modificada por García (2004) corresponde a un clima Awo (i’) g. El cual se describe como un clima cálido, más seco de los subhúmedos con lluvias en verano y porcentaje regular a bajo de lluvia invernal, con poca oscilación térmica y máximo de temperatura antes del solsticio de verano. Es el clima que ocupa la porción occidental del estado y en el que originalmente se distribuyó la selva más seca de la bajacaducifolia.

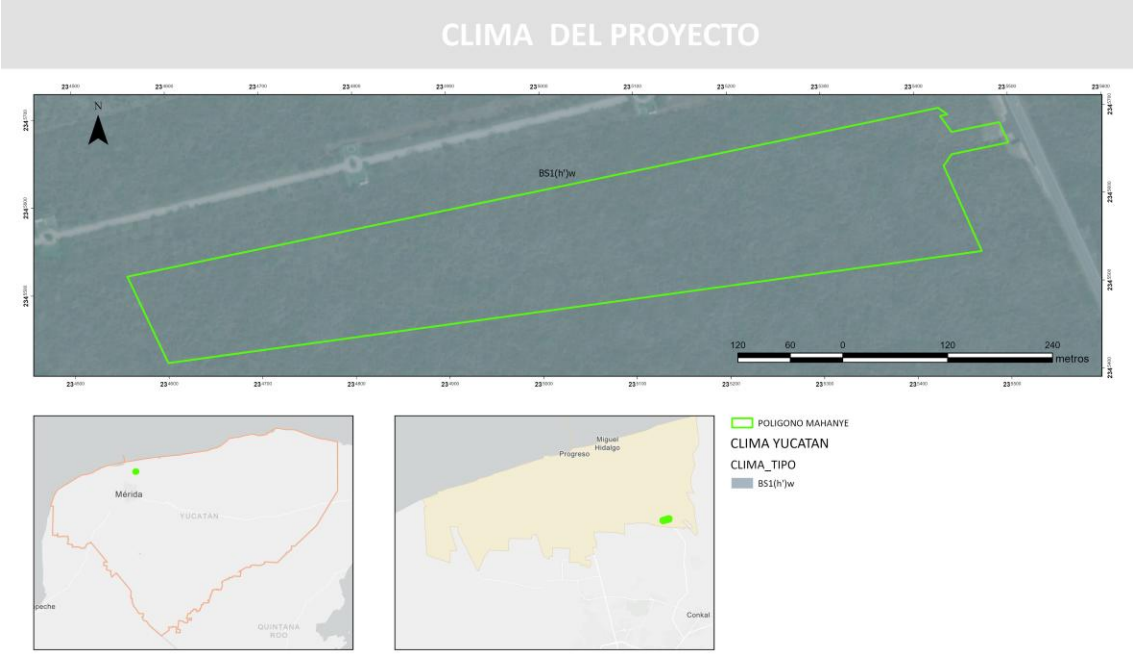


Figura 2. Tipo de clima del Sistema Ambiental.

Eventos Climáticos Extremos (Huracanes)

De acuerdo con la velocidad de sus vientos, los eventos climáticos extremos en Yucatán se clasifican de menor a mayor en tres categorías: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. Estos fenómenos se producen en el Atlántico oriental (Cabo Verde), en el Mar de las Antillas y con menor frecuencia en la Sonda de Campeche. 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. A pesar de que los datos sobre la cantidad y probabilidad de huracanes (1900-2005) muestran que la costa de Yucatán es la zona de máxima ocurrencia, los efectos

destructores pueden reflejarse en todo el estado a través de la acumulación excesiva de agua de lluvia en un corto periodo de tiempo. Un claro ejemplo es la tormenta tropical Cristóbal que en verano de 2020 ocasionó severas y prolongadas inundaciones a causa de la saturación del nivel de agua del manto freático en gran parte del estado, lo cual se tradujo en pérdidas del 85% de los cultivos del estado. 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, Wilma en 2005 y Cristóbal (tormenta tropical) en 2020.

Se realizó un depurado de la base de datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) analizando datos desde 1895 a la fecha.

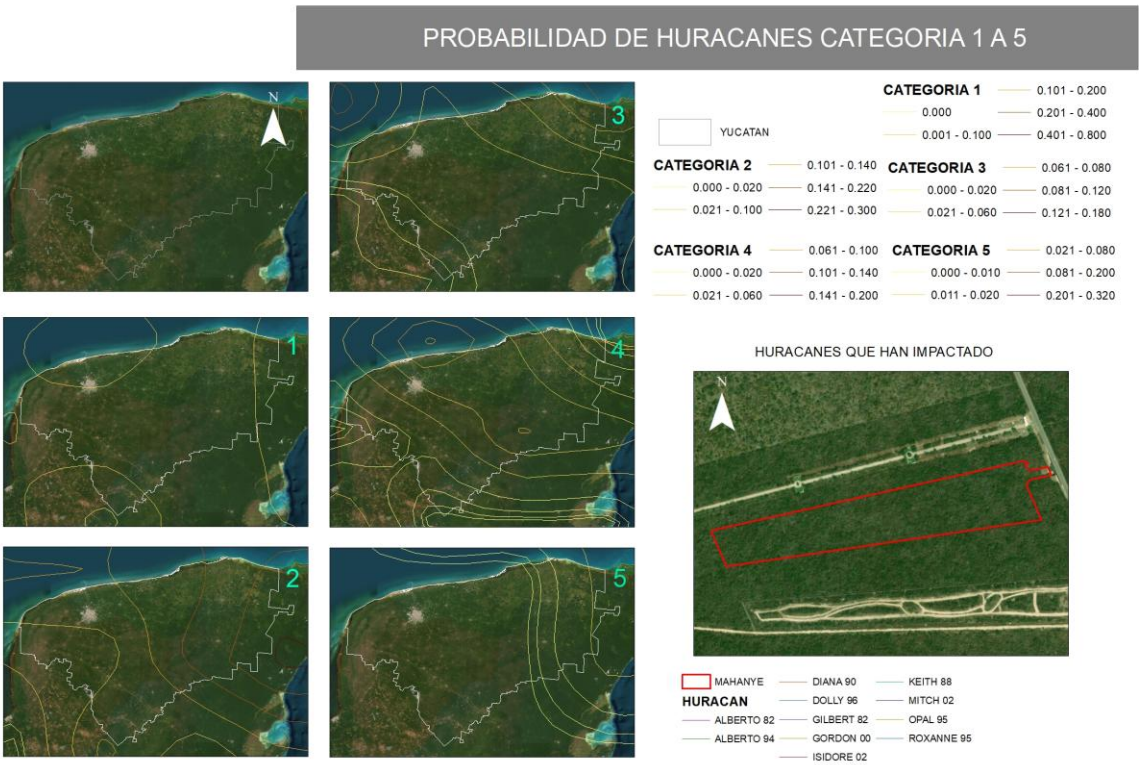


Figura 3. Probabilidad de Fenómenos atmosféricos registrados en un radio de 25 km del sitio del proyecto (Dato generado a partir de NOAA).

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 2000 al 2025, según el Sistema Meteorológico Nacional.

Tabla 1. Listado de Huracanes que afectaron al Estado de Yucatán de 2000 al 2025. Fuente: SMN y NOAA

NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA / COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS (península)	PERIODO (inicio – fin)	VIENTOS MÁX. SOSTENIDOS (kt → km/h)
Isidore (2002)	Cat 3 (en su pico antes/altura de impacto sobre Yucatán)	Landfall cerca de Puerto Telchac / norte de Yucatán	Yucatán (principal), afectó zonas del norte de la península.	14 Sep – 27 Sep 2002.	110 kt → 204 km/h.
Emily (2005)	Cat 4 al cruzar la península (impactó como Cat 4 en Cozumel/Quintana Roo)	Landfall en Coastal Quintana Roo — cercanías de Tulum / Cozumel	Quintana Roo, Yucatán (afectaciones en ambas).	11 Jul – 21 Jul 2005.	140 kt → 259 km/h.
Wilma (2005)	Cat 4 (en la península; tocó Cozumel / Puerto Morelos como gran huracán)	Landfall en Cozumel y luego NE de Yucatán (Puerto Morelos)	Quintana Roo, Yucatán (fuertes daños en Quintana Roo).	15 Oct – 27 Oct 2005.	160 kt → 296 km/h.
Dean (2007)	Cat 5 (al tocar tierra cerca de Majahual)	Landfall cerca de Majahual, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán (grandes daños en Costa Maya)	13 Aug – 24 Aug 2007.	150 kt → 278 km/h.
Gamma (2020)	Cat 1 (post-análisis encontró intensidad cercana a huracán al tocar Tulum)	Landfall cerca de Tulum, Quintana Roo	Quintana Roo, Yucatán (lluvias e inundaciones en norte de la península)	2 Oct – 6 Oct 2020.	65 kt → 120 km/h.
Zeta (2020)	Cat 1 (hizo landfall en la península	Landfall cerca de Ciudad Chemuyil / Playa del	Quintana Roo, Yucatán (vientos y	24 Oct – 30 Oct 2020.	85 kt → 157 km/h.

NOMBRE	CATEGORÍA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA / COSTA MÁS CERCANA	ESTADOS AFECTADOS (península)	PERIODO (inicio – fin)	VIENTOS MÁX. SOSTENIDOS (kt → km/h)
	antes de continuar hacia EUA)	Carmen (Quintana Roo)	lluvias sobre la península).		
Delta (2020)	Cat 2 (hizo landfall en la península durante su trayectoria)	Landfall justo al este de la península (costa norte de Q.R./Yucatán según trayectoria)	Quintana Roo, Yucatán (impactos en la península en su primer landfall).	4 Oct – 10 Oct 2020.	100 kt → 185 km/h.
Beryl (2024)	Cat 2 al tocar tierra en México (post-análisis: impacto sobre Riviera Maya/sector Tulum–Playa del Carmen)	Landfall cerca de Tulum / Chemuyil (Quintana Roo); trayectoria sobre Caribe y posterior llegada a Texas	Quintana Roo, Yucatán (afectaciones en Riviera Maya y norte de península)	28 Jun – 9 Jul 2024 (episodio principal: 30 Jun–5 Jul).	80 kt → 148 km/h (landfall en México ~80 kt).

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.

La figura 4 muestra un mapa elaborado por el Servicio Geológico Mexicano (2012-2018) sobre la intensidad de los vientos en temporada de huracanes en el estado de Yucatán. Las flechas que se observan en la figura están regidas por el área de acción de los vientos

que se mueven dentro del radio de acción (sensibilidad) y por lo tanto indican de donde sopla el viento y por donde se podría conectar con otros flujos en corredores de vientos que podrían potencialmente transportar o alimentar algún fenómeno natural.

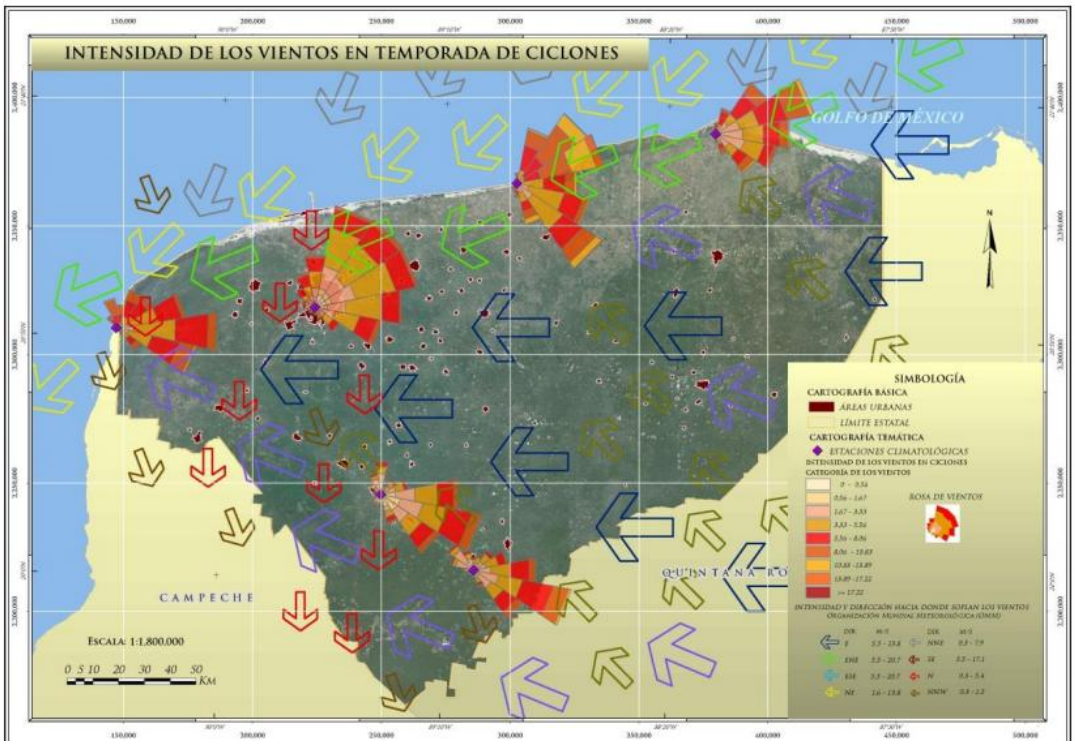


Figura 4. Flujo vectorial (predominante) del viento en temporada de ciclones.

A fines del otoño y principios del invierno el componente principal de los vientos se invierte y las masas de aire frío del norte o nortes adquieren mayor influencia. 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 marzo, 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 es una gran plataforma calcárea que tiene su origen en los arrecifes coralinos y sedimentos marinos de los periodos terciario y cuaternario de la era Cenozoica que, al exponerse a la superficie, formaron la roca caliza. La edad aproximada del paisaje

kárstico del estado es de 63 millones de años. Los otros dos estados que componen a la Península de Yucatán tienen las mismas características geológicas.

La gran plataforma calcárea se compone de tres estratos: la roca consolidada, el saskab (calizas blandas) y la coquina. La roca sedimentaria cubre 95.8% del territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6% y 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. De esta manera, el sitio del proyecto y su área de influencia cumplen con tales características geológicas. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

El Sistema Ambiental corresponde a un ambiente de transición entre el sistema terrestre y el marino; el primero constituido por la plataforma carbonatada en donde dominan los procesos de disolución de la roca caliza, el transporte y la acumulación de materia orgánica y mineral. El sistema marino está determinado por la acción de las olas, las corrientes y el transporte de materiales, que permite la acumulación y la erosión del litoral.

La morfología de la zona costera es por naturaleza dinámica, debido a la frecuencia y a la intensidad de los procesos que la modifican. Los fenómenos ocurren de manera natural, sin embargo, también han sido inducidos por las acciones antrópicas.

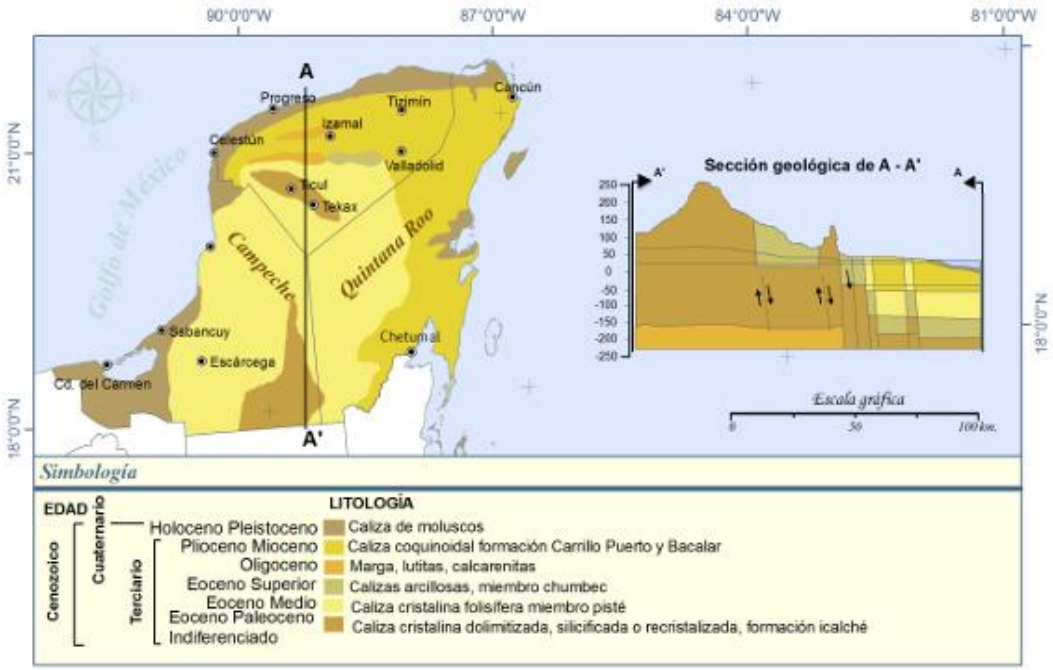


Figura 5. Geología de la Península de Yucatán

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, tal como se observa en la figura 5. 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 brusc0amente 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.

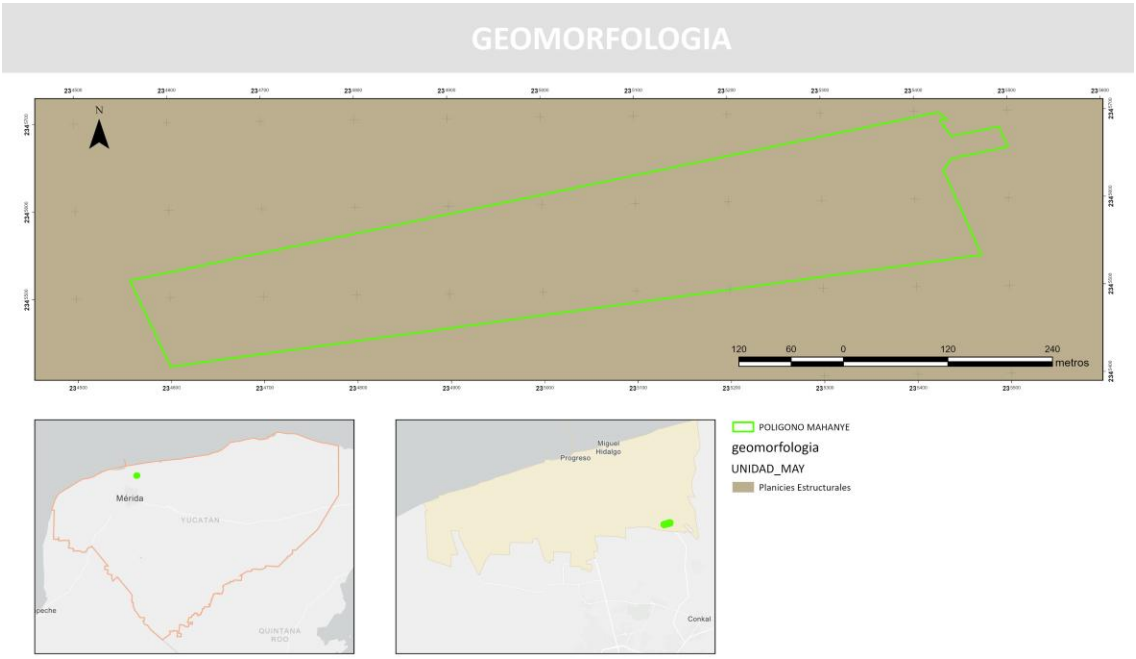


Figura 6. Geomorfología.

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.

Fisiografía

Con base en el conocimiento sobre los suelos de la Península de Yucatán, podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos sin grandes accidentes geográficos y de formación reciente. Miranda (1958) los describe con elevaciones de 0 a 275 msnm, siendo en la Sierrita de Ticul, donde alcanzan su mayor altitud.

Los suelos son de origen marino, con rocas calcáreas de reciente formación en el Mioceno y Pleistoceno. El material basal o roca madre está constituido por arenisca calcárea con o sin material conchífero en el cordón litoral, vastos territorios cubiertos de margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomitas, óxido de hierro y arcillas de origen volcánico en el interior de la península

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 pueden localizar 1 tipos de suelo según la carta edafológica del estado de Yucatán: el litosol

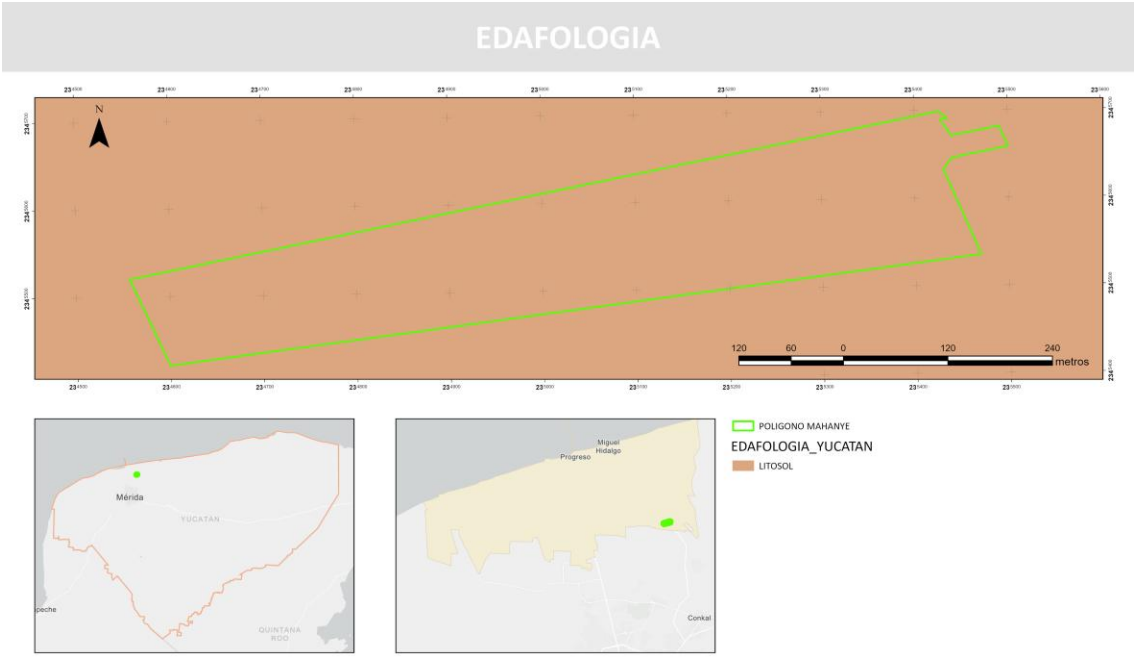


Figura 7. Tipos de Suelos registrados en el Sistema Ambiental, figura generada con el Mapa Digital de México (INEGI).

Tabla 2. Descripción del tipo de suelo encontrado en el Sistema Ambiental.

Suelo	Descripción
Litosol/leptosol	Los Leptosoles (del griego *leptos*, delgado) son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentran en todos los tipos de climas (secos, templados, húmedos) y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas, por lo que debe preferirse mantenerlos con su vegetación original. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial con alrededor de 1 655 millones de hectáreas (IUSS, 2007). En México, los Leptosoles cubren 54.3 millones de hectáreas y son particularmente comunes en las Sierras Madre Oriental, Occidental y del Sur, las penínsulas de Yucatán y Baja California, y una vasta región del Desierto Chihuahuense.

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).

Tabla 3. Disponibilidad Media Anual: Acuíferos del Estado de Yucatán. Fuente: INEGI

ACUÍFERO	CLAVE	RECARGA MEDIA Mm^3/año	NATURAL COMPROMETIDA	VOLUMEN CONCESIONADO DE AGUA SUBTERRÁNEA Mm^3/año	CONSIGNADO EN ESTUDIOS TÉCNICOS	DISPONIBILIDAD Mm^3/año
PENÍNSULA DE YUCATÁN	3105	21,813.40	14,542.20	2,265.60	1,313.30	5,505.60

Tipos de Costa

La zona del Sistema Ambiental 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 cubierta 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, tal como se esquematiza en la figura 8.

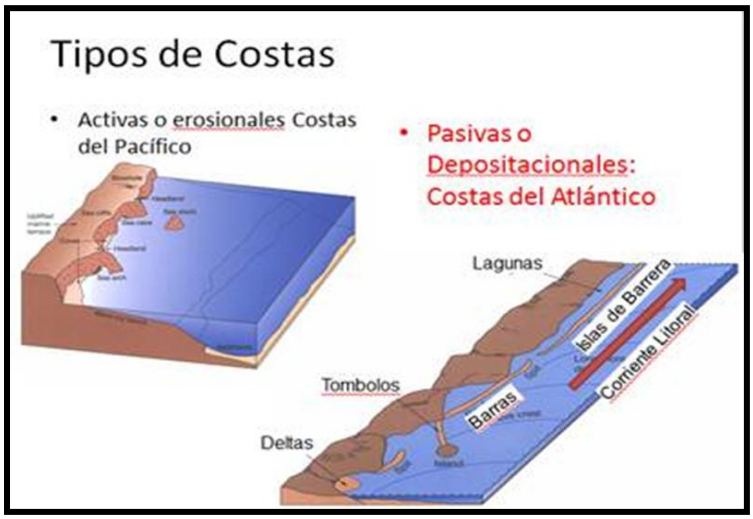


Figura 8. Tipos de costas.

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. Esto es indicativo de un proceso sensible de sedimentación.

Un mapa histórico de principio 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.

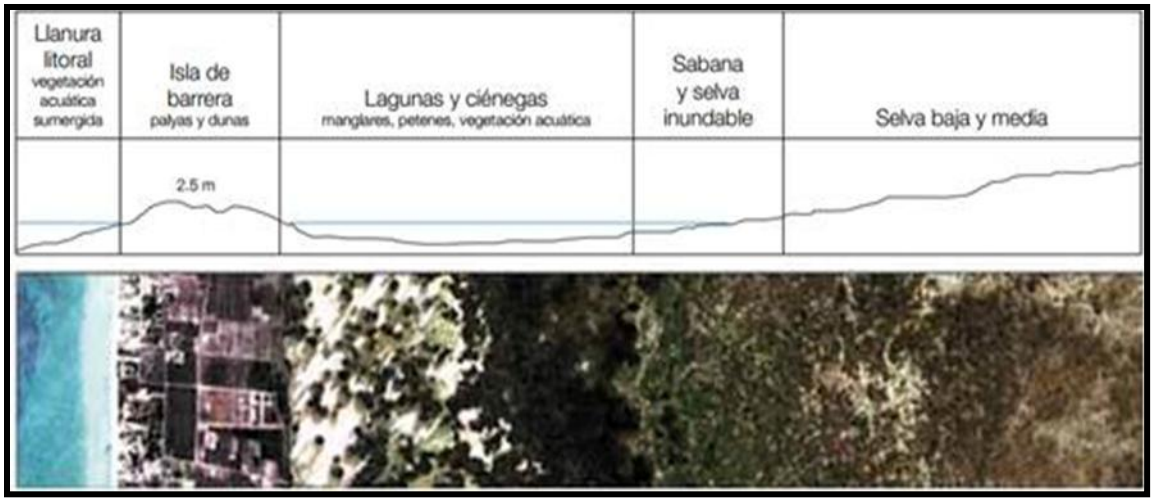


Figura 9. Costa de Yucatán: perfil y principales ambientes costeros (tomado de García de Fuentes et al., 2011).

4.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

Tipos de Vegetación con Distribución Normal en el Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental se puede localizar en primera instancia un uso para pastizal cultivado, y se ubican parques de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva mediana subcaducifolia.

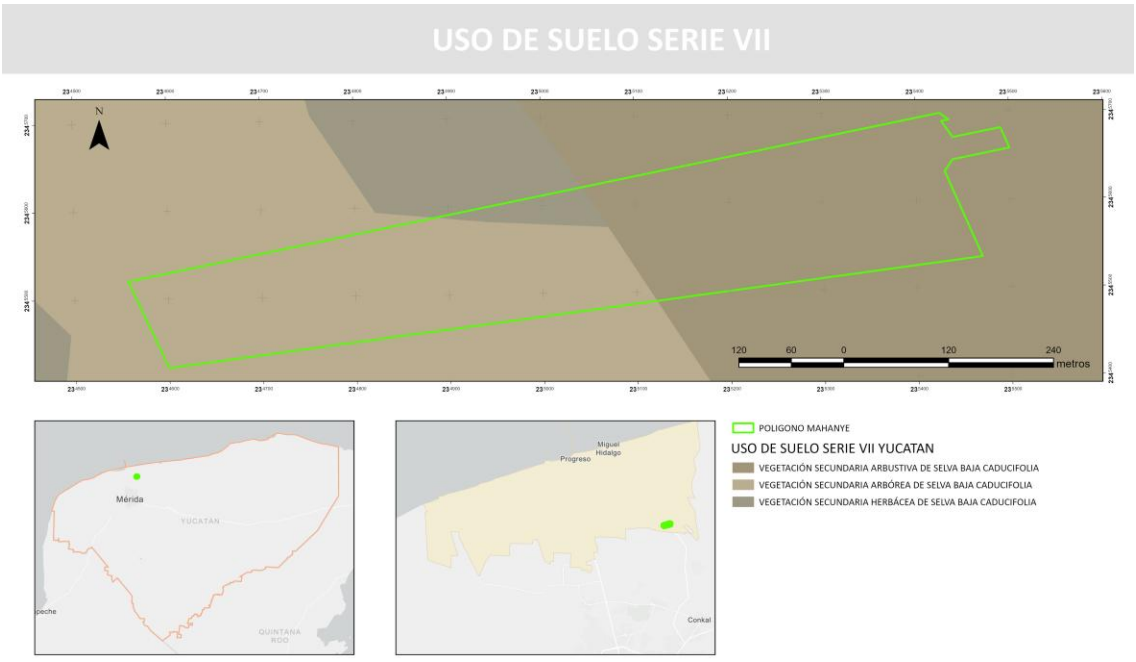


Figura 10. Usos de suelo dentro de SA.

Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de vegetación secundaria debido a las actividades humanas.

Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum (tsalam, guaje), Piscidia piscipula (ja'bín), Bursera simaruba (chaka', palo mulato), Cedrela odorata (cedro rojo), Maclura tinctoria Cordia dodecandra (siricote, cuéramo), Alvaradoa amorphoides (Belsinikche', camarón), Lonchocarpus rugosus, Cordia gerascanthus, Gyrocarpus sp., Neomillspaughia emarginata, Gyrocarpus americanus y Caesalpinia gaumeri, Ehretia latifolia, Simarouba glauca, Terminalia buceras, Terminalia macrostachya, Tabebuia impetiginosa.*.

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.

4.3. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto se delimitó considerando un radio de 1000 metros alrededor del predio. Esta delimitación responde a los siguientes criterios:

1. Criterio de magnitud y extensión de impactos:
   De acuerdo con las características del proyecto y sus actividades previstas, no se espera la generación de impactos de gran magnitud que puedan propagarse a distancias mayores. Los posibles efectos ambientales (como modificaciones al suelo durante la preparación del sitio, generación de residuos, emisiones puntuales de polvo y ruido en etapa de construcción, y descargas controladas en etapa de operación) son de carácter localizado, por lo que su influencia se restringe a la zona inmediata del predio y su entorno próximo.

2. Criterio de dispersión de agentes ambientales:
   Las emisiones potenciales (ruido, polvo, tránsito vehicular) tienden a disiparse rápidamente en distancias cortas debido a las condiciones climáticas predominantes de la región (vientos costeros y buena ventilación natural). Por ello, un radio de 1000 m resulta suficiente para abarcar el área donde aún podría percibirse un efecto directo.

3. Criterio de funcionalidad ecológica:
   El entorno de 1000 m alrededor del predio integra de manera adecuada los componentes físicos, bióticos y sociales que pudieran verse afectados directa o indirectamente por el proyecto. Esta escala permite observar la relación del predio con su entorno inmediato (vegetación, fauna de tránsito, cuerpos de agua, infraestructura de acceso y viviendas cercanas), sin extender artificialmente la zona de análisis hacia áreas que no tendrán interacción con las actividades del proyecto.

4. Criterio de proporcionalidad:
   El establecimiento de un área de influencia acotada garantiza un análisis ambiental proporcional al tipo de proyecto. Al no tratarse de obras con emisiones difusas, descargas de gran escala o impactos de arrastre regional, no es técnica ni ambientalmente necesario ampliar la delimitación más allá de los 1000 m.

5. De acuerdo con la Serie VI de INEGI, el sistema ambiental como el área de influencia, tal como se aprecia en la siguiente imagen, se aprecia rodeado de asentamientos humanos y de vegetación de duna costera, vegetación secundaria arbustiva de manglar y petenes. También, se pueden observar usos de suelo como acuícola y parches sin vegetación aparente.

Dentro de dicha zona se registraron varios predios destinados a parcelas, ranchos, propiedades privadas y zonas habitacionales.



Figura 11. Zona de influencia del sitio del proyecto.

4.2.2 ASPECTOS BIÓTICOS

Tipos de Vegetación con Distribución Normal en el Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental se puede localizar en primera instancia un tipo de suelo de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva baja caducifolia, asentamientos humanos y en menor proporción uso para pastizal cultivado, agricultura de temporal permanente y vegetación secundaria herbácea de selva baja caducifolia.

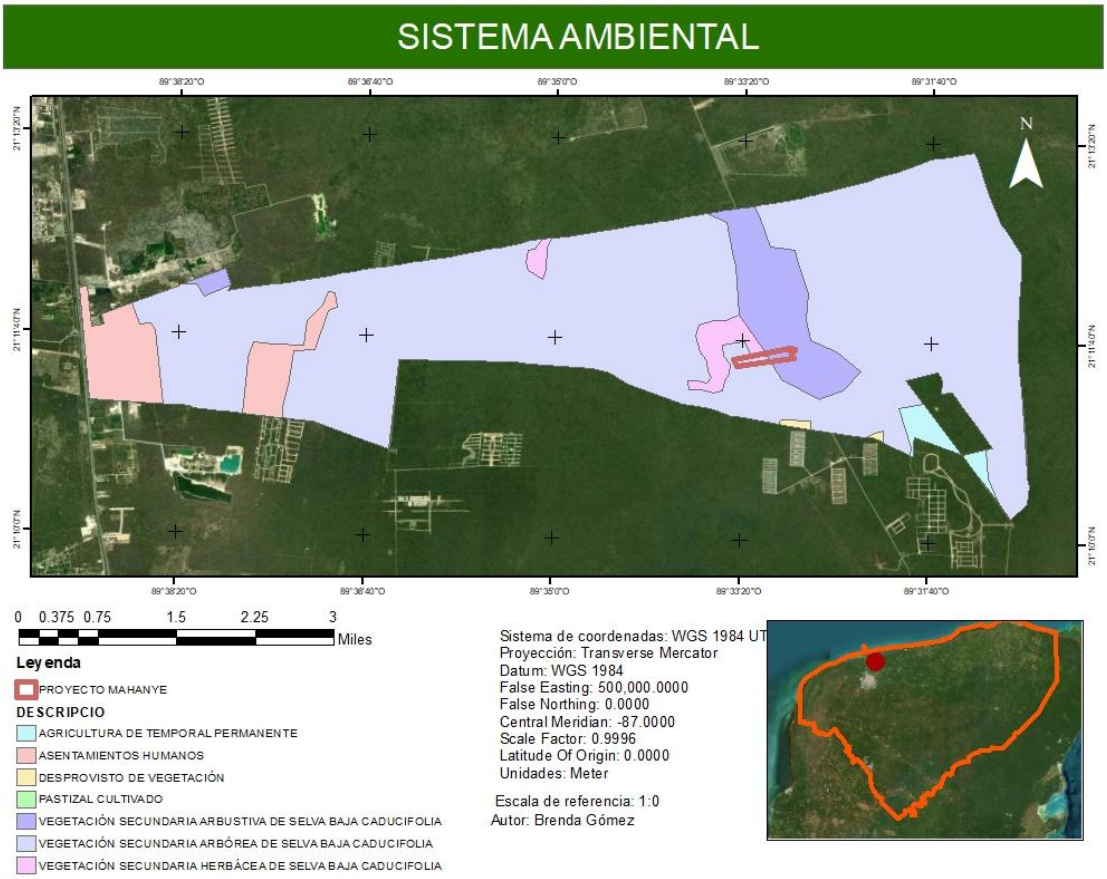


Figura 12. Usos de suelo dentro de SA.

Sistema Pastoril: Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como **Pastizales Cultivados**. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Agricultura de temporal: Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que

generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

También es común encontrar zonas abandonadas con los cultivos mencionados y en donde las especies naturales han restablecido su sucesión natural al desaparecer la influencia del hombre; en estas condiciones las áreas se clasifican como vegetación natural de acuerdo a su fase sucesional o como vegetación primaria si predominan componentes arbóreos originales. Un ejemplo lo tenemos en condiciones de Selva Alta-Mediana Perennifolia y Subperennifolia o en Bosques Mesófilos de Montaña.

Asentamientos Humanos: El área corresponde a una zona de asentamientos humanos caracterizada por la presencia de infraestructura urbana y semiurbana destinada a vivienda, servicios y actividades cotidianas. Esta unidad del paisaje se distingue por una transformación significativa del medio natural, donde el uso del suelo se orienta principalmente a la ocupación habitacional y a la instalación de vialidades, redes de servicios y equipamientos básicos.

El entorno presenta una traza urbana regular, con calles pavimentadas o de terracería, sistemas de electrificación aérea, suministro de agua potable y drenaje pluvial en desarrollo variable según el sector. La cobertura vegetal original ha sido ampliamente sustituida, prevaleciendo áreas construidas, patios con vegetación ornamental y zonas abiertas utilizadas como lotes habitacionales, estacionamientos o espacios comunes.

Selva baja caducifolia. Es la comunidad más extensamente distribuida en el estado y es la que tipifica, junto con la selva mediana subcaducifolia, la fisonomía del paisaje yucateco. Abarcando una extensión aproximada de 20 000 km2, se desarrolla sobre suelos calcáreos con afloramientos de rocas, y se extiende como una franja no uniforme que va desde la parte nororiental del estado hasta introducirse en Campeche.

Se despliega en zonas donde predominan los climas secos y subhúmedos (García 1973) con lluvias en verano, especialmente en los subtipos AW0 y AW1 que registran una precipitación promedio anual que va de 728.2 a 1000 mm, con una temperatura promedio que oscila entre 26 y 27.6 °C.

La selva baja caducifolia está constituida por un estrato arbóreo que no rebasa los 12 m de altura, y en el cual la familia de las leguminosas es la mejor representada. Registra un estrato herbáceo donde abundan gramíneas compuestas y euphorbiáceas. Además, se presentan lianas leñosas de la familia Bignoniaceae y algunos bejucos y trepadoras de las familias Leguminosae, Convolvulaceae y Cucurbitaceae. En sus árboles se posan epífitas de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae. Esta comunidad tiene como característica especial el hecho de que un alto porcentaje de los árboles dejan caer sus hojas en la época seca.

Entre las especies representativas de este bosque se encuentran: *Ceiba aesculifolia, Jatropha gaumeri, Metopium brownei, Alvaradoa amorphoides, Bursera simaruba, Chlorophora tinctoria, Senna emarginata, Bauhinia divaricata, Plumeria rubra,*

Caesalpinia gaumeri, *Cochlospermun vitifolium*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Mimosa bahamensis*, *Havardia albicans*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Gyrocarpus americanus*, *Diospyros cuneata y Plumeria obtusifolia*, entre otras.

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.

4.4. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto se delimitó considerando un radio de 1000 metros alrededor del predio. Esta delimitación responde a los siguientes criterios:

6. Criterio de magnitud y extensión de impactos:
   De acuerdo con las características del proyecto y sus actividades previstas, no se espera la generación de impactos de gran magnitud que puedan propagarse a distancias mayores. Los posibles efectos ambientales (como modificaciones al suelo durante la preparación del sitio, generación de residuos, emisiones puntuales de polvo y ruido en etapa de construcción, y descargas controladas en etapa de operación) son de carácter localizado, por lo que su influencia se restringe a la zona inmediata del predio y su entorno próximo.

7. Criterio de dispersión de agentes ambientales:
   Las emisiones potenciales (ruido, polvo, tránsito vehicular) tienden a disiparse rápidamente en distancias cortas debido a las condiciones climáticas predominantes de la región (vientos costeros y buena ventilación natural). Por ello, un radio de 1000 m resulta suficiente para abarcar el área donde aún podría percibirse un efecto directo.

8. Criterio de funcionalidad ecológica:
   El entorno de 1000 m alrededor del predio integra de manera adecuada los componentes físicos, bióticos y sociales que pudieran verse afectados directa o indirectamente por el proyecto. Esta escala permite observar la relación del predio con su entorno inmediato (vegetación, fauna de tránsito, cuerpos de agua, infraestructura de acceso y viviendas cercanas), sin extender artificialmente la zona de análisis hacia áreas que no tendrán interacción con las actividades del proyecto.

9. Criterio de proporcionalidad:
   El establecimiento de un área de influencia acotada garantiza un análisis ambiental proporcional al tipo de proyecto. Al no tratarse de obras con emisiones difusas, descargas de gran escala o impactos de arrastre regional, no es técnica ni ambientalmente necesario ampliar la delimitación más allá de los 1000 m.

10. De acuerdo con la Serie VI de INEGI, el sistema ambiental como el área de influencia, tal como se aprecia en la siguiente imagen, se aprecia rodeado de asentamientos humanos, predios destinados a parcelas, industria agropecuaria y crecimiento inmobiliario.

.



Figura 13. Zona de influencia del sitio del proyecto.

4.3.1 VEGETACIÓN EN LA ZONA DE INFLUENCIA

Durante la revisión bibliográfica y las visitas realizadas en campañas de levantamiento de datos que concordaron con el área de influencia del presente proyecto se alcanzó la cifra de 38 especies pertenecientes a 17 familias.

Metodología

Los muestreos consistieron en la realización de 12 transectos no aleatorios, debido al acceso limitado a los predios colindantes. Se procedió a pedir autorización para acceder a los puntos de los transectos ya que todos los predios eran propiedad privada.

Metodología

La vegetación debe ser caracterizada por su fisionomía, cuyo estudio a la vez es indispensable para la comprensión de su naturaleza y distribución de las especies y por ende para entender cuál será la afectación a esta por un proyecto determinado. Para ello se debe distinguir la estructura tanto en el sentido vertical (estratificación) como en el

horizontal (especiación o cobertura). La fisionomía se refiere a la apariencia externa de la vegetación en cuanto a altura, color, exuberancia, forma y tamaño de las hojas (golpe de vista). Previo a la visita de campo se analizaron fotografías satelitales disponibles en la red para tener una idea anticipada del estado de la vegetación.

Una vez en el sitio se recorrió el AI y se determinó que, por el tipo de vegetación presente se establecerían transectos de muestreos debido a que el AI se encuentra dominado por el estrato arbóreo y arbustivo en donde la altura máxima de los individuos es aproximadamente 5 metros y cuentan con un DAP aproximadamente de 13.

Diseño e intensidad de muestreo utilizado

Para visualizar la fisionomía de la vegetación del AI bajo estudio fue sobrevolado mediante un Dron. También fueron consultados mediante fotografías satelitales las historias de cambio que ha experimentado el terreno.

Para caracterizar la vegetación, fue aplicado el método de transectos, el cual es ampliamente utilizado debido a sus ventajas en términos de rapidez y heterogeneidad con la que se muestrea la vegetación. El muestreo aplicado fue dirigido, no aleatorio, posicionando las unidades de muestreo previamente con técnicas de percepción remota en un total de 20 transectos, todos al interior del AI . Los transectos establecidos fueron de 100 m de largo por 10 m de ancho (área total por transecto: 1000m2).

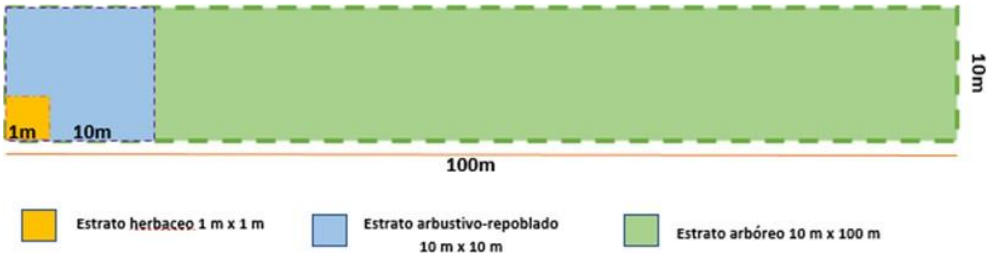


Figura 14. Representación del transecto como unidad de muestreo.

Dentro de los 100m del transecto se establecieron dos cuadrantes, el primero de 10m por 10m donde se identificaron y contabilizaron todos los individuos del estrato arbustivo-repoblado, incluyendo formas de vida como: lianas, cactus, bromelias, otras suculentas. De igual forma, dentro del transecto principal se estableció un cuadrante de 1m por 1m donde se identificaron y contabilizaron todas las especies del estrato herbáceo.

En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 5 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total.

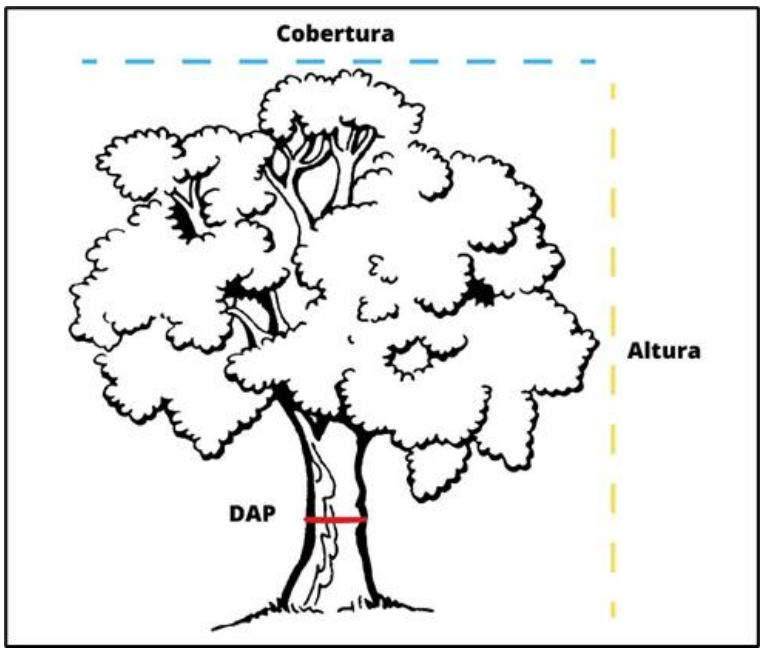


Figura 15. Esquema de medidas dasométricas registradas en el estrato arbóreo.

Número de sitios de muestreo

Los muestreos consistieron en la realización de 12 transectos no aleatorios, debido al acceso limitado a los predios colindantes. Se procedió a pedir autorización para acceder a los puntos de los transectos ya que todos los predios eran propiedad privada.

Para vegetación herbácea, arbustiva y arbórea.

En cada transecto se contaron todos los individuos de hierbas, palmas, arbustos y árboles presentes, y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Con los datos recabados se calcularon los siguientes valores para cada especie:

Tabla 4. Parámetros calculados para la vegetación.

Parámetro	Formulación
Abundancia	$Aa = Número\ total\ de\ individuos\ por\ Sp.$
Abundancia relativa	$Ar = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ Sp1\ \ldots}{\sum total\ de\ los\ individuos\ de\ las\ X\ Sp.} \times 100$
Densidad	$D = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ las\ sp\ X}{Superficie\ muestreada}$

Parámetro	Formulación
Densidad relativa	$Dr = \frac{Densidad\ de\ la\ sp\ X}{\sum Densidades\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$
Frecuencia	$F = Número\ de\ aparición\ por\ transectos\ o\ parcela\ en\ los\ que\ se\ presenta\ la\ Sp.X$
Frecuencia Relativa	$Fr = \frac{No.\ de\ aparición\ o\ presencia\ de\ la\ sp\ X\ por\ parcela}{\sum Frecuencias\ de\ todos\ los\ individuos} \times 100$
Cobertura relativa (CR)	$Cob = \pi\left[\left(\frac{D_1 + D_2}{4}\right)^2\right]$ Donde: Cob = Cobertura π = pi (3.1416) D1 = Diámetro 1 D2 = Diámetro 2
Índice de Valor de Importancia (IVI) % de Curtis	$IVI = Ar + Fr + Dr$ Donde: IVI = Índice de valor de importancia Ar = Abundancia relativa Fr = Frecuencia relativa de la especie i Dr = Dominancia relativa de la especie i

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

Índice de valor de importancia (IVI) y el Índice de Importancia Relativa (VIR)

El IVI, 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

Cuando no se midió algún parámetro, por ejemplo, la densidad, se puede calcular el valor de importancia sumando únicamente la frecuencia relativa y la dominancia relativa o cobertura relativa, y entonces el valor más alto esperable será de 200. Aunque siempre será necesario aclarar por qué se prescindió de alguna de las tres variables.

$$IVI = Ar + Fr$$

Se define como la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa; siendo 300 el valor más alto esperable para una especie.

El VIR es un resumen de los valores cuantitativos de cada especie y permite ordenar a las especies de mayor a menor. Proporciona una buena idea de cuáles son las especies más importantes en la comunidad debido a su abundancia o al espacio que ocupan.

Posteriormente de calculará los índices de diversidad y equidad:

Índices 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.

$$\mathbf{H}' = -\sum_{i=1}^{S} pi \ln pi$$

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.

Índice de equidad de Pielou (1969), J'.

El 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.

Temporalidad de muestreo

Los muestreos se realizaron en el mes de febrero de 2026.

Resultados



Figura 16. Transecto de muestreo dentro del área de influencia.

Tabla 5. Coordenadas de los transectos de muestreo en el área de influencia.

VERTICE	TRANSECTO	POINT_X	POINT_Y
1	1	234737.2486	2346406.68
2	1	234840.0011	2346430.46
3	2	235061.64	2346473.69
4	2	235162.65	2346495.81
5	3	235318.87	2346284.16
6	3	235407.99	2346329.96
7	4	235387.86	2346083.69
8	4	235480.59	2346117.15
9	5	235317.76	2345852.19
10	5	235417.15	2345879.42
11	6	235458.27	2345852.96
12	6	235550.86	2345877.92
13	7	235696.52	2345313.1
14	7	235797.15	2345335.94
15	8	235646.9	2344997.14
16	8	235749.78	2345029.41
17	9	235893.73	2344795.08
18	9	235989.57	2344822.89
19	10	235794.54	2344630.11
20	10	235887.27	2344667.62
21	11	236207.6687	2345258.02
22	11	236282.6451	2345189.07
23	12	235594.5112	2344793.53
24	12	235690.9404	2344836.23

A continuación, se presentan el listado florístico obtenido de los muestreos realizados en la zona de influencia.

Tabla 6 .Listado Florístico de la Zona de Influencia del proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Fabaceae	Bahuinia divaricata	pata de vaca	árbol/arbusto	
Malpighiaceae	Bunchosia swartziana	manzanillo	árbol/arbusto	
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata		árbol/arbusto	endémica de la PBPY
Fabaceae	Chloroleucon mangense	Ya'ax eek'	Arbórea	
Burseraceae	Bursera simaruba	Chaka	Arbórea	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Fabaceae	Caesalpinea gaumeri	kitimche	Arbórea	
Fabaceae	Havardia albicans	Chukum	Arbórea	
Fabaceae	Leucaena leucocephala	Waaxim	Arbórea	
Fabaceae	Lysiloma latisiliquum	tsalam	Arbórea	
Fabaceae	Mimosa bahamensis	Sak katsim	Arbórea	
Fabaceae	Pithecelobium dulce	guamúchil	Arbórea	
Fabaceae	Piscidia piscipula	ja'abin	Arbórea	
Fabaceae	Vachellia farnesiana	Chimay	Arbórea	
Malpighiaceae	Malpighia glabra	Malpigia	Arbórea	
Nyctaginaceae	Neea psychotrioides	X-ta'tsi	Arbórea	
Polygonaceae	Gymnopodium floribundum	tsisilche	Arbórea	
Euphorbiaceae	Crotón humillis	L. Ik'aban	Arbustiva	
Fabaceae	Vachellia collinsii	Subin	Arbustiva	
Rubiaceae	Morinda royoc	piña de monte	Arbustiva	
Rubiaceae	Randia acuelata	tinta che'	Arbustiva	
Rubiaceae	Randia longiloba	cruz k'iix	Arbustiva	
Fabaceae	Acacia cornigera	Subin	Arbustiva	
Verbenaceae	Lantana hirta	Sikil ja'xiiw	Arbustiva	
Asteraceae	Bidens pilosa	té de milpa	Herbácea	
Asteraceae	Tridax procumbens	pasmado xiiw	Herbácea	
Asteraceae	Viguiera dentata	Tajonal	Herbácea	
Bromeliaceae	Bromelia karatas	piñuela	Herbácea	
Cactaceae	Acanthocereus tetragonus		Herbácea	
Cactaceae	Nopalea gaumeri	Tzakam	Herbácea	endémica de la PBPY
Poaceae	Lasiacis divaricata		Herbácea	
Rubiaceae	Spermacoce verticillata	culantrillo	Herbácea	
Acanthaceae	Aphelandra scabra	Cola de gallo	Herbácea	
Acanthaceae	Blechum brownei	Xtokil	Herbácea	
Agavaceae	Agave fourcroydes	Henequén	Herbácea	
Commelinaceae	Commelina diffusa	Chuk	Herbácea	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Convolvulaceae	Ipomoea glabra	Quiebra plato ó Ulu'um ja'	Herbácea	
Lamiaceae	Salvia coccinea	Chak lool	Herbácea	
Poaceae	Cenchrus echinatus	Mul ó pincha huevos	Herbácea	

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

Estrato herbáceo

Dentro del espacio herbáceo se encontraron un total de 15 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 7. IVI del estrato herbáceo.

Especie	Abund	AR	Frec	FR	IVI
Acanthocereus tetragonus	5	0.03247	5	0.06024	0.09271
Agave fourcroydes	1	0.00649	1	0.01205	0.01854
Aphelandra scabra	1	0.00649	1	0.01205	0.01854
Bidens pilosa	30	0.19481	11	0.13253	0.32734
Blechum brownei	2	0.01299	1	0.01205	0.02504
Bromelia karatas	4	0.02597	4	0.04819	0.07417
Cenchrus echinatus	14	0.09091	9	0.10843	0.19934
Commelina diffusa	4	0.02597	2	0.0241	0.05007
Ipomoea glabra	16	0.1039	8	0.09639	0.20028
Lasiacis divaricata	33	0.21429	11	0.13253	0.34682
Nopalea gaumeri	10	0.06494	7	0.08434	0.14927
Salvia coccinea	3	0.01948	3	0.03614	0.05563
Spermacoce verticillata	3	0.01948	3	0.03614	0.05563
Tridax procumbens	9	0.05844	7	0.08434	0.14278
Viguiera dentata	19	0.12338	10	0.12048	0.24386
Total general	154	1	83	1	2

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:

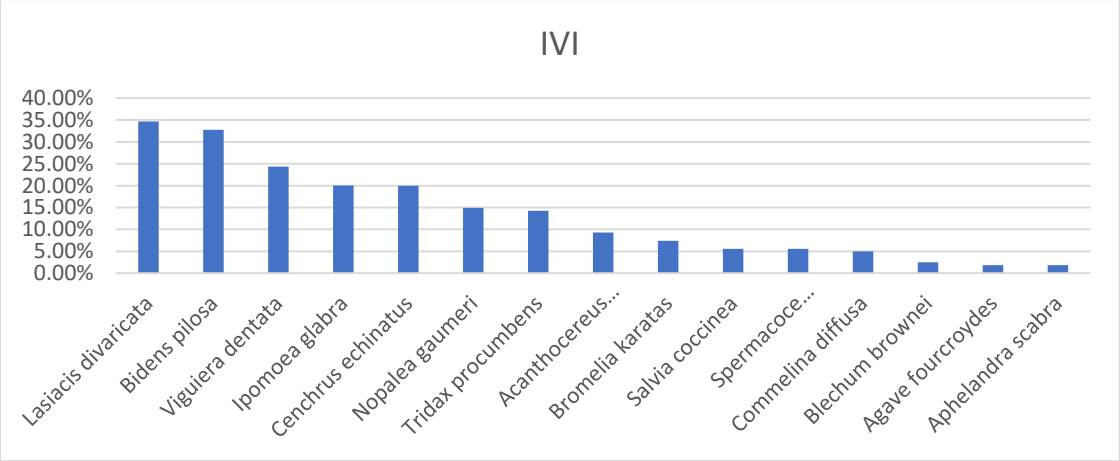


Figura 17. Especies con mayor IVI en el estrato herbáceo.

Estrato arbustivo

Dentro del espacio arbustivo se encontraron un total de 12 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 8. IVI del estrato arbustivo

Especie	Abund	AR	Frec	FR	IVI
Acacia cornigera	7	5.22%	7	8.43%	13.66%
Bahuinia divaricata	11	8.21%	7	8.43%	16.64%
Bunchosia swartziana	2	1.49%	2	2.41%	3.90%
Crotón humillis	13	9.70%	9	10.84%	20.54%
Lantana hirta	15	11.19%	9	10.84%	22.04%
Leucaena leucocephala	16	11.94%	8	9.64%	21.58%
Mimosa bahamensis	23	17.16%	11	13.25%	30.42%
Morinda royoc	5	3.73%	4	4.82%	8.55%
Neomillspaughia emarginata	24	17.91%	11	13.25%	31.16%
Randia acuelata	12	8.96%	10	12.05%	21.00%
Randia longiloba	3	2.24%	3	3.61%	5.85%
Vachellia collinsii	3	2.24%	2	2.41%	4.65%
Total general	**134**	**100.00%**	**83**	**100.00%**	**200.00%**

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:

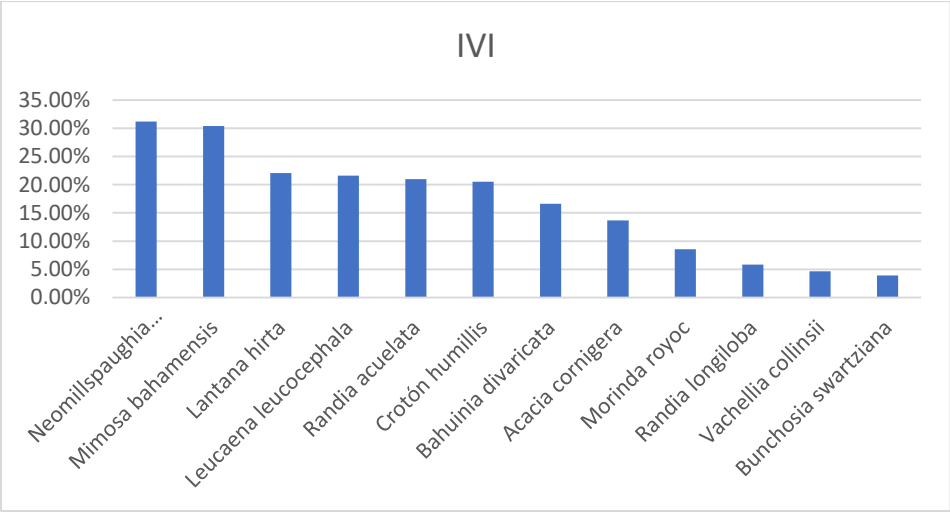


Figura 18. Especies con mayor IVI en el estrato arbustivo

Estrato arbóreo

Dentro del espacio arbóreo se encontraron un total de 16 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 9. IVI del estrato arbóreo.

Especie	Abund	AR	Frec	FR	AB	DR	IVI
Bahuinia divaricata	6	1.37%	5	3.79%	0.091735	2.39%	7.54%
Bunchosia swartziana	7	1.59%	5	3.79%	0.061889	1.61%	6.99%
Bursera simaruba	53	12.07 %	12	9.09%	0.512551	13.35%	34.52%
Caesalpinea gaumeri	24	5.47%	10	7.58%	0.232085	6.05%	19.09%
Chloroleucon mangense	3	0.68%	2	1.52%	0.017122	0.45%	2.64%
Gymnopodium floribundum	51	11.62 %	12	9.09%	0.36144	9.42%	30.12%
Havardia albicans	16	3.64%	9	6.82%	0.100374	2.61%	13.08%
Leucaena leucocephala	121	27.56 %	12	9.09%	0.993764	25.89%	62.54%
Lysiloma latisiliquum	29	6.61%	11	8.33%	0.300258	7.82%	22.76%

Especie	Abund	AR	Frec	FR	AB	DR	IVI
Malpighia glabra	5	1.14%	4	3.03%	0.041783	1.09%	5.26%
Mimosa bahamensis	54	12.30 %	11	8.33%	0.403145	10.50%	31.14%
Neea psychotrioides	9	2.05%	7	5.30%	0.108071	2.82%	10.17%
Neomillspaughia emarginata	15	3.42%	7	5.30%	0.119381	3.11%	11.83%
Piscidia piscipula	16	3.64%	12	9.09%	0.172238	4.49%	17.22%
Pithecelobium dulce	27	6.15%	11	8.33%	0.30175	7.86%	22.34%
Vachellia farnesiana	3	0.68%	2	1.52%	0.02097	0.55%	2.74%
Total general	**439**	**100.00 %**	**132**	**100.00 %**	**3.83855**	**100.00 %**	**300.00 %**

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:

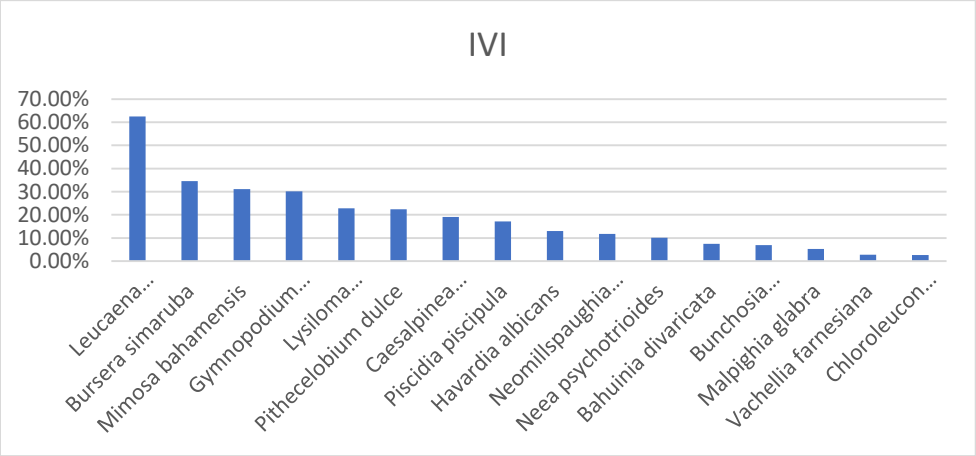


Figura 19. Especies con mayor IVI en el estrato arbóreo.

Análisis de diversidad de la vegetación.

Con respecto a la diversidad herbácea en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos herbáceos ya que se obtuvo un valor de H': 2.280 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.842, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de

las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10. Valores de diversidad y equidad para elementos herbáceos del sitio del proyecto.

HERB	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Acanthocereus tetragonus	5	0.032467532	-3.42751469	-0.111282944
2	Agave fourcroydes	1	0.006493506	-5.036952602	-0.032707484
3	Aphelandra scabra	1	0.006493506	-5.036952602	-0.032707484
4	Bidens pilosa	30	0.194805195	-1.635755221	-0.318653614
5	Blechum brownei	2	0.012987013	-4.343805422	-0.056413057
6	Bromelia karatas	4	0.025974026	-3.650658241	-0.094822292
7	Cenchrus echinatus	14	0.090909091	-2.397895273	-0.217990479
8	Commelina diffusa	4	0.025974026	-3.650658241	-0.094822292
9	Ipomoea glabra	16	0.103896104	-2.26436388	-0.235258585
10	Lasiacis divaricata	33	0.214285714	-1.540445041	-0.330095366
11	Nopalea gaumeri	10	0.064935065	-2.734367509	-0.177556332
12	Salvia coccinea	3	0.019480519	-3.938340314	-0.076720915
13	Spermacoce verticillata	3	0.019480519	-3.938340314	-0.076720915
14	Tridax procumbens	9	0.058441558	-2.839728025	-0.165958131
15	Viguiera dentata	19	0.123376623	-2.092513623	-0.258167265
		154	1	0	0
			Diversidad	H' =	2.280
			Equidad	J' =	0.842

Con respecto a la diversidad arbustiva en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=2.267 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.912, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores de diversidad y equidad para elementos arbustivos del sitio del proyecto.

ARBUST	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Acacia cornigera	7	0.052238806	-2.951929651	-0.15420528
2	Bahuinia divaricata	11	0.082089552	-2.499944527	-0.205219327

ARBUST	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
3	Bunchosia swartziana	2	0.014925373	-4.204692619	-0.062756606
4	Crotón humillis	13	0.097014925	-2.332890442	-0.226325192
5	Lantana hirta	15	0.111940299	-2.189789599	-0.245125701
6	Leucaena leucocephala	16	0.119402985	-2.125251078	-0.253761323
7	Mimosa bahamensis	23	0.171641791	-1.762345584	-0.302492152
8	Morinda royoc	5	0.037313433	-3.288401888	-0.122701563
9	Neomillspaughia emarginata	24	0.179104478	-1.71978597	-0.308021368
10	Randia acuelata	12	0.089552239	-2.41293315	-0.216083566
11	Randia longiloba	3	0.02238806	-3.799227511	-0.085057332
12	Vachellia collinsii	3	0.02238806	-3.799227511	-0.085057332
		134	1	0	0
			Diversidad	H' =	2.267
			Equidad	J' =	0.912

Con respecto a la diversidad arbórea en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=2.308 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.833, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores de diversidad y equidad para elementos arbóreos del sitio del proyecto.

ARBÓ	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Bahuinia divaricata	6	0.013667426	-4.292739944	-0.058670705
2	Bunchosia swartziana	7	0.01594533	-4.138589264	-0.065991173
3	Bursera simaruba	53	0.120728929	-2.1142075	-0.255246008
4	Caesalpinea gaumeri	24	0.054669704	-2.906445583	-0.158894519
5	Chloroleucon mangense	3	0.006833713	-4.985887124	-0.034072122
6	Gymnopodium floribundum	51	0.116173121	-2.15267378	-0.250082831
7	Havardia albicans	16	0.036446469	-3.311910691	-0.120707451
8	Leucaena leucocephala	121	0.275626424	-1.288708867	-0.355202216
9	Lysiloma latisiliquum	29	0.066059226	-2.717203583	-0.179496364
10	Malpighia glabra	5	0.011389522	-4.475061501	-0.05096881
11	Mimosa bahamensis	54	0.123006834	-2.095515367	-0.25776271

ARBÓ	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
12	Neea psychotrioides	9	0.020501139	-3.887274836	-0.079693562
13	Neomillspaughia emarginata	15	0.034168565	-3.376449212	-0.115368424
14	Piscidia piscipula	16	0.036446469	-3.311910691	-0.120707451
15	Pithecelobium dulce	27	0.061503417	-2.788662547	-0.171512275
16	Vachellia farnesiana	3	0.006833713	-4.985887124	-0.034072122
		439	1	0	0
			Diversidad	H' =	2.308
			Equidad	J' =	0.833

4.3.2 FAUNA EN LA ZONA DE INFLUENCIA

Los muestreos consistieron en la realización de 12 transectos no aleatorios, debido al acceso limitado a los predios colindantes. Se procedió a pedir autorización para acceder a los puntos de los transectos ya que todos los predios eran propiedad privada.

El muestro consistió únicamente en el registro de riqueza de especies dentro de los transectos, los cuales tenían una medida de 12 x100 m (1000 m2).

A continuación, se presentan los registros de fauna reportados, así como las observaciones realizadas durante los recorridos efectuados como parte del proceso de caracterización del presente proyecto.

Metodología

Se elaboró un listado de las especies observadas a lo largo de los transectos establecidos, complementado con puntos fijos de observación para el registro de aves. Cabe señalar que únicamente se consideró la riqueza específica, sin estimar abundancia o densidad poblacional.

Tabla 13. Listado de Aves registrados en la Zona de Influencia.

FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	NOM-059 SEMARNAT	METODO DE OBSERVACIÓN
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibri		AVISTAMIENTO
Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara quebrantahuesos		AVISTAMIENTO
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		AVISTAMIENTO
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		AVISTAMIENTO
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela		AVISTAMIENTO
Tyrannidae	Contopus virens	Papamoscas del Este		AVISTAMIENTO
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común		AVISTAMIENTO
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy		AVISTAMIENTO

FAMILIA	*ESPECIE*	NOMBRE COMUN	NOM-059 SEMARNAT	METODO DE OBSERVACIÓN
Icteridae	Dives dives	Tordo cantor		AVISTAMIENTO
Mimidae	Dumetella carolinensis	Maullador gris		AVISTAMIENTO
Momotidae	Eumomota superciliosa	Momoto Cejas Azules		AVISTAMIENTO
Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero cheje		AVISTAMIENTO
Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luis gregario		AVISTAMIENTO
Parulidae	Parkesia motacilla	Chipe arroyero		AVISTAMIENTO
Parulidae	Parkesia noveboracensis	Chipe charquero		AVISTAMIENTO
Cardinalidae	Passerina caerulea	Picogordo azul		AVISTAMIENTO
Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorin azul		AVISTAMIENTO
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo		AVISTAMIENTO
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		AVISTAMIENTO
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		AVISTAMIENTO
Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado		AVISTAMIENTO
Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		AVISTAMIENTO
Parulidae	*Setophaga tigrina*	Chipe atigrado		AVISTAMIENTO
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas		AVISTAMIENTO
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano		AVISTAMIENTO
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas		AVISTAMIENTO

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

Tabla 14. Listado de Anfibios y reptiles registrados en la Zona de Influencia.

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059-SEMARNAT	METODO DE OBSERVACIÓN
IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	A	AVISTAMIENTO
TEIIDAE	*Cnemidophorus angusticeps*	Cebrita		AVISTAMIENTO
EUBLEPHARIDAE	*Hemidactylus frenatus*	Gecko casero		AVISTAMIENTO
TEIIDAE	*Holcosus undulatus*	Ameiva arcoiris		AVISTAMIENTO

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

Tabla 15. Listado de Mamíferos registrados en la Zona de Influencia.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT 2010	METODO DE OBSERVACIÓN
PROCIONIDAE	*Procyon lotor*	Mapache		Avistamiento

DIDELPHIDAE	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache		Avistamiento

Se obtuvo una riqueza de 32 registros de fauna silvestre en el AI, de estas, ninguna está catalogada en la NOM-059-SEMARNAT -2010 con algún estatus de protección. El grupo más representativo fueron las aves con 26 registros, seguido por reptiles con 4 registros y mamíferos con 2 registros.

4.4DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DEL PREDIO

A continuación, se describirán de manera más específica los aspectos relacionados a Flora y Fauna del predio donde se pretenden desarrollar las actividades contempladas en el proyecto.

4.4.1 VEGETACIÓN EN EL SITIO DEL PROYECTO

Metodología

La vegetación debe ser caracterizada por su fisionomía, cuyo estudio a la vez es indispensable para la comprensión de su naturaleza y distribución de las especies y por ende para entender cuál será la afectación a esta por un proyecto determinado. Para ello se debe distinguir la estructura tanto en el sentido vertical (estratificación) como en el horizontal (especiación o cobertura). La fisionomía se refiere a la apariencia externa de la vegetación en cuanto a altura, color, exuberancia, forma y tamaño de las hojas (golpe de vista). Previo a la visita de campo se analizaron fotografías satelitales disponibles en la red para tener una idea anticipada del estado de la vegetación.

Una vez en el sitio se recorrió la poligonal de este y se determinó que, por el tipo de vegetación presente dentro del predio se establecerían transectos de muestreos debido a que el predio se encuentra dominado por el estrato arbóreo y arbustivo en donde la altura máxima de los individuos es aproximadamente 5 metros y cuentan con un DAP aproximadamente de 10.

Diseño e intensidad de muestreo utilizado

Para visualizar la fisionomía de la vegetación del predio bajo estudio fue sobrevolado mediante un Dron. También fueron consultados mediante fotografías satelitales las historias de cambio que ha experimentado el terreno. Por último, se realizaron recorridos en todo el predio para verificar las condiciones del terreno. Con base a lo anterior, se pudo observar que el predio en donde se pretende llevar a cabo el proyecto es un terreno Forestal.

Dado que el predio cuenta con una superficie total de 12 Ha se trazaron 10 sitios de muestreo con formas rectangulares de 1200 m2 (100 m de longitud x 12 m de ancho), para realizar el muestreo del 10% del predio... En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 5 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total.

Para caracterizar la vegetación en el predio, fue aplicado el método de transectos, el cual es ampliamente utilizado debido a sus ventajas en términos de rapidez y heterogeneidad con la que se muestrea la vegetación. El muestreo aplicado fue dirigido, no aleatorio, posicionando las unidades de muestreo previamente con técnicas de percepción remota en un total de 10 transectos, todos al interior del sitio del proyecto. Los transectos establecidos fueron de 100 m de largo por 12 m de ancho (área total por transecto: 1200m2).

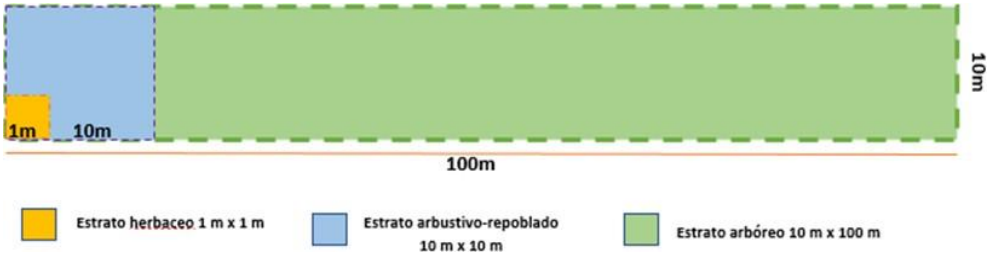


Figura 20. Representación del transecto como unidad de muestreo.

Dentro de los 100m del transecto se establecieron dos cuadrantes, el primero de 12m por 10m donde se identificaron y contabilizaron todos los individuos del estrato arbustivo-repoblado, incluyendo formas de vida como: lianas, cactus, bromelias, otras suculentas. De igual forma, dentro del transecto principal se estableció un cuadrante de 1m por 1m donde se identificaron y contabilizaron todas las especies del estrato herbáceo.

Número de sitios de muestreo

El muestreo consistió en la selección no aleatoria de 10 transectos de 1200 m2 (12 m x 100 m) en donde se llevó a cabo el registro total de las especies y su ubicación por estratos.

En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 5 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total.

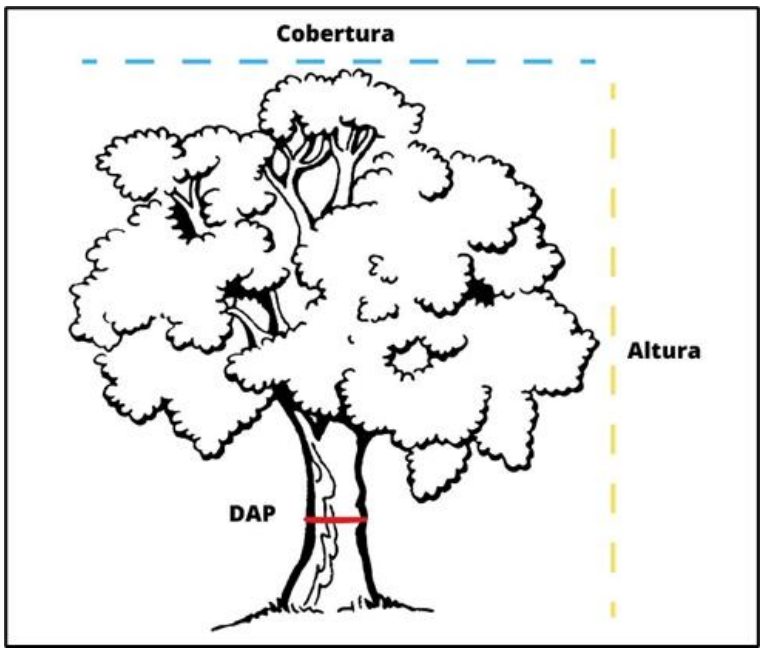


Figura 21. Esquema de medidas dasométricas registradas en el estrato arbóreo.

Para vegetación herbácea, arbustiva y arbórea.

En cada transecto se contaron todos los individuos de hierbas, palmas, arbustos y árboles presentes, y se obtuvieron los siguientes parámetros:

Con los datos recabados se calcularon los siguientes valores para cada especie:

Tabla 16 .Parámetros calculados para la vegetación

Parámetro	Formulación
Abundancia	$Aa = Número\ total\ de\ individuos\ por\ Sp.$
Abundancia relativa	$Ar = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ la\ Sp1\ \ldots}{\sum total\ de\ los\ individuos\ de\ las\ X\ Sp.} \times 100$
Densidad	$D = \frac{Número\ de\ individuos\ de\ las\ sp\ X}{Superficie\ muestreada}$
Densidad relativa	$Dr = \frac{Densidad\ de\ la\ sp\ X}{\sum Densidades\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$
Frecuencia	$F = Número\ de\ aparición\ por\ transectos\ o\ parcela\ en\ los\ que\ se\ presenta\ la\ Sp.X$

Parámetro	Formulación
Frecuencia Relativa	$Fr = \frac{No.\ de\ aparición\ o\ presencia\ de\ la\ sp\ X\ por\ parcela}{\sum Frecuencias\ de\ todos\ los\ individuos} \times 100$
Cobertura relativa (CR)	$Cob = \pi\left[\left(\frac{D_1 + D_2}{4}\right)^2\right]$ Donde: Cob = Cobertura π = pi (3.1416) D1 = Diámetro 1 D2 = Diámetro 2
Índice de Valor de Importancia (IVI) % de Curtis	$IVI = Ar + Fr + Dr$ Donde: IVI = Índice de valor de importancia Ar = Abundancia relativa Fr = Frecuencia relativa de la especie i Dr = Dominancia relativa de la especie i

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

Índice de valor de importancia (IVI) y el Índice de Importancia Relativa (VIR)

El IVI, 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

Cuando no se midió algún parámetro, por ejemplo, la densidad, se puede calcular el valor de importancia sumando únicamente la frecuencia relativa y la dominancia relativa o cobertura relativa, y entonces el valor más alto esperable será de 200. Aunque siempre será necesario aclarar por qué se prescindió de alguna de las tres variables.

$$IVI = Ar + Fr$$

Se define como la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa; siendo 300 el valor más alto esperable para una especie.

El VIR es un resumen de los valores cuantitativos de cada especie y permite ordenar a las especies de mayor a menor. Proporciona una buena idea de cuáles son las especies más importantes en la comunidad debido a su abundancia o al espacio que ocupan.

Posteriormente de calculará los índices de diversidad y equidad:

Índices 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.

$$\mathbf{H'} = -\sum_{i=1}^{S} pi \ln pi$$

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.

Índice de equidad de Pielou (1969), J'.

El 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.

Temporalidad de muestreo

Los muestreos se realizaron en el mes de febrero de 2026.

Resultados

Distribución y ubicación en el área de estudio

Se realizaron **10 transecto** en el predio de 100 x 10 m. Las coordenadas son las siguientes:

Tabla 17. Coordenadas de transectos muestreados.

Transecto	Inicio		Fin	
	X	Y	X	Y
1	235339.23	2345674.58	235357.85	2345573.61
2	235232.19	2345650.80	235249.49	2345551.20
3	235123.87	2345631.07	235139.90	2345536.86
4	235018.22	2345609.96	235032.88	2345514.42
5	234908.52	2345588.91	234915.00	2345488.14
6	234779.82	2345561.45	234784.99	2345463.39
7	234672.81	2345539.02	234680.74	2345444.93
8	234856.47	2345458.21	234849.92	2345554.95
9	235098.63	2345489.20	235077.20	2345583.50
10	235334.07	2345521.65	235301.82	2345614.78



Figura 22. Ubicación de los transectos de muestreo.

Vegetación presente en el predio

La vegetación del sitio del proyecto corresponde a vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva baja caducifolia.

La totalidad de los individuos fueron identificados a nivel de especie, se clasificaron por familia y se indicó la forma de vida y si se encuentra o no enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con alguna categoría especial. Toda esta información se presenta en el listado florístico que se encuentra dentro de los resultados.

Listado florístico

Se **realizaron 10 transecto en el predio**. Se identificaron las especies presentes, se determinó la familia, si la especie está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se identificó su forma de vida.

En total se encontraron e identificaron 28 especies, pertenecientes a 11 familias, siendo la mejor representada la Fabaceae y la Rubiaceae.

Tabla 18. Listado florístico.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA
Asteraceae	*Bidens pilosa*	té de milpa	Herbácea	
Asteraceae	*Tridax procumbens*	pasmado xiiw	Herbácea	
Asteraceae	*Viguiera dentata*	Tajonal	Herbácea	
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	piñuela	Herbácea	
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka	Arbórea	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*		Herbácea	
Cactaceae	*Nopalea gaumeri*	Tzakam	Herbácea	endémica de la PBPY
Euphorbiaceae	*Crotón humillis*	L. Ik'aban	Arbustiva	
Fabaceae	*Bahuinia divaricata*	pata de vaca	árbol/arbusto	
Fabaceae	*Caesalpinea gaumeri*	kitimche	Arbórea	
Fabaceae	*Havardia albicans*	Chukum	Arbórea	
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Waaxim	Arbórea	
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	tsalam	Arbórea	
Fabaceae	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	Arbórea	
Fabaceae	*Pithecelobium dulce*	guamúchil	Arbórea	
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	ja'abin	Arbórea	
Fabaceae	*Vachellia collinsii*	Subin	Arbustiva	
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Chimay	Arbórea	
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	manzanillo	árbol/arbusto	
Malpighiaceae	*Malpighia glabra*	Malpigia	Arbórea	
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	X-ta'tsi	Arbórea	
Poaceae	*Lasiacis divaricata*		Herbácea	
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	tsisilche	Arbórea	
Polygonaceae	*Neomillspaughia emarginata*		árbol/arbusto	endémica de la PBPY
Rubiaceae	*Morinda royoc*	piña de monte	Arbustiva	
Rubiaceae	*Randia acuelata*	tinta che'	Arbustiva	
Rubiaceae	*Randia longiloba*	cruz k'iix	Arbustiva	

rubiaceae	*Spermacoce verticillata*	culantrillo	Herbácea	

El sitio del proyecto se aprecia como un sitio con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, con individuos en diferentes edades serales. Se identificaron un total de 28 especies, pertenecientes 11 familias, siendo la familia Fabaceae y la Rubiaceae la más representativa. De la totalidad de especies se identificaron 2 especie como endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán y 1 en categoría de Amenzada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 19. Especies de relevancia ecológica.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida	Estatus
Cactaceae	Nopalea gaumeri	nopal	Hierba	Endémica de la PBPY
Polygonaceae	Neomillspaughia emarginata		Arbol/arbusto	Endémica de la PBPY

Distribución por familias

Se encontraron un total de 11 familias diferentes en el área del proyecto.

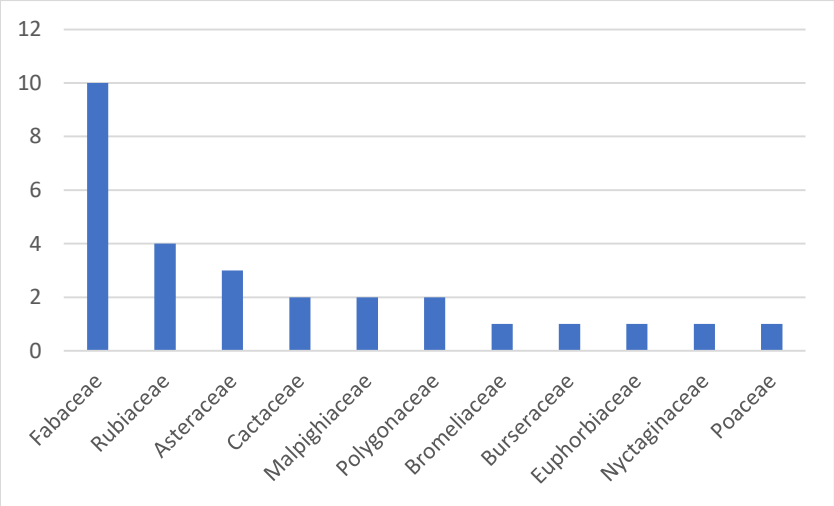


Figura 23. Especies por familia.

Estructura vertical de la vegetación

Las especies con forma de vida arbórea en conjunto con las que se catalogan como arbóreas/arbustivas, representan el 54% del total de especies del predio, 18% son arbustivas y las especies herbáceas, bejucos y hierbas trepadoras ocupan un 28%.

La distribución por formas de vida se presenta en la siguiente gráfica:

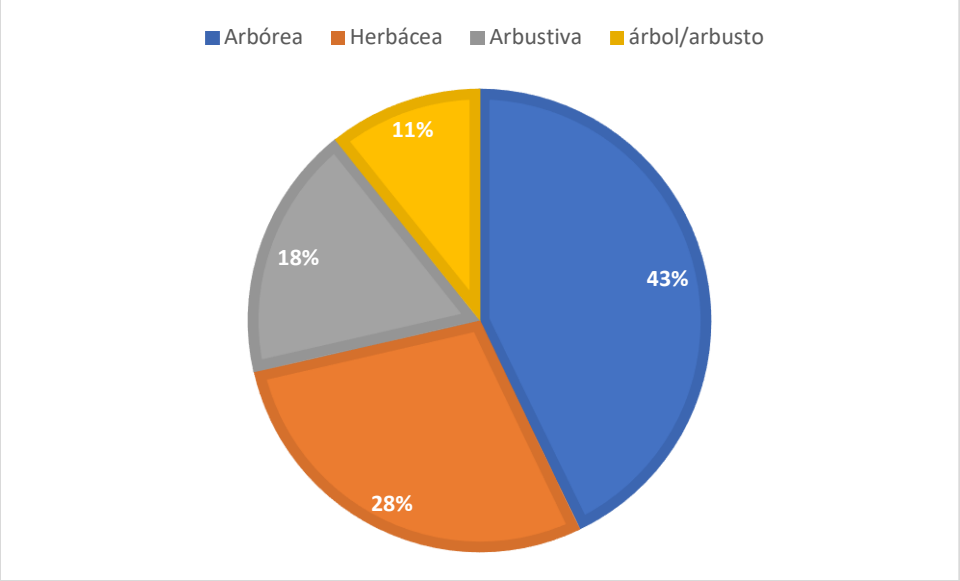


Figura 24. Porcentaje de especies por forma de vida.

Estrato herbáceo

Dentro del espacio herbáceo se encontraron un total de 8 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 20. IVI del estrato herbáceo.

Especie	Abund	AR	Frec	FR	IVI
Acanthocereus tetragonus	6	6.90%	5	10.20%	17.10%
Bidens pilosa	5	5.75%	4	8.16%	13.91%
Bromelia karatas	2	2.30%	2	4.08%	6.38%
Lasiacis divaricata	29	33.33%	10	20.41%	53.74%
Nopalea gaumeri	9	10.34%	6	12.24%	22.59%
Spermacoce verticillata	4	4.60%	3	6.12%	10.72%
Tridax procumbens	10	11.49%	9	18.37%	29.86%
Viguiera dentata	22	25.29%	10	20.41%	45.70%
Total general	87	100.00%	49	100.00%	200.00%

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:

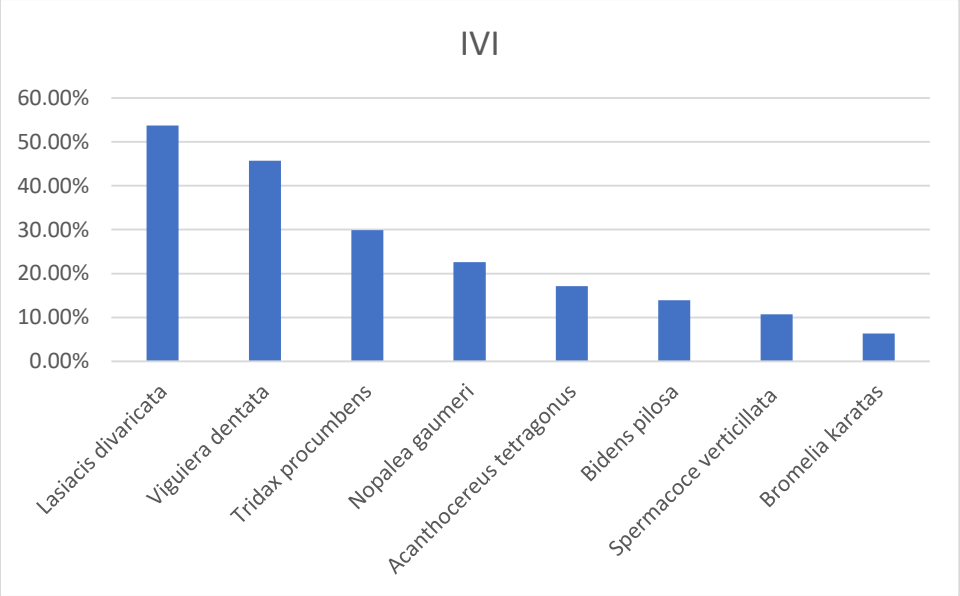


Figura 25 Especies con mayor IVI en el estrato herbáceo.

Estrato arbustivo

Dentro del espacio arbustivo se encontraron un total de 8 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 21 IVI del estrato arbustivo.

Especie	Abund	AR	Frec	FR	IVI
Caesalpinea gaumeri	10	10.42%	5	9.80%	20.22%
Crotón humillis	9	9.38%	6	11.76%	21.14%
Leucaena leucocephala	17	17.71%	9	17.65%	35.36%
Mimosa bahamensis	32	33.33%	10	19.61%	52.94%
Morinda royoc	2	2.08%	2	3.92%	6.00%
Randia acuelata	15	15.63%	8	15.69%	31.31%
Randia longiloba	8	8.33%	8	15.69%	24.02%
Vachellia collinsii	3	3.13%	3	5.88%	9.01%
Total general	96	100.00%	51	100.00%	200.00%

AR: abundancia relativa, FR: frecuencia relativa, Dom: dominancia, IVI: índice de valor de importancia

Las especies con mayor valor de importancia son:

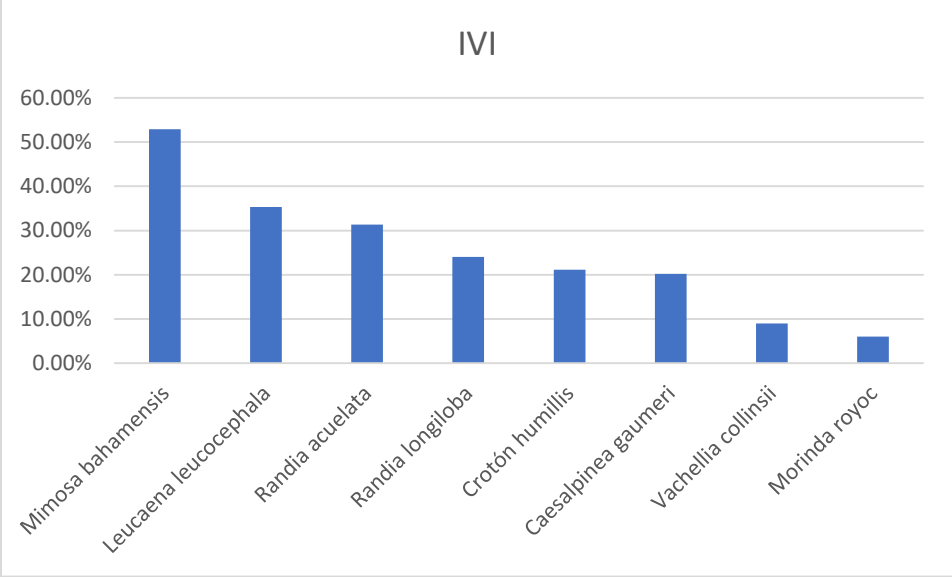


Figura 26 Especies con mayor IVI en el estrato arbustivo.

Estrato arbóreo

Dentro del espacio arbóreo se encontraron un total de 36 especies y se obtuvieron los siguientes resultados de valor de importancia:

Tabla 22 IVI del estrato arbóreo.

Especie	Abund	AR	Frec	FR	AB	DR	IVI
Bahuinia divaricata	4	0.92%	4	3.92%	0.016	0.37%	5.21%
Bunchosia swartziana	3	0.69%	3	2.94%	0.019	0.43%	4.06%
Bursera simaruba	45	10.37%	10	9.80%	0.540	12.06%	32.23%
Caesalpinea gaumeri	24	5.53%	9	8.82%	0.218	4.87%	19.23%
Gymnopodium floribundum	57	13.13%	10	9.80%	0.512	11.42%	34.36%
Havardia albicans	5	1.15%	4	3.92%	0.055	1.23%	6.30%
Leucaena leucocephala	117	26.96%	10	9.80%	1.282	28.61%	65.38%
Lysiloma latisiliquum	9	2.07%	6	5.88%	0.204	4.55%	12.51%
Malpighia glabra	2	0.46%	2	1.96%	0.006	0.13%	2.55%
Mimosa bahamensis	85	19.59%	10	9.80%	0.655	14.62%	44.01%
Neea psychotrioides	7	1.61%	6	5.88%	0.031	0.69%	8.18%
Piscidia piscipula	35	8.06%	9	8.82%	0.534	11.92%	28.81%
Pithecelobium dulce	14	3.23%	8	7.84%	0.134	3.00%	14.07%
Senegalia gaumeri	24	5.53%	9	8.82%	0.256	5.71%	20.06%
Vachellia farnesiana	3	0.69%	2	1.96%	0.018	0.41%	3.06%
Total general	434	100.00%	102	100.00%	4.481	100.00%	300.00%

Las especies con mayor valor de importancia son:

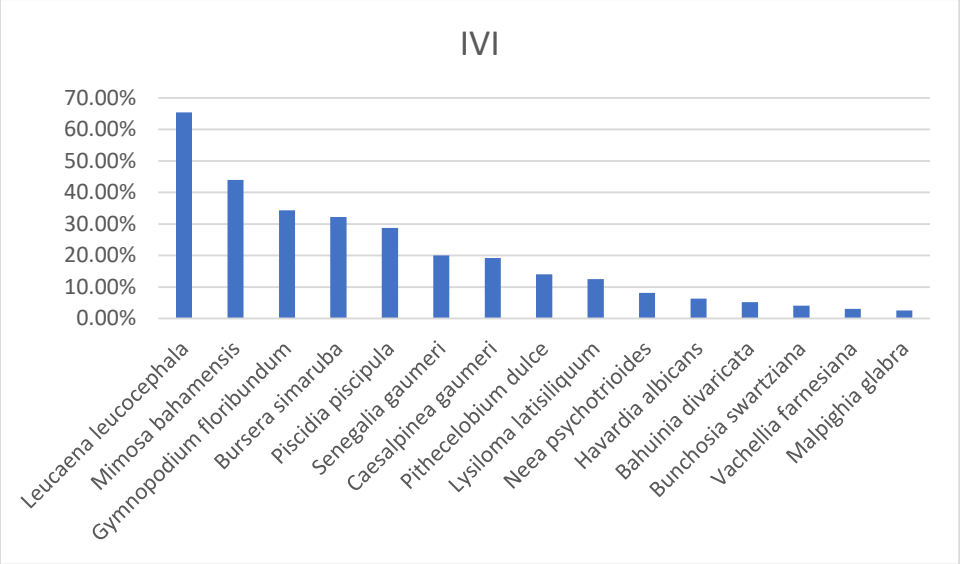


Figura 27 Especies con mayor IVI en el estrato arbóreo.

Análisis de diversidad de la vegetación.

Con respecto a la diversidad herbácea en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos herbáceos ya que se obtuvo un valor de H': 1.774 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.853, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 23 Valores de diversidad y equidad para elementos herbáceos del sitio del proyecto.

HERB	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Acanthocereus tetragonus	6	0.068965517	-2.674148649	-0.184424045
2	Bidens pilosa	5	0.057471264	-2.856470206	-0.164164954
3	Bromelia karatas	2	0.022988506	-3.772760938	-0.086730137
4	Lasiacis divaricata	29	0.333333333	-1.098612289	-0.366204096
5	Nopalea gaumeri	9	0.103448276	-2.268683541	-0.234691401
6	Spermacoce verticillata	4	0.045977011	-3.079613758	-0.141591437
7	Tridax procumbens	10	0.114942529	-2.163323026	-0.248657819
8	Viguiera dentata	22	0.252873563	-1.374865665	-0.34766718
	Total general	87	1	0	0

HERB	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
			Diversidad	H' =	1.774
			Equidad	J' =	0.853

Con respecto a la diversidad arbustiva en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=1.816 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.873, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 24 Valores de diversidad y equidad para elementos arbustivos del sitio del proyecto.

ARBUST	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Caesalpinea gaumeri	10	0.104166667	-2.261763098	-0.235600323
2	Crotón humillis	9	0.09375	-2.367123614	-0.221917839
3	Leucaena leucocephala	17	0.177083333	-1.731134847	-0.306555129
4	Mimosa bahamensis	32	0.333333333	-1.098612289	-0.366204096
5	Morinda royoc	2	0.020833333	-3.871201011	-0.080650021
6	Randia acuelata	15	0.15625	-1.85629799	-0.290046561
7	Randia longiloba	8	0.083333333	-2.48490665	-0.207075554
8	Vachellia collinsii	3	0.03125	-3.465735903	-0.108304247
	Total general	96	1	0	0
			Diversidad	H' =	1.816
			Equidad	J' =	0.873

Con respecto a la diversidad arbórea en el sitio del proyecto se puede considerar que es baja para los elementos arbustivo ya que se obtuvo un valor de H'=2.143 bits/ind., es decir, que se encuentra por debajo del valor medio de 2.5, siendo 5 el valor máximo que denota una excelente diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon – Wiener (H'). En cuanto a la equidad de especies se determinó que en el área muestreada la mayoría de las especies tienen una dominancia y distribución similar, ya que el valor calculado de J' fue de 0.792, siendo el valor máximo 1 que indica una excelente equidad y distribución de las especies. Los valores de diversidad y equidad de arbustos del sitio del proyecto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25 Valores de diversidad y equidad para elementos arbóreos del sitio del proyecto.

ARBÓR	*Especie*	*i*	*Pi*	*ln Pi*	*ln Pi * Pi*
1	Bahuinia divaricata	4	0.00921659	-4.686750173	-0.043195854
2	Bunchosia swartziana	3	0.006912442	-4.974432245	-0.034385476
3	Bursera simaruba	45	0.103686636	-2.266382044	-0.23499353
4	Caesalpinea gaumeri	24	0.055299539	-2.894990704	-0.160091652
5	Gymnopodium floribundum	57	0.131336406	-2.029993266	-0.266612019
6	Havardia albicans	5	0.011520737	-4.463606622	-0.051424039
7	Leucaena leucocephala	117	0.269585253	-1.310870599	-0.353391383
8	Lysiloma latisiliquum	9	0.020737327	-3.875819957	-0.080374147
9	Malpighia glabra	2	0.004608295	-5.379897354	-0.024792154
10	Mimosa bahamensis	85	0.195852535	-1.630393278	-0.319316656
11	Neea psychotrioides	7	0.016129032	-4.127134385	-0.066566684
12	Piscidia piscipula	35	0.080645161	-2.517696473	-0.203040038
13	Pithecelobium dulce	14	0.032258065	-3.433987204	-0.110773781
14	Senegalia gaumeri	24	0.055299539	-2.894990704	-0.160091652
15	Vachellia farnesiana	3	0.006912442	-4.974432245	-0.034385476
	Total general	**434**	1	0	0
			Diversidad	H' =	2.143
			Equidad	J' =	0.792



Fotografía 1. Vegetación presente en el predio.





Fotografías 2 y 3: Vegetación actual del presente en el predio.

4.4.2 FAUNA EN EL SITIO DEL PROYECTO

Metodologías de muestreo,

Los muestreos de fauna son una herramienta útil para obtener datos que nos puedan orientar a la hora de la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

El análisis de los factores ecológicos negativos es continuamente introducido a diferentes ecosistemas en consecuencia de las actividades productivas causadas por 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 si un complicado ensamble biológico, en donde alteraciones leves provocadas por actividades antropocéntricas, pueden desencadenar un desequilibrio ecológico que puede conllevar a la pérdida 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 especies.

Diseño e intensidad de muestreo

Para los muestreos de fauna silvestre, dada la extensión del sistema ambiental y área de influencia se optó por la realización de una campaña de monitoreo que abarco una extensión de una semana durante el mes de diciembre de 2026 obteniendo un registro más amplio de especies en el sistema ambiental y área de influencia.

Se realizó una serie de recorridos exhaustivos aplicando las diversas metodologías aplicables a cada grupo faunístico y se procedió a identificar todas las especies. Para los recorridos en las zonas de Sistema Ambiental, zona de influencia y sitio del proyecto se empleó la técnica de detección en silencio siguiendo transectos lineales continuos por día (sumatoria de recorridos durante la mañana y tarde), con ayuda del software Garmin BaseCamp, dicha metodología se emplea principalmente en aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

Para el monitoreo de cada grupo faunístico se realizó lo siguiente:

- *Aves*

Para obtener un inventario de la avifauna se realizaron muestreos tanto por métodos directos (avistamientos) como por indirectos (registros por canto). En los métodos directos, para una mayor certeza en la identificación de especies avistadas se utilizaron binoculares y guías de campo, en cuanto a los métodos indirectos para corroborar la identidad de las especies que emitían cantos, que no se lograron identificar *in situ*, se procedía a grabar los cantos y corroborados mediante la base de datos de Xeno-canto (http://www.xeno-canto.org/).

- Para la identificación de aves se utilizaron principalmente la guía de Sal a pajarear 2da edicióde Barbara Mackinnon, la guía de Aves comunes de la Península de Yucatán de Llamosa Neumann y la aplicación Merlin bird ID para la identificación por cantos.
- Aves de México (2015). Humberto Berlanga García et al. CONABIO
- Sal a pajarear (2013). MacKinnon H., Barbara. Segunda edición. ISBN: 6079604221 9786079604226.
- Aves comunes de la Península de Yucatán (2008). Llamosa Neumann, Eduarco. ISBN:9706053670
- Aplicación Merlin Bird ID.

Para el registro de aves se utilizó la metodología de recuentos en punto o puntos de conteo, los cuales son conceptual y teóricamente similares a los trayectos, solo que de longitud y velocidadcero. El objetivo en los puntos de conteo es contar a los individuos una sola vez, y constituyen uno de los métodos más populares para estudiar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las aves y documentar los cambios poblacionales en las aves terrestres (Reynolds et al. 1980, Bibbyet al. 1992, Ralph et al. 1996).

Se manejaron 24 puntos de conteo. El conteo se realizó mediante avistamientos directos y registro de canto. Considerando las características de la zona se tomó la decisión de no instalar redes de niebla.

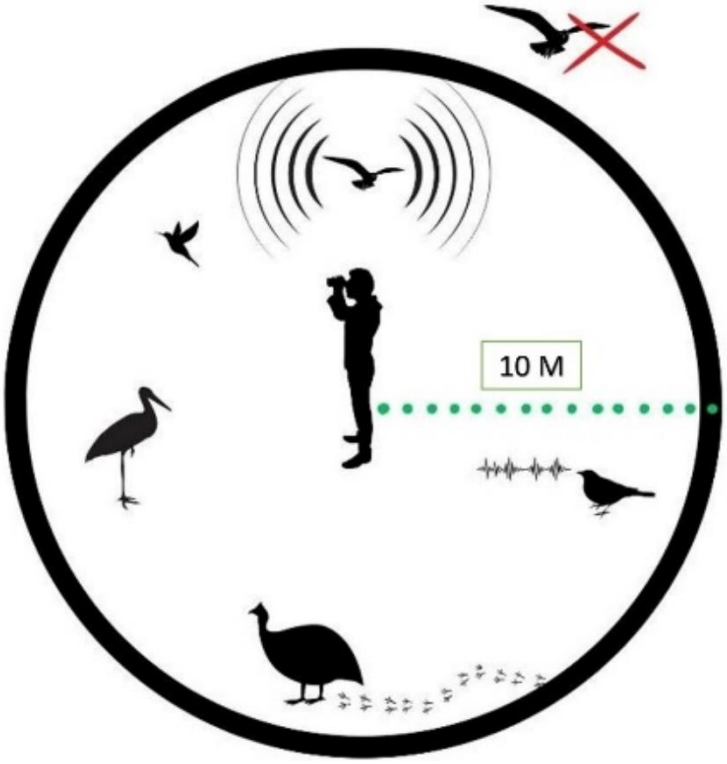


Figura 28. Método de observación usado para el monitoreo de aves.

- *Anfibios y reptiles*

La metodología que se utilizó fue la revisión de micro ecosistemas tanto en estratos arbóreos como al ras del suelo durante el recorrido de los transectos lineales, que en el caso del predio fueron prácticamente nulos y a ras del suelo en las zonas identificadas con restos de la vivienda donde podían resguardarse algunos individuos. 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 para el muestreo.

Cuando se localizaban sitios que por sus condiciones físicas fueran susceptibles de albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos. Posteriormente se realizaba una revisión de los sitios, para esto se utilizaron un gancho y bastón herpetológico.

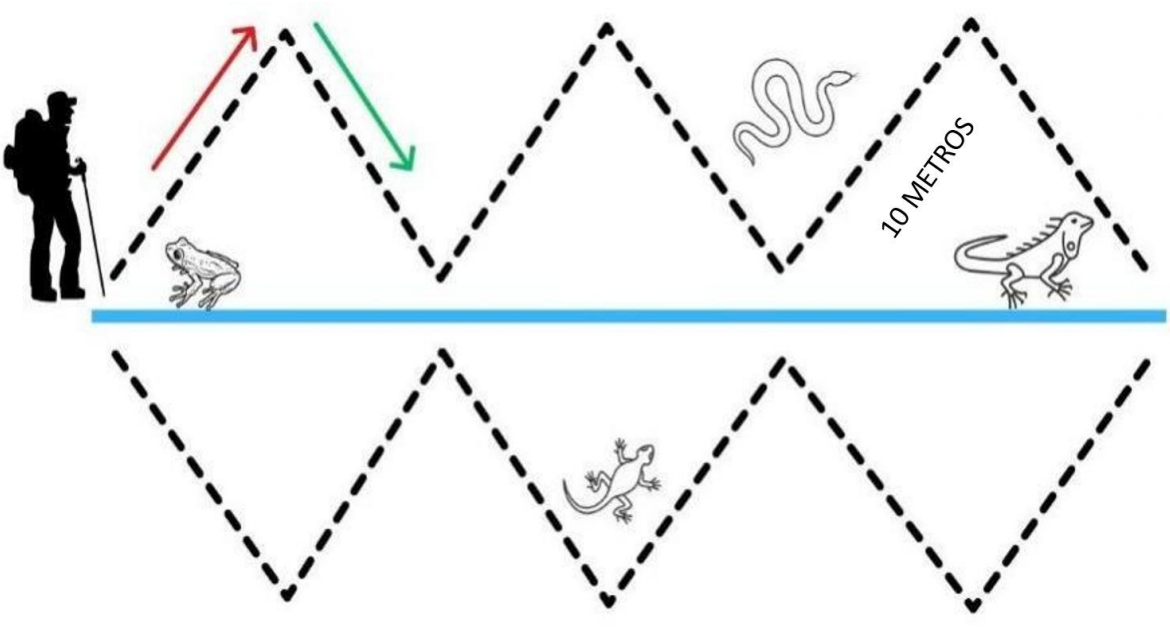


Figura 29. Método de observación usado para el monitoreo de reptiles.

- Mamíferos

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.

Se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontraran dentro de los transectos establecidos. De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo siguiendo los recorridos establecidos para el predio.

Ante las características del sitio al encontrarse rodeado por barreras físicas por ser una zona de asentamientos humanos y urbanización los avistamientos fueron escasos.

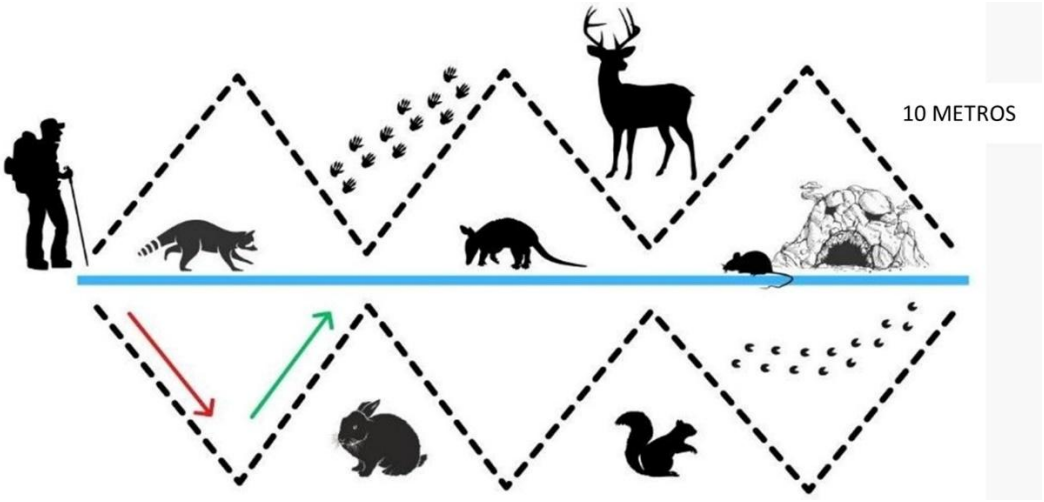


Figura 30. Método de observación usado para el monitoreo de mamíferos.

Tabla 26. Cuadro de coordenadas UTM correspondiente a los transectos de sitio del proyecto y área de influencia.

ÁREA DE INFLUENCIA					
OBJECTID *	Shape *	Id	ORIG_FID	POINT_X	POINT_Y
1	Punto de observación	1	INICIO	234737.249	2346406.68
2	Punto de observación	1	FIN	234840.001	2346430.46
3	Punto de observación	2	INICIO	235061.64	2346473.69
4	Punto de observación	2	FIN	235162.65	2346495.81
5	Punto de observación	3	INICIO	235318.87	2346284.16
6	Punto de observación	3	FIN	235407.99	2346329.96
7	Punto de observación	4	INICIO	235387.86	2346083.69
8	Punto de observación	4	FIN	235480.59	2346117.15
9	Punto de observación	5	INICIO	235317.76	2345852.19
10	Punto de observación	5	FIN	235417.15	2345879.42
11	Punto de observación	6	INICIO	235458.27	2345852.96

12	Punto de observación	6	FIN	235550.86	2345877.92
33	Punto de observación	7	INICIO	235696.52	2345313.1
34	Punto de observación	7	FIN	235797.15	2345335.94
35	Punto de observación	8	INICIO	235646.9	2344997.14
36	Punto de observación	8	FIN	235749.78	2345029.41
37	Punto de observación	9	INICIO	235893.73	2344795.08
38	Punto de observación	9	FIN	235989.57	2344822.89
39	Punto de observación	10	INICIO	235794.54	2344630.11
40	Punto de observación	10	FIN	235887.27	2344667.62
41	Punto de observación	11	INICIO	236207.669	2345258.02
42	Punto de observación	11	FIN	236282.645	2345189.07
43	Punto de observación	12	INICIO	235594.511	2344793.53
44	Punto de observación	12	FIN	235690.94	2344836.23
SITIO DEL PROYECTO					
OBJECTID *	Shape *	Id	ORIG_FID	POINT_X	POINT_Y
13	Punto de observación	1	INICIO	234672.81	2345539.02
14	Punto de observación	1	FIN	234680.74	2345444.93
15	Punto de observación	2	INICIO	234779.82	2345561.45
16	Punto de observación	2	FIN	234784.99	2345463.39
17	Punto de observación	3	INICIO	234849.92	2345554.95
18	Punto de observación	3	FIN	234856.47	2345458.21
19	Punto de observación	4	INICIO	234908.52	2345588.91
20	Punto de observación	4	FIN	234915	2345488.14

21	Punto de observación	5	INICIO	235018.22	2345609.96
22	Punto de observación	5	FIN	235032.88	2345514.42
23	Punto de observación	6	INICIO	235077.2	2345583.5
24	Punto de observación	6	FIN	235098.63	2345489.2
25	Punto de observación	7	INICIO	235123.87	2345631.07
26	Punto de observación	7	FIN	235139.9	2345536.86
27	Punto de observación	8	INICIO	235232.19	2345650.8
28	Punto de observación	8	FIN	235249.49	2345551.2
29	Punto de observación	9	INICIO	235301.82	2345614.78
30	Punto de observación	9	FIN	235334.07	2345521.65
31	Punto de observación	10	INICIO	235339.23	2345674.58
32	Punto de observación	10	FIN	235357.85	2345573.61

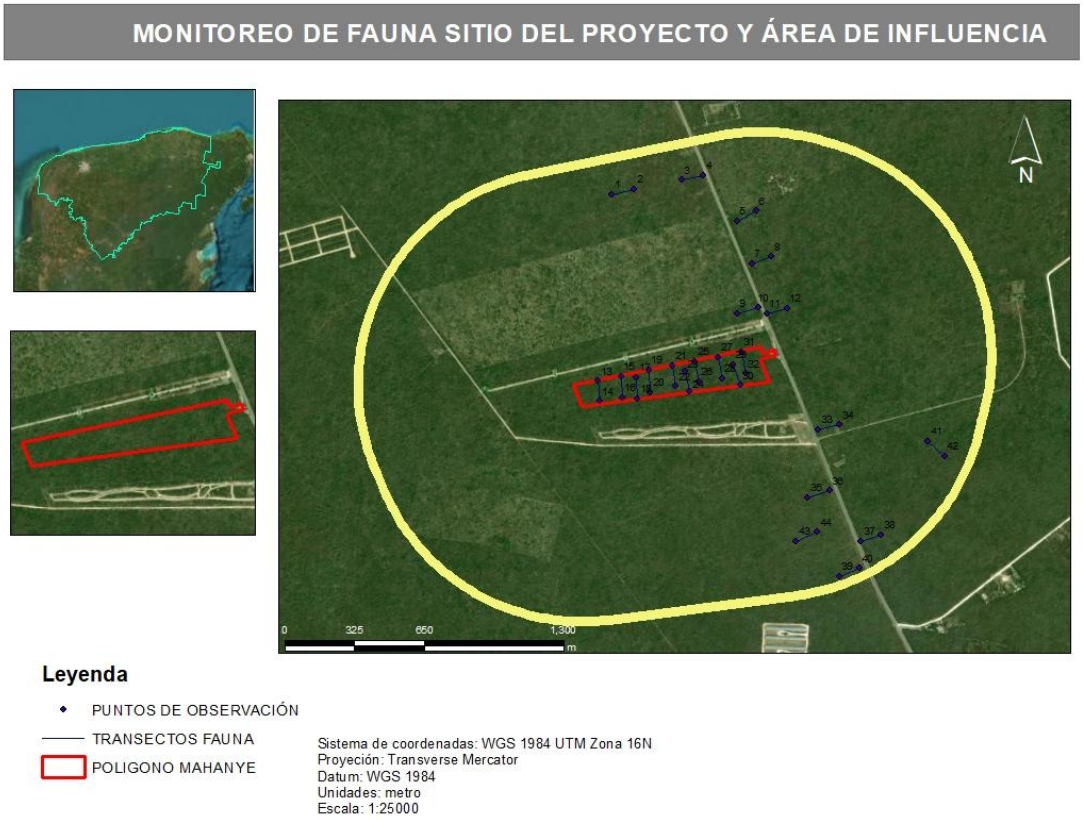


Figura 31. Visualización de los transectos realizados en el sitio del proyecto y área de influencia para el monitoreo

Resultados

Tabla 27: Aves en el sitio.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059 SEMARNAT	MÉTODO DE OBSERVACIÓN	Abundancia
Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibri		AVISTAMIENTO	1
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		AVISTAMIENTO	3
Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela		AVISTAMIENTO	2
Tyrannidae	Contopus virens	Papamoscas del Este		AVISTAMIENTO	2
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote común		AVISTAMIENTO	2
Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy		AVISTAMIENTO	3
Icteridae	Dives dives	Tordo cantor		AVISTAMIENTO	2
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo		AVISTAMIENTO	2

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059 SEMARNAT	MÉTODO DE OBSERVACIÓN	Abundancia
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor		AVISTAMIENTO	2
Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado		AVISTAMIENTO	2
Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		AVISTAMIENTO	2
Parulidae	*Setophaga tigrina*	Chipe atigrado		AVISTAMIENTO	2
Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas		AVISTAMIENTO	2
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano		AVISTAMIENTO	2
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas		AVISTAMIENTO	2

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

Tabla 28: Listado de Anfibios y reptiles registrados en el sitio.

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059-SEMARNAT	METODO DE OBSERVACIÓN	INDIVIDUOS OBSERVADOS
IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	A	AVISTAMIENTO	3
TEIIDAE	*Cnemidophorus angusticeps*	Cebrita		AVISTAMIENTO	5
TEIIDAE	Holcosus undulatus	Ameiva arcoiris		AVISTAMIENTO	5

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

Tabla 29: Listado de Mamíferos registrados en el sitio.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT 2010	METODO DE OBSERVACIÓN	INDIVIDUOS OBSERVADOS
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		AVISTAMIENTO	1
Didelphidae	Didelphis marsupialis	Tlacuache		AVISTAMIENTO	1

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

Tabla 30. Análisis de diversidad de la fauna registrada en el sitio del proyecto

Fauna	Especie	i	Pi	ln Pi	ln Pi * Pi
1	*Amazilia rutila*	1	0.02174	-3.82864	-0.08323
2	*Cathartes aura*	3	0.06522	-2.73003	-0.17805
3	*Columbina talpacoti*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
4	*Contopus virens*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
5	*Coragyps atratus*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
6	*Crotophaga sulcirostris*	3	0.06522	-2.73003	-0.17805
7	*Dives dives*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
8	*Pitangus sulphuratus*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
9	*Quiscalus mexicanus*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
10	*Setophaga americana*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
11	*Setophaga dominica*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
12	*Setophaga tigrina*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
13	*Stelgidopteryx serripennis*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
14	*Tyrannus melancholicus*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
15	*Zenaida asiatica*	2	0.04348	-3.13549	-0.13633
16	*Ctenosaura similis*	3	0.06522	-2.73003	-0.17805
17	*Cnemidophorus angusticeps*	5	0.10870	-2.21920	-0.24122
18	*Holcosus undulatus*	5	0.10870	-2.21920	-0.24122
19	*Procyon lotor*	1	0.02174	-3.82864	-0.08323
20	*Didelphis marsupialis*	1	0.02174	-3.82864	-0.08323
		46	Diversidad	H' =	2.902
			Equidad	J' =	0.969

4.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

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 para contar con un panorama previo a los días de campo en el predio. Los resultados de las metodologías específicas para flora y fauna nos permiten obtener un panorama completo de las condiciones actuales en el predio, lo cual se representa en el diagnóstico ambiental que se describe de manera puntual a continuación:

- Se registraron 3 especies vegetales como endémicas de la Provincia Biotica de la Península de Yucatan por lo que se plantea la implementación de un programa de rescate y reubicación de estas especies.
- La fauna del predio se puede reportar como la esperada para el tipo de vegetación y ubicación del predio.
- A pesar de ser un predio rodeado por diversos pastizales, ubicarse entre dos asentamientos humanos, ubicarse enfrente de una carretera y estar colindante a zonas destinadas a actividades agropecuarias, se describe el predio como medianamente conservado y hábitat de especies en endémicas y en protección.
- Sin embargo, dada su ubicación la zona de influencia se caracteriza por la fragmentación de hábitat natural.

De manera general el proyecto contempla la implementación de una infraestructura compatible con los usos y criterios ambientales en la zona. El proyecto se debe desarrollar de manera adecuada bajo una estricta planeación de respeto al medio ambiente mediante el cumplimiento de toda la normatividad ambiental vigente.

4.6. PAISAJE

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes.

El paisaje, como un complejo de interrelaciones tiene diferentes formas de considerar al paisaje como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural, escaso y valioso. De este modo, las restricciones técnicas y de escalas solo permiten considerar sus valores visuales.

El sitio del proyecto presenta un paisaje que en su mayoría se trata de una zona ya utilizada para desarrollos inmobiliarios y con caminos de acceso en sus zonas aledañas, este tipo de vegetación y uso de suelo presenta en su mayoría una cobertura constituida por plantas herbáceas o arbustivas.

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

5.1. 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.

Como se ha descrito en el capítulo 2 del presente documento, consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario habitacional conformado por 329 lotes vendibles y se encontrara ubicado en una fracción de 121,404.03 m^2 del tablaje catastral 6224 de la localidad y municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán.

5.1.1 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 que se presentan a continuación (Tabla 1):

Tabla 1. Lista de actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
Preparación del sitio	Verificación topográfica. Trazo topográfico Relleno y nivelación.
Construcción	Habilitación de las instalaciones y vialidades
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento general de la infraestructura

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

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

En base a lo antes mencionado se propone el siguiente listado de Indicadores Ambientales:

Tabla 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 Especies en la NOM 059
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

5.2. LISTA DESCRIPTIVA DE LOS INDICADORES DE IMPACTO PARA EL PROYECTO.

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.

5.2.1 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN PARA EL PROYECTO.

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 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 3. 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.	(+) (–)	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	(1)	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(8) (12)	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 (% 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.			

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	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)	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.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
		(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 periodo mayor de 10 años.
(PR)	**Periodicidad.**			

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	Importancia del efecto.			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]		
(CLI)	Clasificación del impacto.			
	Partiendo del análisis del rango de la variación de 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

5.3 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO.

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. Impactos identificados para el proyecto

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	Nº IMPACTO
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Calidad del Aire	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	1
		Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	2
	Calidad del suelo	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	3
		Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	4
	Estabilidad del Suelo	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	5
	Calidad del agua subterránea	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	6
	Calidad del agua subterránea	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	7
	Disponibilidad de agua	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	8
	Generación de ruido	Se generarán emisiones sonoras	9
FA CT			

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	Nº IMPACTO
	Vegetación terrestre	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	10
	Fauna Terrestre	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	11
	Hábitat Terrestre	Se creará una modificación del hábitat.	12
FACTORES ABIÓTICOS	Microclima	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	13
	Estructura de paisaje	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	14
	Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	15
FACTORES SOCIOECONÓMICOS	Empleo y mano de obra	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	16
	Infraestructura y servicios	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados.	17
	Calidad de vida	Ganancias económicas por empleos temporales.	18
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos al proyecto.	19

5.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL PROYECTO.

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 3 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).

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.

5.4.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

En la tabla 5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa:

Tabla 5. Valoración numérica, Etapa de Preparación del sitio.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	-1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	-21	Compatible
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	2	2	1	4	1	4	2	1	-22	Compatible
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	2	1	-26	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	-19	Compatible
7	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	2	-18	Compatible
8	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
9	Se generaran emisiones sonoras	-1	2	2	1	1	1	4	1	1	1	1	-21	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	2	1	1	4	1	4	1	4	4	4	-31	Moderado
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	1	1	1	2	1	4	1	4	2	1	-21	Compatible
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	2	1	2	4	1	4	1	4	4	2	-30	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	2	1	2	4	1	4	1	4	4	2	-30	Moderado
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	1	1	2	1	4	1	4	4	2	-27	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible
17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	1	20	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	2	2	1	1	1	4	1	1	2	1	22	Compatible

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible

Compatibles =<25 | Moderados >25 <50 | Severo >50 <75 | Crítico >75



Gráfica 1. Valoración de los impactos durante la etapa de Preparación del Sitio.

Durante la etapa de preparación del sitio se llevará a cabo la limpieza del área, mediante actividades de desmonte y/o despalme. Del total de 19 impactos identificados para el proyecto, todos se presentan durante esta etapa.

De los impactos identificados para la etapa de preparación del sitio, 15 fueron clasificados como negativos, de los cuales 10 se consideran compatibles y 5 moderados. Asimismo, se identificaron 4 impactos positivos, relacionados principalmente con aspectos socioeconómicos, derivados de la contratación de personal para la ejecución de las actividades del proyecto. Estos impactos positivos fueron clasificados como compatibles.

En cuanto a los 5 impactos negativos clasificados como moderados, la mayor calificación obtenida fue de -31, y esta se encuentra asociada a la remoción de la vegetación derivada de la apertura de vialidades de acceso a los lotes en el interior del predio. Por otro lado, dentro de los 10 impactos negativos clasificados como compatibles, la mayor calificación fue de -22, correspondiente a la posible afectación a la calidad del suelo derivado de la remoción vegetal.

5.4.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

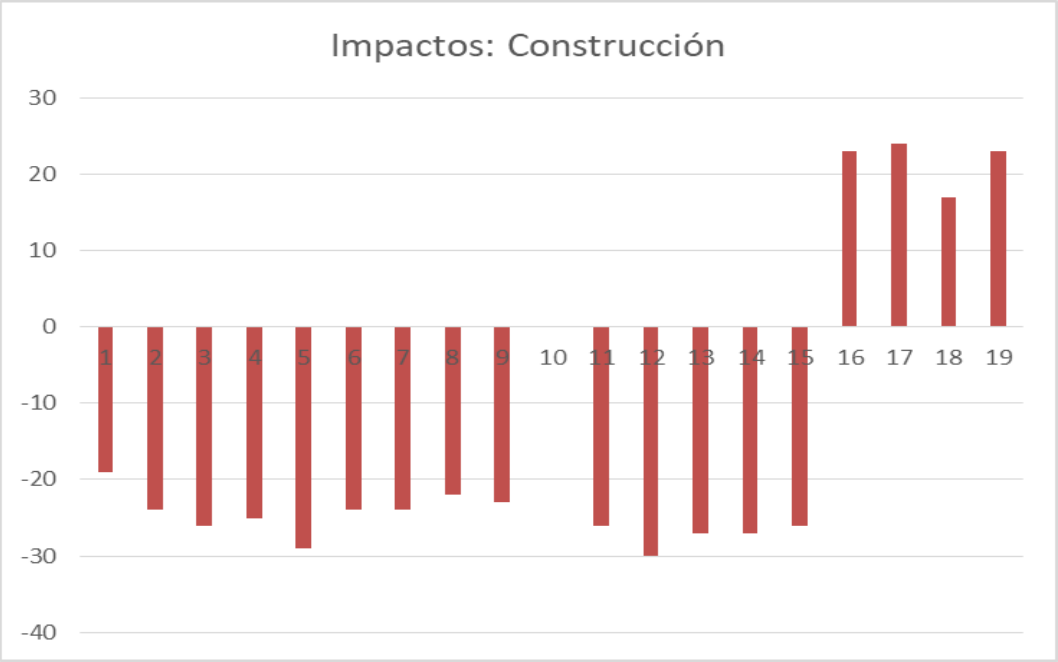
En la tabla 6 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa.

Tabla 6. Valoración numérica, Etapa de Construcción.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	2	2	2	1	1	4	1	2	2	1	-24	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	-1	2	2	2	2	1	4	1	4	1	1	-26	Moderado
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	2	1	2	2	1	4	1	4	2	1	-25	Compatible
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	-1	2	2	1	2	1	4	1	4	4	2	-29	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	1	-24	Compatible
7	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	-1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	4	-24	Compatible
8	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	-1	2	1	1	1	1	2	1	4	2	2	-22	Compatible
9	Se generarán emisiones sonoras	-1	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	-23	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NULO

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	2	1	1	1	1	4	1	4	4	2	-26	Moderado
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	2	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-30	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	1	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-27	Moderado
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	1	1	4	1	2	1	4	2	4	-27	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	2	1	2	1	1	2	4	2	4	2	-26	Moderado
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	1	1	1	1	4	4	1	1	2	23	Compatible
17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	1	1	1	1	1	1	4	4	4	2	2	24	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	2	1	1	1	1	4	4	1	1	2	23	Compatible

Compatibles =<25 Moderados >25 <50 Severo >50 <75 Crítico >75



Gráfica 2. Valoración de los impactos generados durante la Construcción del Proyecto.

Durante la Etapa de Construcción se identificaron 18 impactos y se obtuvieron 3 con valor nulo. El primer valor considerado como nulo, es referente a la remoción de cubierta vegetal, debido a que no se desmontarán áreas adicionales a las delimitadas durante la etapa de preparación del sitio.

Entre los compatibles se encuentran factores referentes a Calidad del aire, Calidad del suelo, Calidad del agua subterránea, Disponibilidad de agua y Generación de ruido.

Los calificados como moderados hacen referencia a los factores Calidad del suelo, Estabilidad del suelo, Factores bióticos y Factores abióticos obteniendo calificaciones que van en el rango de -26 a -30, estos valores se deben principalmente a la presencia de trabajadores y los residuos que puedan generar durante los trabajos de habilitación de vialidades.

De los impactos positivos que se presentaran son compatibles referentes al efecto benéfico que tendrá el proyecto por la infraestructura y servicios que se requieran, así como sobre los patrones y calidad de vida de los pobladores de la zona.

5.4.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante esta etapa, los impactos disminuyen su valoración en la mayoría de los casos.

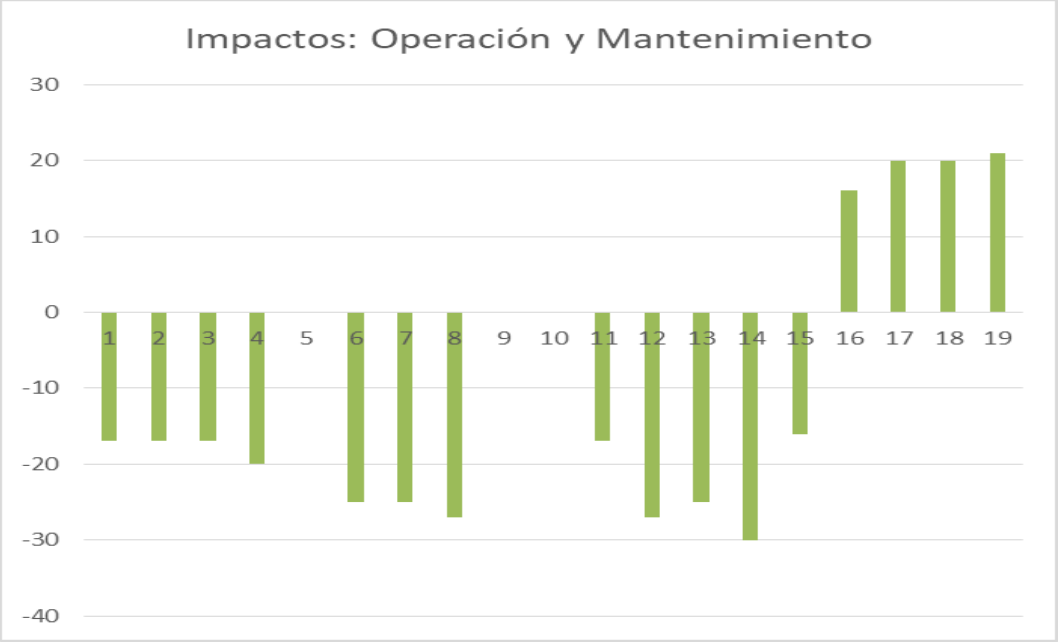
Tabla 7. Valoración numérica, Etapa de Operación y Mantenimiento.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	-17	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	-17	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores y/o habitantes.	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	-17	Compatible
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	2	1	1	4	1	4	1	1	-20	Compatible
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	2	2	2	2	1	2	1	4	2	1	-25	Compatible

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
7	Generación de aguas residuales durante la etapas del proyecto	-1	2	1	2	1	1	2	4	4	2	1	-25	Compatible
8	Abastecimiento de agua durante las etapas del proyecto	-1	2	1	2	2	1	2	4	4	2	2	-27	Moderado
9	Se generarán emisiones sonoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	-17	Compatible
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	1	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-27	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	1	1	2	4	1	2	4	2	4	1	-25	Compatible
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	1	2	4	1	2	1	4	4	4	-30	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores y habitantes, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	20	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	2	20	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	2	1	1	1	1	2	1	1	4	2	21	Compatible

Compatibles =<25 Moderados >25 <50 Severo >50 <75 Crítico >75

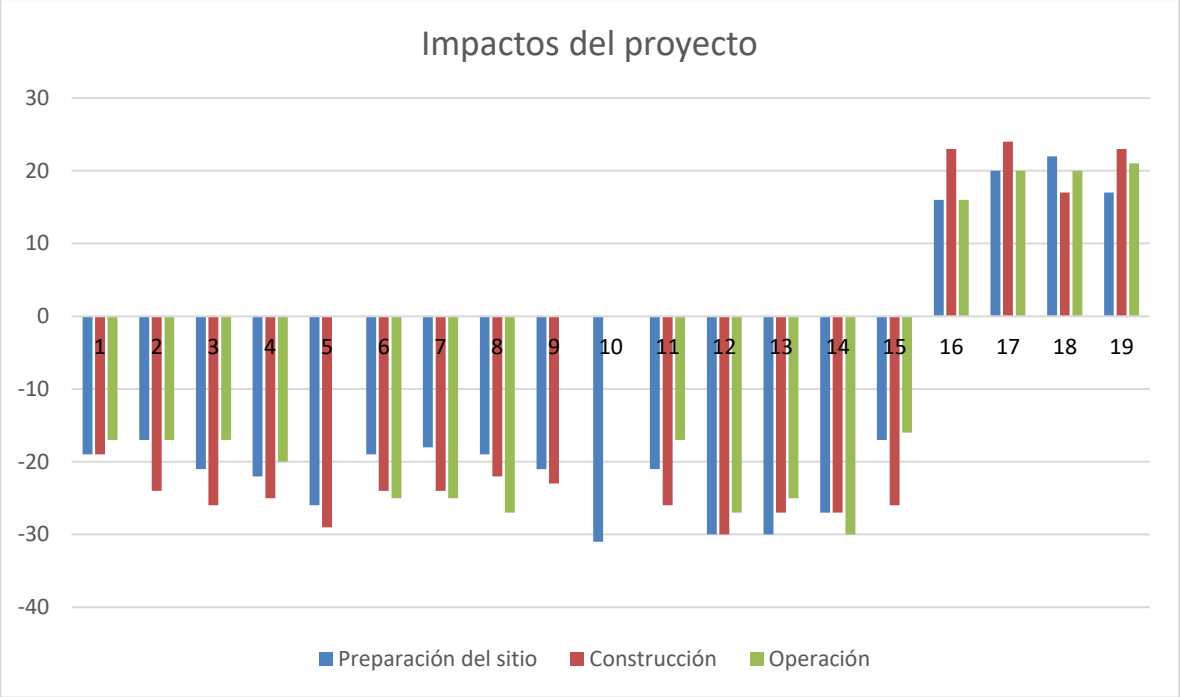


Gráfica 3. Valoración de los impactos generados durante la Operación y Mantenimiento del proyecto.

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 7 y en la Gráfica 3.

Los impactos nulos son referentes a la estabilidad del suelo, generación de ruido y remoción de la cubierta vegetal, debido a que en esa etapa no se realizarán excavaciones, no se utilizará maquinaria ni se llevará a cabo desmonte de ningún área.

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.



Gráfica 4. Valoración de los impactos generados durante todas las etapas.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

En el presente capítulo se 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 con 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.

Por otro lado, el conjunto de todas estas medidas redactadas en el presente título se debe de poner en práctica posteriormente, en todas las fases del proyecto, es decir: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

6.1.1 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.

6.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Las medidas preventivas se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 1. Medidas de prevención para el proyecto.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DEL AIRE			
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como polvos y partículas por la entrada y salida de vehículo.	Humedecer el material transportado y, cubrir los vehículos que transportan material con lonas.	PS - C Esta actividad será de mayor importancia en la segunda etapa del proyecto.	Se controlará la emisión de polvo, reduciendo el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.
Se generarán emisiones a la atmosfera tales como gases de combustión.	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.	PS - C Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las 2 primeras etapas del proyecto.	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

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
			trabajo y en la zona en general.
CALIDAD DE SUELO			
Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que se generarán.	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 Esta medida aplica desde el inicio del desmonte en la zona de construcción. Respecto a los sanitarios portátiles, estos serán utilizados durante las etapas de preparación del sitio y su construcción.	Se evitará la contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.
Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo con la Norma.	PS - C- O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.
ESTABILIDAD DEL SUELO			
Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de excavación y	El suelo removido durante las actividades de cimentación permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas de conservación del Proyecto.	PS - C Se deberá delimitar la zona de construcción sin afectar una	Minimiza los cambios en la continuidad de la superficie del terreno

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.	Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada.	mayor superficie de la autorizada.	manteniendo la estabilidad del suelo.
CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA			
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.	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 vehículos automotores, así como carga de combustible. Para la etapa de Operación se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (descrito en el Cap.2) para las instalaciones	PS - C - O Los sanitarios portátiles deberán estar desde el inicio de la obra hasta su finalización. Se contará con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para las instalaciones.	Se evitará la contaminación de agua subterránea.
Efectos de disminución en los volúmenes de agua, debido a que, el proyecto necesitara el abastecimiento para su funcionamiento.	Durante las etapas de preparación y construcción el agua que se requiera será proporcionada por medio de la compra de tótems de agua. Durante la operación del proyecto, las instalaciones contaran con sistemas ahorradores de agua.	PS - C - O Se abastecerá el proyecto con tótems de agua.	Se evitará al máximo el consumo excesivo del agua.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	A todos los vehículos, se les deberá practicar los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra.	PS - C Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de verificar el buen estado de los vehículos que se utilicen.	Se controlará los niveles de ruido generados.
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	No se desmontará ningún área fuera de las autorizadas. Estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, 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 llevará a cabo un Programa de Reubicación de especies en	PS Previo al inicio de obra se deberá delimitar el área verde para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	Se respetará a la flora silvestre.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	la NOM-059-SEMARNAT-2010.		
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Que 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 Previo a la obra se deberá reubicar la fauna que se encuentre en el sitio y que así lo requiera.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre
HÁBITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat.	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de un área de conservación equivalente al 12.15%	PS - C - O El hábitat se modificará durante la etapa preliminar y se mantendrá modificado durante la construcción y operación del proyecto.	Garantizar que la afectación del hábitat no ocurra en una superficie mayor a la ambientalmente compatible y autorizada.
ESPECIES EN LA NOM 059			
Efectos negativos en las especies enlistadas en la NOM-059 registradas en el sitio.	Se llevará a cabo un Programa de Reubicación de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	PS Previo al inicio de las actividades del proyecto.	Se evitará al máximo los posibles daños en especies protegidas.
ESTRUCTURA DEL PAISAJE			
Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. No utilizar más área de la autorizada.	PS - C - O Previo al inicio de la obra se deberá delimitar el área verde.	Se mantendrá cierta continuidad con la vegetación circundante por lo que los cambios en la estructura del paisaje se adaptan

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	El proyecto plantea la implementación de un área de conservación equivalente al 12.15%		a lo establecido para la zona.
MICROCLIMA			
Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto.	PS - C - O Se afectará el microclima después del desmonte y despalme de la zona.	Las variaciones de microclima serán puntuales al área que ocupe la infraestructura.
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	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. 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 Esta medida será tomada en cuenta en todo momento desde la etapa de Preparación del Sitio y durante la construcción y Operación.	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
EMPLEO Y MANO DE OBRA			
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas.	PS - C - O Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Generar un beneficio directo a la economía de la zona.
PATRONES DE VIDA			

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
Afectaciones mínimas sobre el medio y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores del complejo	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.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores de manera temporal en la etapa de construcción y de manera menos significativa pero continua durante la etapa de operación y mantenimiento.

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

6.1.3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación o compensación se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 2. Medidas de mitigación para el proyecto.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DEL AIRE			
La entrada y salida de los vehículos y del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	PS - C - O Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las primeras 2 etapas del proyecto.	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.
CALIDAD DE SUELO			
Posible afectación por la generación de fugas o	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de vehículos en sitios del proyecto. En caso	PS - C - O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos	Se evitará lo máximo posible la contaminación del suelo por la generación de

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
derrames de combustibles.	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.	utilizados a medida que avanza el proyecto.	fugas o derrames de combustibles.
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará emisiones sonoras.	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 - C Se les brindará el equipo adecuado a los trabajadores en el sitio del proyecto.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	El proyecto plantea la implementación de un área de conservación equivalente al 12.15%	PS El Programa de reubicación se deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se respetará a la flora silvestre.
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto	Se llevará a cabo un Programa de reubicación de las especies	PS	Se minimiza la posibilidad de

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.		El Programa de reubicación deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	afectación a la fauna silvestre.
HABITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	El proyecto plantea la implementación de un área de conservación equivalente al 12.15%	PS Se deberá delimitar el área verde previo al inicio de los trabajos en el sitio, para evitar su afectación.	La modificación del hábitat se realizará de una manera controlada.
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	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 - C – O Estas medidas se deberán llevar a cabo durante todas las etapas del proyecto.	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

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
			residuos peligrosos en su caso.
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS			
Durante las dos primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados.	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán provenir de las comunidades aledañas.	Las ganancias económicas se generarán en las comunidades aledañas.

6.2 IMPACTOS RESIDUALES.

No se espera que se generen impactos residuales considerados como graves en el área del proyecto, ya que en todo momento en las etapas del proyecto se considera salvaguardar la integridad del ambiente. Los impactos residuales que se identifican corresponden a una carga adicional de los residuos sólidos municipales y a un incremento del tráfico vehicular en la zona. Aunque estos impactos son temporales, periódicos y de corta duración (únicamente en temporada vacacional y ocasionalmente en fines de semana), de igual forma se implementaran las medidas de prevención y mitigación pertinentes al manejo de los residuos.

Los impactos residuales que se identifican corresponden a una carga adicional de los residuos sólidos municipales y a un incremento del tráfico vehicular en la zona. Aunque estos impactos son temporales, periódicos y de corta duración (únicamente en temporada vacacional y ocasionalmente en fines de semana), de igual forma se implementaran las medidas de prevención y mitigación pertinentes al manejo de los residuos.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

7.1. ESCENARIO ACTUAL

Durante la elaboración del presente documento se realizaron diversas visitas al sitio del proyecto para la verificación de aspectos bióticos como la flora y fauna. En dichas visitas se pudo constatar que, de acuerdo con su disposición geográfica, el predio se encuentra en Chicxulub pueblo dentro de la UGA PRO19-SEL-AP1 esto de acuerdo con el POETCY (Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán) vigente.

En cuanto a los impactos de carácter antropocéntrico, dada su ubicación se observaron zonas aledañas al proyecto en los que se encuentran áreas perturbadas y caminos con acceso a predios.

De manera general los registros de fauna consistieron en aves y reptiles y a simple vista se observa un sitio donde la calidad ambiental puede valorarse como media.



Fotografía 1. Vista aérea de la zona del proyecto.

7.2 ESCENARIO FUTURO

El presente proyecto pretende dar un uso compatible al establecido por la regulación ambiental competente. Las etapas de Preparación y Construcción son las más impactantes dado el tipo de actividades y personal involucrado. A continuación, se plantean 3 escenarios futuros con diferentes condiciones:

7.2.1 SIN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El escenario ambiental sin la ejecución del proyecto nos muestra una zona con una distribución de la vegetación que va empezando a sufrir las presiones de crecimiento urbano. La vegetación se mantiene en su mayoría, y solo se vería afectada en áreas puntuales en el caso de que fenómenos meteorológicos extremos como en el caso de los huracanes cuyo radio de afectación pueden abarcar el predio.

7.2.2 CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN APLICAR LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.

El escenario hipotético con la ejecución del proyecto sin implementar las medidas de mitigación propuestas en el capítulo 6, es el siguiente: Los impactos que se presentan son mucho más significativos para el sitio; el uso de vehículos en mal estado incrementaría considerablemente la contaminación en factores como el aire, el suelo y el agua.

Los impactos que se presentan son más significativos para el sitio y de menor escala a nivel del Sistema, puede llevarse a cabo una remoción de vegetación que no esté proyectada afectando gravemente al sitio.

Los impactos en la Estabilidad del Suelo pueden tornarse significativos al realizar mayores desmontes y excavaciones que las necesarias. Como conclusión, llevar a cabo la ejecución del proyecto sin las necesarias medidas de mitigación el Sistema Ambiental será seriamente impactado y fragmentado, incrementándose significativamente las posibilidades de contaminación específicamente para el sitio del proyecto y la recuperación de este.

Para tener una mejor perspectiva del incremento en los niveles de los impactos que generaría el proyecto, se realizó una matriz general que incluye dichos impactos contemplando las 3 etapas del proyecto con sus actividades programadas, pero sin llevar a cabo ninguna medida de mitigación y/o prevención. Tomando en cuenta que según la evaluación del Capítulo 5 de este documento, la etapa del proyecto con impactos más severos son las de Preparación del Sitio y realizando una comparación entre esta etapa (tabla 5, capitulo 5) y la siguiente tabla (1) se puede observar que todos los indicadores alcanzan el nivel de moderados, pero con valores más altos.

Tabla 1: Valoración numérica. Impactos generados por el proyecto sin medidas de Mitigación.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La entrada y salida de los vehículos y personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	-1	2	2	2	1	1	4	1	2	2	2	-25	Compatible
2	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	2	1	1	2	1	2	4	2	2	2	-24	Compatible
3	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	2	2	2	2	1	4	1	2	2	2	-26	Moderado
4	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	4	2	2	2	1	4	1	2	2	1	-31	Moderado
5	Se afectará la estabilidad del suelo durante los trabajos de excavación y nivelación y se disminuirá la cubierta natural en la superficie a utilizar.	-1	2	2	2	4	1	4	1	4	4	4	-34	Moderado
6	Debido a la infiltración el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	-1	4	1	2	2	1	4	4	4	2	1	-34	Moderado
7	Generación de aguas residuales durante las etapas del proyecto	-1	4	2	2	2	1	4	1	4	2	2	-34	Moderado
8	Durante la operación el proyecto necesitara el abastecimiento de agua para su funcionamiento.	-1	4	2	2	2	1	2	1	4	4	4	-36	Moderado

9	La construcción generará emisiones sonoras.	-1	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	-23	Compatible
10	Existirá remoción de la cubierta vegetal.	-1	4	2	4	4	1	4	1	4	4	4	-42	Moderado
11	Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	-1	2	2	2	1	1	4	4	4	2	4	-32	Moderado
12	Se creará una modificación del hábitat.	-1	4	1	4	4	1	4	4	4	4	4	-43	Moderado
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	2	2	2	4	1	4	4	4	4	4	-37	Moderado
14	Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona.	-1	2	2	4	4	1	4	4	4	4	4	-39	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	2	2	2	2	1	4	1	4	2	2	-28	Moderado
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	2	2	1	1	4	1	1	1	2	23	Compatible
17	Durante las primeras etapas se requerirán los servicios de empresas especializadas en el manejo y transporte de residuos fisiológicos, ya que se instalarán letrinas móviles para el uso de los empleados	1	2	1	2	1	1	4	1	1	1	2	21	Compatible

18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	2	17	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	16	Compatible

Compatibles =<25 Moderados >25 <50 Severo >50 <75 Crítico >75

7.2.3 CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO APLICANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS.

La prevención de impactos juega un papel muy importante en la ejecución de un proyecto. Si las medidas de mitigación se aplican correctamente, el panorama cambia satisfactoriamente esperando resultados favorables.

En cuanto la calidad de aire, todos los vehículos automotores que ingresen al predio deberán contar con sus mantenimientos al día. Llevando a cabo este control, las emisiones a la atmósfera estarían dentro de los rangos aceptables, humedeciendo los focos de trabajo y las vías de acceso, el levantamiento de polvos es reducido considerablemente, verificando que no se utilicen superficies mayores a la establecida se disminuye al máximo las afectaciones por el uso de suelo.

Se reportan resultados favorables en cuanto a las mitigaciones correspondientes para la flora y fauna del sitio. Dado el porcentaje de terreno destinado para áreas verdes y áreas de conservación, la fauna silvestre de la zona se ha adaptado y reintegrado al nuevo ambiente. Gracias a las recomendaciones hechas a los trabajadores y a los usuarios de la operación del predio, se ha evitado el maltrato o aprovechamiento no autorizado de todo tipo de flora y fauna del sitio.

Aunado a lo anterior, con la ejecución del proyecto se generan fuentes de empleo temporales en donde la prioridad son los habitantes de las comunidades circunvecinas.

7.3 CONCLUSIONES

Una vez realizados los estudios de campos pertinentes y la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables, se concluye lo siguiente: el predio se localiza dentro de la UGA correspondiente al Sistema Ambiental denominado: UGA PRO19-SEL-AP1 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Costero del Estado de Yucatán, en acuerdo con la reglamentación ambiental vigente el proyecto se considera compatible con dicha reglamentación. Como resultado del análisis del proyecto y su valoración ambiental, se tiene que los impactos negativos más fuertes ocurrirán durante la etapa de preparación del sitio, así como durante la construcción, debido al tipo de actividades y la cantidad de personal involucrado, siendo estos en su mayoría compatibles y algunos llegando a ser moderados. Sin embargo, al terminar la construcción y continuar con la operación, algunos factores impactados como la estructura del paisaje y calidad sanitaria del ambiente, serán beneficiados en parte por las medidas de mitigación que se plantean en el capítulo anterior. Considerando que el proyecto generará impactos positivos sobre la economía por la generación de empleos y mejorará las condiciones de vida de la localidad de Chicxulub pueblo, aunado al hecho de que los impactos negativos generados son en su mayoría temporales y en gran medida reversibles, la ejecución del proyecto se considera viable si, y solo si, se toman las medidas precautorias y se llevan a cabo eficientemente las medidas de mitigación.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

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. 2004. *Técnicas de Muestreo para Manejadores de Recursos Naturales*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología.

Bautista, F. 2010. *El Suelo*. En R. Durán y M. Méndez (Eds.) Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán (pp. 14-16). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.

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

Chan Vermont, C., Rico-Gray, V. y Flores J. S. 2002. *Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán*. Etnoflora Yucatanense 19: 1-133

Duran R. y M Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. 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.

Ley de Aguas Nacionales, [L.A.N.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 1 de diciembre de 1992.

Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. Reformada. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 8 de septiembre de 2010.

Ley General del Equilibrio Ecologico y la Protección al Ambiente, [L.G.E.E.P.A], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 28 de enero de 1988, (México).

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, [L.G.P.G.I.R.], Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 8 de octubre de 2003.

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

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Diario Oficial de la Federación, 12 de julio de 2019. (México).

Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 30 de marzo de 2019. (Yucatán, México).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado De Yucatán, [P.O.E.T.Y], Diario Oficial del Estado de Yucatán, 5 de diciembre de 2023. (Yucatán, México).

Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, [P.O.E.T.C.Y], Reformado, Diario Oficial del Estado de Yucatán, 20 de Marzo del 2014 (Yucatán, México).

Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 26 de agosto de 2016. (Yucatán, México).

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Reformado. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 12 de enero de 1994.

Reglamento de la Ley de Protección al Ambiente del Estado de Yucatán. Reformado. Diario Oficial del Estado de Yucatán, 26 de mayo de 2011.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Reformado. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 30 de mayo de 2000, (México).

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera, Reformada, Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 25 de noviembre de 1988, (México).

Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 21 de enero de 1997, (México).

Reglamento para la Protección de Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 6 de diciembre de 1982, (México).

Torres Wendy; Méndez Martha; Dorantes Alfredo y Durán Rafael. *Estructura, Composición y Diversidad del Matorral de Duna Costera en el Litoral Yucateco.* Boletín de la Sociedad Botánica de México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-001-SEMARNAT- 2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en

las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 11 de marzo de 2022, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-041-SEMARNAT- 2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 10 de junio de 2015, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-045-SEMARNAT- 2017. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 8 de marzo de 2018, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-052-SEMARNAT- 2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 23 de junio de 2006, (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 30 de diciembre de 2010. (México).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los 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. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 13 de enero de 1995. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 24 de noviembre de 2003. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 31 de mayo de 1999. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 11 de septiembre de 2014. (México).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social (STPS). NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Diario Oficial de la Federación [D.O.F.], 17 de abril de 2002. (México).