



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

*MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL,
MODALIDAD REGIONAL PARA EL PROYECTO:*

Parque Eólico Vientos del Caribe

EOLICA DEL ROCIO S.A. DE C.V

OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO, MÉXICO

Noviembre 2021.

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

1.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO	1
1.1.1	NOMBRE DEL PROYECTO	1
1.1.2	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.1.3	DURACIÓN DEL PROYECTO	2
1.2	DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	2
1.2.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	2
1.2.2	REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE	2
1.2.3	NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	2
1.2.4	DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES	2
1.2.5	NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	2

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

1.1 Datos generales del proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Parque Eólico Vientos del Caribe

1.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se pretende construir en terrenos arrendados de los ejidos Sergio Butrón Casas y Juan Sarabia, ambos en el municipio Othón P. Blanco en el estado de Quintana Roo.

El proyecto se ubica a aproximadamente a 14.09 km al oeste de la ciudad de Chetumal, a 7.47 km al suroeste de la laguna de Bacalar, a 1.76 km al norte de la localidad de Carlos A. Madrazo y a 1.64 km al norte de la localidad de Profesor Sergio Butrón Casas.

Debido a la gran cantidad de coordenadas que delimitan el polígono del proyecto, a continuación, se muestra un extracto, las coordenadas completas se encuentran en el anexo 2.

Tabla 1. Extracto de las coordenadas que conforman el polígono del proyecto.

Coordenadas UTM WGS84 Zona 16Q		
Vértice	Este (X)	Norte (Y)
1	323698.6121	2052949.586
2	323698.762	2052954.165
3	323698.866	2052955.543
4	323698.876	2052955.66
5	323699.221	2052958.84
6	323699.9671	2052963.36
7	323701.0073	2052967.821
8	323701.1586	2052968.376
9	323701.1865	2052968.477
10	323702.3649	2052972.305
11	323703.9784	2052976.592
12	323705.5267	2052980.061
13	323705.5719	2052980.155
14	323705.9141	2052980.859
15	323708.0734	2052984.899
16	323710.4923	2052988.788
17	323711.7067	2052990.547
18	323711.7674	2052990.632
19	323713.2211	2052992.597

1.1.3 Duración del proyecto

Aunque la vida útil de las instalaciones del parque es de aproximadamente de 30 años, se puede considerar indefinida si se van reponiendo los componentes eléctricos o mecánicos necesarios para el buen funcionamiento del parque y en un futuro, se seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías eólicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones.

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

EOLICA DEL ROCIO S. A. de C.V.

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[REDACTED]

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[REDACTED]

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Correo electrónico: jose.garcia@ideaenergia.es

1.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Mareterra Consultores S. de R.L. de C.V.

1.2.5.1 Responsable del estudio de impacto ambiental

[REDACTED]

1.2.5.2 Dirección del responsable técnico del estudio

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

1.2.5.3 Participantes

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

[Redacted text block]

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO..... 4

2.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	6
2.2	NATURALEZA DEL PROYECTO.....	6
2.3	OBJETIVO.....	6
2.4	JUSTIFICACIÓN	7
2.5	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	9
2.5.1	UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.....	9
2.5.2	SELECCIÓN DEL SITO	10
2.5.3	LOCALIDADES CERCANAS.....	13
2.5.4	COLINDANCIAS DEL ÁREA DEL PROYECTO	15
2.5.5	CUERPOS DE AGUA.....	17
2.5.6	URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS	17
2.5.6.1	SERVICIOS	17
2.6	INVERSIÓN REQUERIDA	19
2.6.1	COSTOS DE INVERSIÓN:	19
2.7	REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL Y LOCAL.....	20
2.8	PROGRAMA DE TRABAJO	21
2.9	DIMENSIONES DEL PROYECTO	23
2.9.1	SUPERFICIE PARA OBRAS PERMANENTES Y TEMPORALES. INDICAR SU RELACIÓN (EN PORCENTAJE), RESPECTO A LA SUPERFICIE TOTAL.....	23
2.9.2	SUPERFICIE A AFECTAR EN M ² CON RESPECTO A LA COBERTURA VEGETAL DEL ÁREA DEL PROYECTO.	37
2.10	DESCRIPCIÓN PARTICULAR DEL PROYECTO	38
2.10.1	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN PARQUE EÓLICO:	38
2.10.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	38
2.10.3	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS	39
2.10.3.1	AEROGENERADOR	39
2.10.3.1.1	CIMENTACIONES DE LOS AEROGENERADORES.....	42
2.10.3.1.2	PROTECCIÓN FRENTE A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	42
2.10.3.2	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	43
2.10.3.3	RED DE MEDIA TENSIÓN (RED DE MT)	43
2.10.3.4	CAMINO DE ACCESO	44

2.10.3.5	CAMINOS INTERNOS DEL PARQUE	44
2.10.3.6	DRENAJE.....	45
2.10.3.7	PLATAFORMAS DE ACOPIO Y MONTAJE DE AEROGENERADORES	45
2.10.3.8	TORRES METEOROLÓGICAS	46
2.10.3.9	PLATAFORMA DE ACOPIOS E INSTALACIONES PROVISIONALES	47
2.10.3.9.1	SUBESTACIÓN ELEVADORA (SE).....	47
2.10.3.9.2	LÍNEA AÉREA DE INTERCONEXIÓN	48
2.11	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	52
2.11.1	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	52
2.11.2	SEÑALIZACIÓN	52
2.11.2.1	LIMPIEZA	52
2.11.3	DESMONTE, DESPALME Y NIVELACIÓN	53
2.11.3.1	DESMONTE	53
2.11.3.2	DESPALME	53
2.11.4	TRAZO DE CAMINOS, PLATAFORMAS Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	54
2.11.5	APERTURA DE LA BRECHA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	54
2.11.6	OBRAS Y ACTIVIDADES TEMPORALES DEL PROYECTO	55
2.12	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	56
2.12.1	EXCAVACIÓN Y CAMINOS.....	56
2.12.2	CAMINOS INTERIORES	56
2.12.3	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	57
2.12.4	CIMENTACIONES DE LOS AEROGENERADORES	58
2.12.5	EXCAVACIÓN TRINCHERAS	58
2.12.6	COMPACTACIONES, NIVELACIONES Y RELLENOS.....	58
2.12.7	CIMENTACIONES DE TORRES DE LA LÍNEA DE TRASMISIÓN	59
2.12.8	PLATAFORMAS DE ACOPIO Y MONTAJE DE AEROGENERADORES	59
2.12.9	TRINCHERAS	59
2.12.10	SUBESTACIÓN ELEVADORA (SE).....	60
2.12.11	LÍNEA DE TRASMISIÓN.....	61
2.13	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	62
2.13.1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	63
2.14	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES.....	63

2.15	PERSONAL REQUERIDO DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO	64
2.16	UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	64
2.17	RESIDUOS	64
2.17.1	RESIDUOS SÓLIDOS	65
2.17.1.1	RESIDUOS GENERADOS DURANTE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 65	
2.17.1.2	RESIDUOS PELIGROSOS	65
2.17.2	RESIDUOS LÍQUIDOS	69
2.17.3	CANTIDADES DE GENERACIÓN.....	69
2.18	INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS	71
2.18.1	RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.....	71
2.18.2	RESIDUOS SUSCEPTIBLES A REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE.....	71
2.18.3	RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL	72
2.18.4	RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (SÓLIDOS MUNICIPALES)	72
2.18.5	ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	73
2.18.6	RESIDUOS PELIGROSOS	73
2.19	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	75
2.19.1	RESIDUOS PELIGROSOS	75
2.20	DISPOSICIÓN FINAL	76
2.20.1	RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS.....	76
2.20.2	RESIDUOS PELIGROSOS	76
2.20.3	AVISO DE CIERRE COMO GENERADORES	76
2.21	EMISIONES A LA ATMÓSFERA	77
2.22	GENERACIÓN DE RUIDO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	78

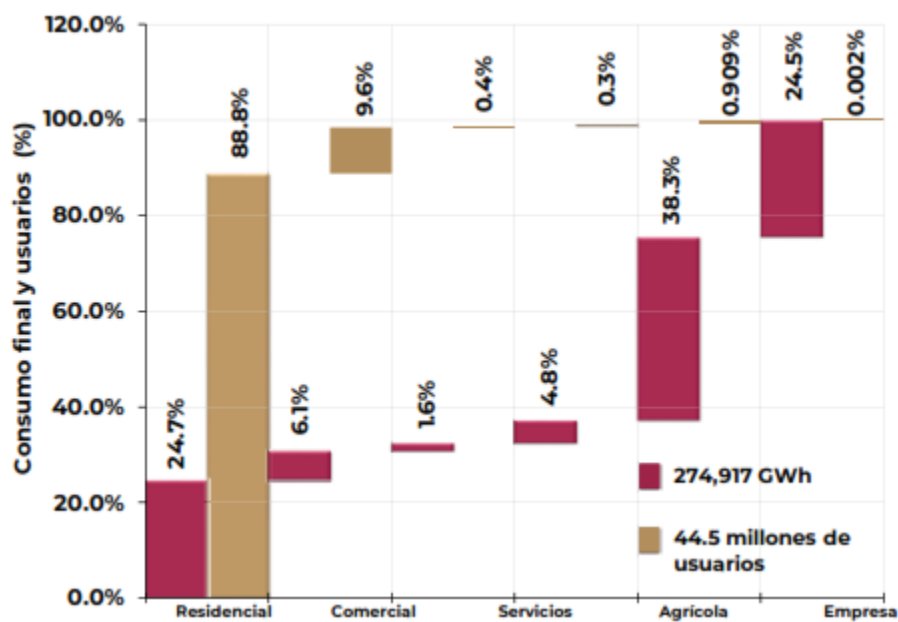
2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

Introducción

La energía eléctrica es el insumo primario para la realización de muchas actividades productivas. En la última década, la industria eléctrica (generación, transmisión y distribución) alcanzó una participación promedio de 1.2% en el Producto Interno Bruto (PIB) del país, debido a que se trata de un bien de primera necesidad que impulsa a los demás sectores y satisface las necesidades de un mayor número de usuarios, por lo tanto, se considera que el sector de la industria eléctrica es el que ha presentado mayor dinamismo con una tasa de crecimiento anual cercano al 3% del PIB¹ Nacional.

La electricidad es la segunda fuente de energía de mayor consumo en México, el cual se incrementó en 2019 en 274,917 GWh con respecto al año anterior (2018); de este consumo, el sector residencial ocupa el 24.7%, por su parte, la mediana y gran empresa representan juntas el 62.8%. (SENER, 2020-2034).

Figura 1: Participación de la electricidad en el consumo final de energía por sector



El sector energético enfrenta importantes cambios con acciones para: la reducción de las fuentes de energías fósiles, una mayor demanda de energía por el crecimiento poblacional y sus actividades productivas, así como el compromiso con el cuidado del medio ambiente

¹ Programa de desarrollo del sistema eléctrico Nacional. PRODESEN 2019-2033. SENER.

y la mitigación de los efectos del cambio climático; estos retos implican cambios de fondo en la forma de producir energía eléctrica en nuestro país.

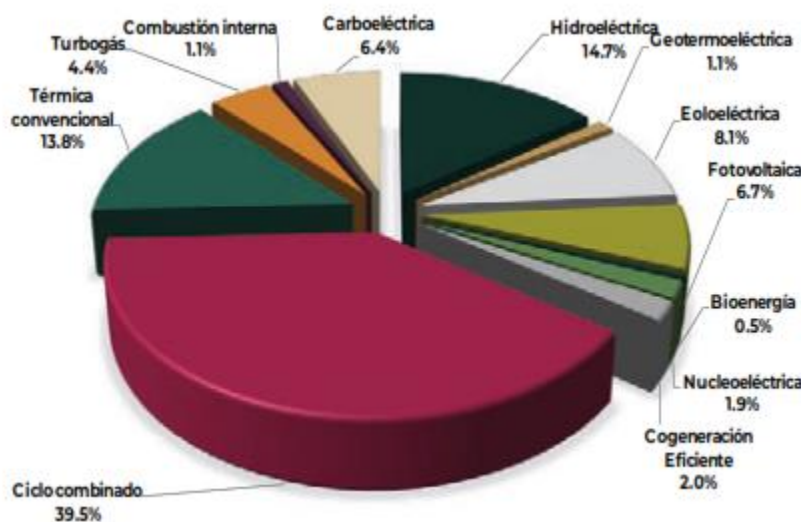
Por lo tanto, este sector está realizando el cambio de tecnologías en la producción de energía eléctrica dependiente de combustibles fósiles hacia una producción a través de energías limpias² y renovables, reduciendo las emisiones de CO₂ y de esta forma coadyuvar a la reducción de los efectos del cambio climático.

A partir del Acuerdo de París del 12 de diciembre de 2015, México se comprometió de manera no condicionada a través de la COP21 (UNEP Francia 2015), a disminuir sus gases de efecto invernadero derivados de la energía eléctrica en un 30% para el 2030. Una de las medidas para llevar a cabo este compromiso consiste en llegar a generar el 35% de energía limpia en 2024 y 43% para 2030. La energía limpia incluye a la energía eólica, solar, geotérmica y la bioenergía (entre las más comunes).

Al cierre del 2019 la capacidad entregada en operación comercial a la red fue de 78,447 MW, mientras que para octubre del 2020 se incrementó hasta los 86,034 MW representando un incremento del 9.67% con respecto al 2019³.

En el año 2019, la capacidad instalada de las centrales de Energía Limpia tales como hidroeléctricas, geotérmicas, eoloeléctricas, fotovoltaicas y de bioenergía fue de 23,582 MW, para octubre 2020 se tiene 26,746 MW, siendo un incremento del 13.40% al 2019.

Figura 2: Capacidad instalada hasta octubre del 2020



² De acuerdo con la definición de energías limpias contenida en la fracción XXII del artículo 3 de la LIE en el DOF 11/08/14

³ Programa de desarrollo del sistema eléctrico Nacional. PRODESEN 2020-2034. SENER

La tecnología de un parque eólico consiste en la conversión de la energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire en electricidad, por medio de un dispositivo como lo es el aerogenerador. La energía eólica no requiere el uso de combustibles ni agua.

2.1 Información general del proyecto

El proyecto Parque Eólico Vientos del Caribe (en adelante el Proyecto), consiste en la preparación del sitio, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de un parque eólico que tendrá una capacidad instalada promedio de 208 MW, y una capacidad de generación de 200 MW por 52 aerogeneradores cada uno de 4 MW de potencia nominal.

El Proyecto está conformado por:

- Área para la instalación de cimentaciones, maniobra y terraplenes para la instalación de los aerogeneradores, en dicha área se contemplan 65 posiciones, de esas, se tomarán sólo 52 para la instalación de los aerogeneradores, dejando 13 posiciones para que, en caso de que alguna de las 52 posiciones de los aerogeneradores seleccionadas presente algún contratiempo que impida su instalación, pueda utilizarse alguna de las 13 posiciones restantes.
- Red de media tensión.
- Subestación elevadora
- Línea de Trasmisión (LT) que interconectará la Subestación elevadora del Proyecto con la Subestación Xul-Ha (Obra ya existente de la CFE).
- Caminos internos y de acceso.
- Oficinas, almacenes y zona de actividades temporales.

2.2 Naturaleza del proyecto

El Proyecto consiste en un conjunto de obras y actividades para construir y operar un parque de generación de energía eólica, el cual producirá una potencia de 200 MW.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), su naturaleza es la de generación y trasmisión de energía eléctrica la cual se considera una actividad secundaria del sector de transformación.

De acuerdo con el SCIAN, el proyecto está en el sector 221119 Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Unidades económicas dedicadas principalmente a la generación, transmisión y distribución (suministro) de energía eléctrica de manera integrada, no importa el tipo de planta en que haya sido generada.

2.3 Objetivo

El objetivo principal del Proyecto es aprovechar la energía cinética del viento que será transformada por los aerogeneradores en energía eléctrica y suministrarla al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y de esta manera contribuir con la producción de energía limpia.

2.4 Justificación

La segunda fase de la revolución industrial, también llamada la segunda revolución industrial (1850-1970), involucró la búsqueda de nuevas fuentes de energía resultando en nuevas formas de vida. La energía eléctrica representó cambios estructurales en el modo cotidiano de vivir, influyendo en los procesos productivos y en las actividades económicas de todos los países del mundo. La repercusión fue tal, que incluso en la actualidad, el crecimiento económico, social y cultural de la sociedad actual está vinculado a la producción y consumo de energía (Pasqualetti & Brown, 2014).

Uno de los parámetros más importantes para clasificar el grado de desarrollo de un país, es el gasto energético per cápita, debido al estado del gasto y dependencia energética (Caballero Guerrero et. al, 2015). El suministro de energéticos con calidad y suficiencia contribuye, en gran medida, a un mayor bienestar de la población, a la realización de las actividades productivas, al crecimiento económico y a la competitividad de las empresas y los sectores productivos del país en los ámbitos nacional e internacional.

La generación de electricidad es una necesidad para acrecentar el potencial de desarrollo del país, sus regiones, sus pueblos y sus individuos. Para tener un sistema eléctrico funcional, eficiente, pero sobre todo confiable y con capacidad de abastecer las múltiples necesidades de la población. Independientemente del tamaño de la localidad en la que vive cada quien, la sociedad necesita tener fuentes alternativas de energía estratégicamente distribuidas en el territorio nacional. Así mismo, se requieren redes de distribución interconectadas que hagan llegar la energía a todos los pueblos, comunidades y ciudades (Ramírez, 2004). Cada red eléctrica que se tiende y cada obra de generación construida, contribuyen a crear nuevas opciones de educación, empleo, seguridad, oportunidades de inversión y realización de proyectos e iniciativas comunitarias, familiares o individuales que en conjunto crean un proceso más amplio de desarrollo regional y nacional.

Las energías renovables son fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente. La generación y el consumo de las energías convencionales causan importantes efectos negativos en el entorno. Sin llegar a decir que esos efectos no existen en las renovables, sí es cierto, en cambio, que son menores. Producen bajas emisiones de CO₂ (o ninguna, como es el caso de la energía solar) y otros gases contaminantes a la atmósfera, como ocurre con los llamados combustibles fósiles: petróleo, gas y carbón. No generan residuos de difícil tratamiento. La energía nuclear y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el medio ambiente. Las energías renovables son inagotables, los combustibles fósiles son finitos.

El desarrollo de proyectos de energías renovables representa⁴ :

- Un impacto en PIB de 95,400 MDP en el periodo 2012-20, generando 36,700 empleos.
- Una inversión de 117,300 MDP, concentrada en un 65% en industria nacional.
- 36,700 empleos a nivel nacional.

⁴ *Secretaría de Energía. Gobierno de la República.*

- Ingresos tributarios en 8,000 MDP anuales.
- La captura del 14% del potencial de abatimiento en el sector energético de emisiones de CO₂ en 2020, reduciendo 8.4 MtCO₂ en dicho año.
- Reducir hasta en 13% la necesidad de importación de gas natural.
- Firmeza a la red, facilitando el desarrollo de energías renovables.
- El desarrollo de una industria nacional con capacidad de exportación, de alto nivel agregado.
- El desarrollo de las regiones con recurso geotérmico.

Se crean cinco veces más puestos de trabajo con los proyectos para la generación de energía limpia o renovable⁵, que, con la generación de energía por medio de tecnología convencional, la cual generan muy pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio. Estos proyectos contribuyen decisivamente al equilibrio interterritorial porque suelen instalarse en zonas rurales.

Los beneficios del uso de energías renovables son:

- Evita la contaminación que conlleva el transporte de combustibles (gas, petróleo, diésel, carbón).
- No produce emisiones de CO₂ ni de otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Genera menos residuos que los combustibles fósiles.
- No hace necesaria la instalación de líneas de abastecimiento: canalizaciones a las refinerías o las centrales de gas.
- Su instalación es simple.
- Es de fácil instalación en zonas rurales.
- Reduce el intenso tráfico marítimo y terrestre cerca de las centrales.
- Suprime los riesgos de accidentes durante estos transportes: desastres con petroleros (traslados de residuos nucleares, etc.).

La energía eólica se considera una forma indirecta de energía solar. Entre el 1 y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento, debido al movimiento del aire ocasionado por el desigual calentamiento de la superficie terrestre. La energía cinética del viento puede transformarse en energía útil, tanto mecánica como eléctrica.

La principal ventaja ambiental de la producción de energía eólica es la prácticamente nula emisión de GEI⁶ y otros contaminantes. Ya que el consumo de agua solo se utiliza durante las etapas de preparación y construcción del proyecto eólico y el agua utilizada es agua cruda, no se generan aguas residuales por lo que no es necesario implementar mecanismos para su tratamiento. En este sentido es importante resaltar, que los parques eólicos no consumen agua durante la etapa de operación.

⁵ Fuente: U.S. DOE (junio 2006)

⁶ Gases de Efecto Invernadero.

Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles tradicionales durante su extracción, transformación, transporte y combustión; lo que beneficia al ambiente, puesto que:

- Evita la contaminación que conlleva el transporte de los combustibles: gas, petróleo, combustóleo, carbón.
- Reduce el intenso tráfico marítimo y terrestre cerca de las centrales. Suprime los riesgos de accidentes durante estos transportes: desastres con petroleros (traslados de residuos nucleares, etc.).
- No hace necesaria la instalación de líneas de abastecimiento: canalizaciones a las refinerías o las centrales de gas.

La utilización de la energía eólica para la generación de electricidad presenta nula incidencia sobre las características fisicoquímicas del suelo o su erodabilidad, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras.

Los parques eólicos favorecen que dentro de su emplazamiento se continúen realizando las actividades que originalmente se llevaban a cabo antes de su construcción y operación, ya que el porcentaje de ocupación de sus instalaciones es muy pequeño en relación al polígono total de los proyectos.

Los parques eólicos están formados por un conjunto de aerogeneradores que se encuentran conectados a la red de distribución eléctrica general. Son instalaciones de grandes dimensiones que se localizan en lugares donde la velocidad del viento es adecuada para la obtención de potencia de al menos 1 MW.

2.5 Características generales del Proyecto

El recurso eólico será utilizado para mover las aspas de aerogeneradores o turbinas que transformarán la energía mecánica aplicada a una hélice que, a través de un sistema de transmisión, hará girar el rotor de un generador o alternador, transformando finalmente la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

El Proyecto estará conformado por 52 aerogeneradores. Los aerogeneradores estarán interconectados en una red subterránea en media tensión (34 kV). Esta energía se entregará a la Subestación Elevadora (SE), la cual se encargará de elevar la tensión a 115 kV para ser transportada mediante una Línea de Transmisión a la Subestación Xul - Ha de CFE, para posteriormente transmitirla al SEN.

2.5.1 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se ubica a aproximadamente a 14.09 km al oeste de la ciudad de Chetumal, a 7.47 km al suroeste de la laguna de Bacalar, a 1.76 km al norte de la localidad de Carlos A. Madrazo y a 1.64 km al norte de la localidad de Profesor Sergio Butrón Casas.

Para llegar al área del proyecto saliendo de ciudad de Chetumal, se toma el libramiento de Chetumal, hasta incorporarse a la carretera Federal 186 (Villahermosa - Chetumal) rumbo

al oeste en la que se recorrerán aproximadamente 22.28 km hasta el área del proyecto (AP y cuyo acceso estará a 1.45 km después de la entrada a la comunidad Juan Sarabia.

2.5.2 Selección del Sitio

La selección del sitio se realizó a través de un extenso análisis de las condiciones bióticas, abióticas y sociales predominantes en la zona.

Como herramientas de apoyo para la toma de decisión de la selección del sitio y la configuración del Proyecto, se llevó a cabo un Monitoreo de Aves y Murciélagos (ver anexo 4) durante todo un año. Además, se realizó un Estudio de Riesgo de Colisión (ver anexo 4) y un análisis de Unidades Ambientales. A través de estos estudios, se determinó la mejor posición de los aerogeneradores para así aprovechar el recurso eólico minimizando en la medida de lo posible el impacto al ambiente. Así también, se buscó la menor afectación social que pudiera darse por el ruido generado por los aerogeneradores.

Además, se consideraron los siguientes aspectos:

Aspectos técnicos

- El área seleccionada cuenta con un potencial eólico suficiente para la generación de los MW que propone aprovechar el proyecto.
- Disponibilidad del recurso eólico, la zona cuenta con una velocidad del viento anual entre 8 y 9 m/s⁷.
- Las condiciones orográficas del sitio son favorables, ya que permiten una eficiencia en el flujo de las masas de vientos sin que haya barreras que dificulten su traslado.
- Existencia de infraestructura adecuada para el desarrollo, operación y desarrollo del Proyecto: vías de comunicación, accesos, líneas de transmisión para la evacuación de la energía generada, así como un relieve que permite la adecuada instalación de los equipos.
- La extensión del terreno permite ubicar el número de aerogeneradores necesario a una distancia tal que no se interfieran entre sí.
- Factibilidad de la interconexión con el sistema eléctrico existente.

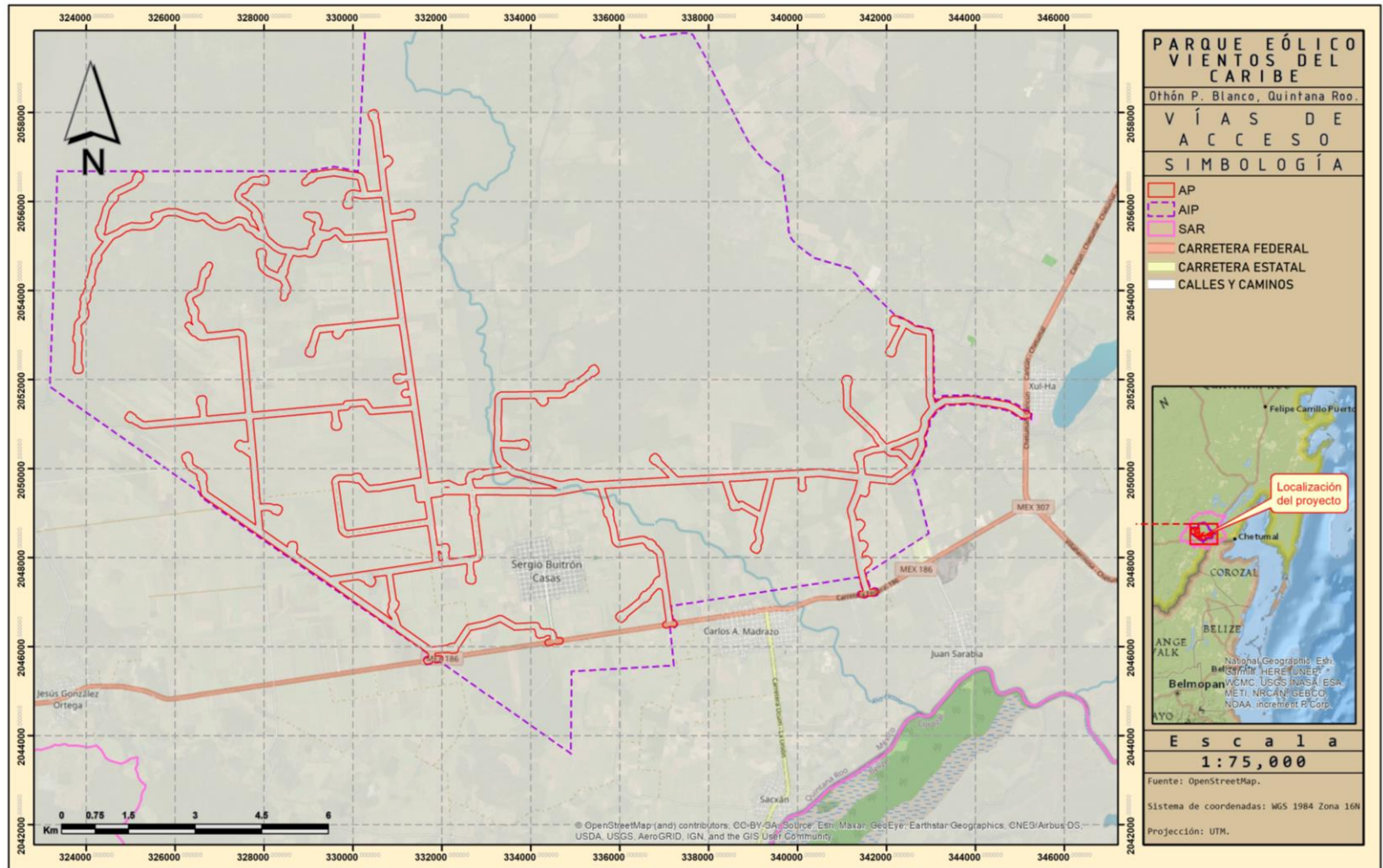
Aspectos socioeconómicos y socioambientales

- Existe seguridad jurídica en los terrenos seleccionados.
- El sitio no se ubica dentro de territorio con ordenamiento ecológico que prohíba el desarrollo del proyecto.
- No se afectan grandes extensiones de vegetación nativa y/o especies bajo régimen de protección legal.
- Se aprovechan zonas actualmente modificadas: pastizales inducidos, ganadería y/o agricultura.

⁷ Inventario Nacional de Energías Limpias <https://dgel.energia.gob.mx/inel/mapa.html?lang=es>

- El sitio de estudio no se ubica dentro ningún Área Natural Protegida decretada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP o por el Estado de Quintana Roo o algún Municipio.
- No se afectan de forma negativa a las actividades productivas de los habitantes en comunidades del sitio o región.

Figura 3: Croquis de Acceso al Sitio

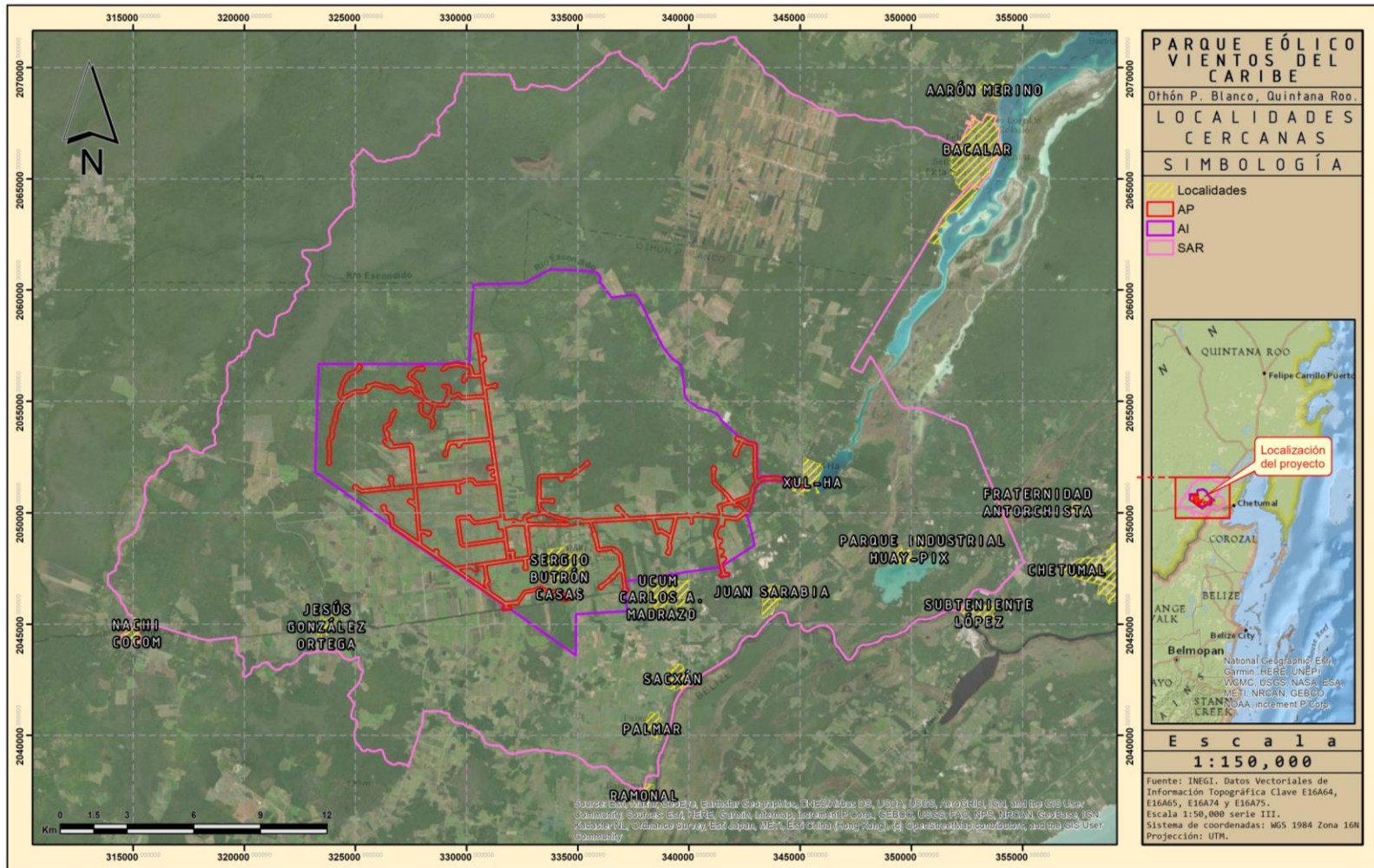


2.5.3 Localidades cercanas

De acuerdo con el catálogo de metadatos geográficos (2012) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), basado en las localidades de Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2010), las localidades cercanas mayores a diez habitantes son:

- Nachi Cocom a 14.62 km al suroeste del proyecto
- Jesús González Ortega a 6.08 km al suroeste del proyecto
- Sergio Butrón Casas a 1.48 km al sur del proyecto
- Carlos Madrazo a 1.83 km al sur
- Ucum a 1.77 km al sur del proyecto
- Juan Sarabia a 1.56 km al sur del proyecto
- Juan Sarabia a 2.03km al sureste del proyecto
- Arcoíris a 0.94 km al este del proyecto
- Xul - Ha 0.77 km al este del proyecto

Figura 4: Localidades Cercanas

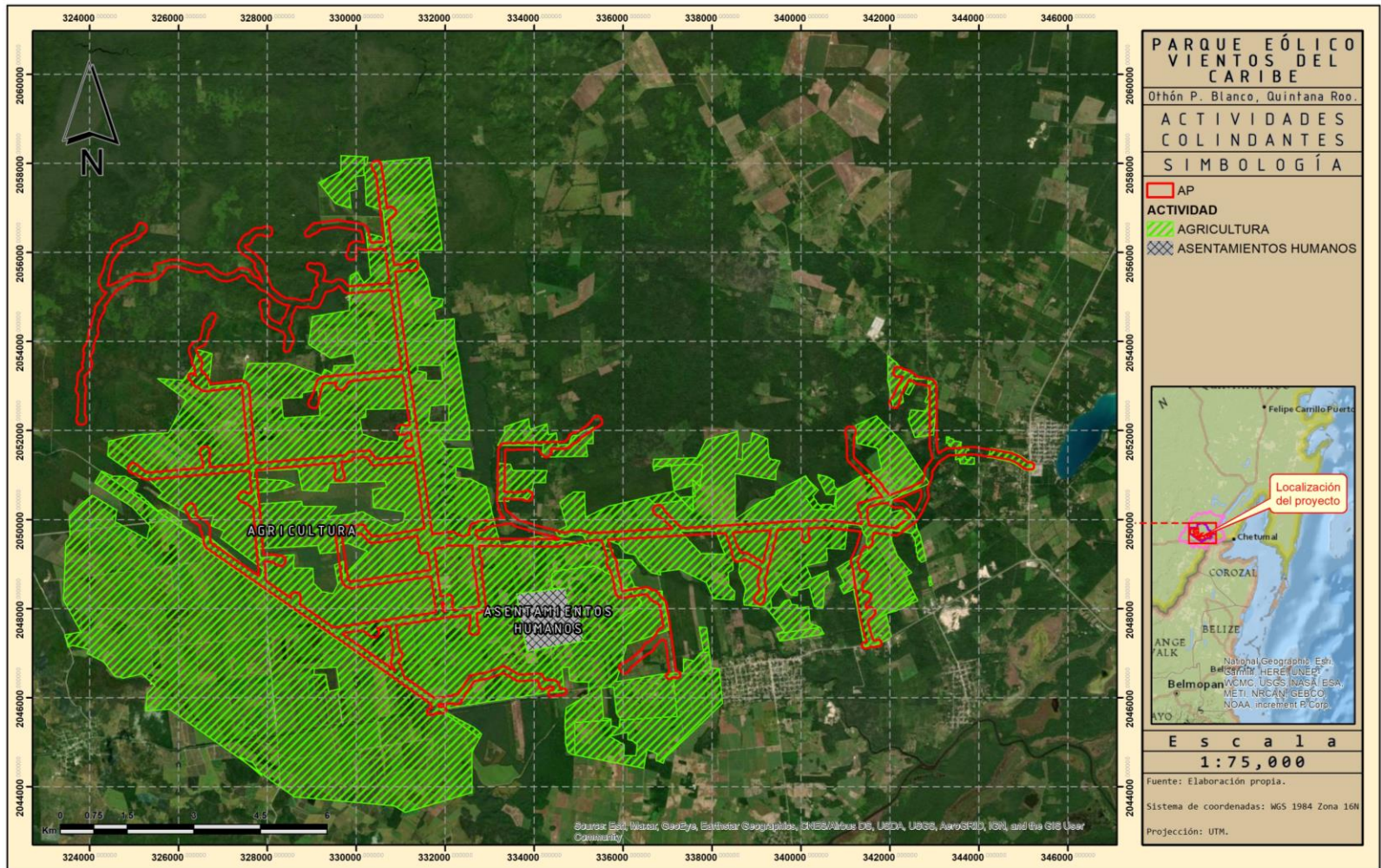


2.5.4 Colindancias del Área del Proyecto

El Área del Proyecto colinda de la forma siguiente:

- Al norte colinda con terrenos dedicados a las actividades agropecuarias y con terrenos de Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
- Al sur con terrenos dedicados a actividades agropecuarias y con las localidades Carlos Madrazo, Sergio Butrón Casas, Ucum y Juan Sarabia.
- Al oeste con terrenos dedicados a las actividades agropecuarias y con terrenos de Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
- Al este con las localidades Arcoíris, Xul-Ha y con la subestación eléctrica del mismo nombre.

Figura 5: Colindancias Parque Eólico Vientos del Caribe



2.5.5 Cuerpos de Agua

El polígono del Proyecto es atravesado por varias corrientes superficiales intermitentes, entre las cuales sobre sale el río Ucúm que va de noroeste a sureste y que desemboca en el lago Milagros que se encuentra a 5.38 km al sureste del polígono; además, por el este a 0.70 km se encuentra la laguna de Bacalar.

El proyecto no hará uso o extracción de agua del río Ucúm o de cualquier otra corriente superficial o subterránea en ninguna de sus etapas. Por el contrario, se dispondrán obras de drenaje para encausar los escurrimientos de maneta natural por lo que no se alterarán las corrientes presentes en el sitio. Además, se llevará a cabo un Programa de conservación de agua y suelo con el fin de minimizar los posibles impactos del proyecto a estos factores.

2.5.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El terreno donde se pretende llevar a cabo el proyecto, no cuenta con servicios municipales (drenaje, agua potable, luz, etc).

2.5.6.1 Servicios

Sistema de drenaje.

Para el servicio sanitario durante el proceso de preparación y construcción del proyecto, se contratará el servicio de baños móviles de acuerdo al número de trabajadores en la obra, a razón de uno (1) por cada 20 trabajadores. Generalmente los baños móviles reciben una limpieza por lo menos semanal, en la que se colectan las aguas residuales y sedimentos. Estos residuos generados serán tratados y dispuestos a través de compañías autorizadas para tales efectos, y previniendo con ello la contaminación del suelo o de otros componentes bióticos y abióticos de la zona.

Para la etapa de operación y mantenimiento, los baños estarán construidos dentro de las oficinas, para lo cual, se instalará una fosa séptica a la que se le dará mantenimiento a través de una compañía autorizada.

Accesos principales.

El acceso principal es por la carretera Federal 186 Villahermosa - Chetumal.

Suministro de agua

Durante la etapa de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, el suministro de agua se realizará por medio de la contratación de pipas. En la medida de lo posible, se favorecerá el uso de agua tratada para las labores de construcción y el riego de áreas de terracería como medida de mitigación de emisión de polvos. El agua para consumo humano será abastecida por medio de garrafones de agua (en todas las etapas del proyecto).

Energía eléctrica.

La energía eléctrica en la fase de preparación y construcción será suministrada por parte del contratista a base de plantas generadoras de energía. En la etapa de operación y mantenimiento, el proyecto será autosustentable en este rubro.

Telefonía.

En la etapa de preparación y construcción cada empresa contratista contará con su propio sistema de telefonía (teléfonos celulares). En la etapa de operación y mantenimiento se contratará el servicio con alguna compañía telefónica.

Tabla 1: Servicios

Servicio	Proveedor
Energía Eléctrica	Autosuficiente
Telefonía	Se usan líneas celulares de diferentes compañías
Agua	Agua potable: Se adquirirá en las localidades cercanas por medio de garrafones.
	Agua cruda: Por medio de pipas, compradas en la población más cercana.
Accesos	El acceso principal es por la carretera Federal 186 Villahermosa - Chetumal.
Residuos	Peligrosos y de Manejo Especial: Se almacenarán temporalmente en contenedores tapados debidamente marcados de acuerdo al catálogo de CRETIB. Se contratará una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT, para la recolección, transporte, manejo y confinación final de este tipo de residuos.
	Domésticos: Serán depositados en contenedores metálicos con tapa y debidamente marcados, para su posterior traslado al depósito municipal autorizado.
Sanitarios	Se contratará una empresa autorizada para dar el servicio de sanitarios portátiles, durante la etapa de preparación y construcción.

2.6 Inversión requerida

2.6.1 Costos de inversión:

La inversión requerida para la instalación de 52 aerogeneradores junto con las obras civiles, eléctricas, desarrollo del proyecto y costos indirectos (personal, estudios diversos, etc.), será de 182,720,000.00 dólares, compuestos por:

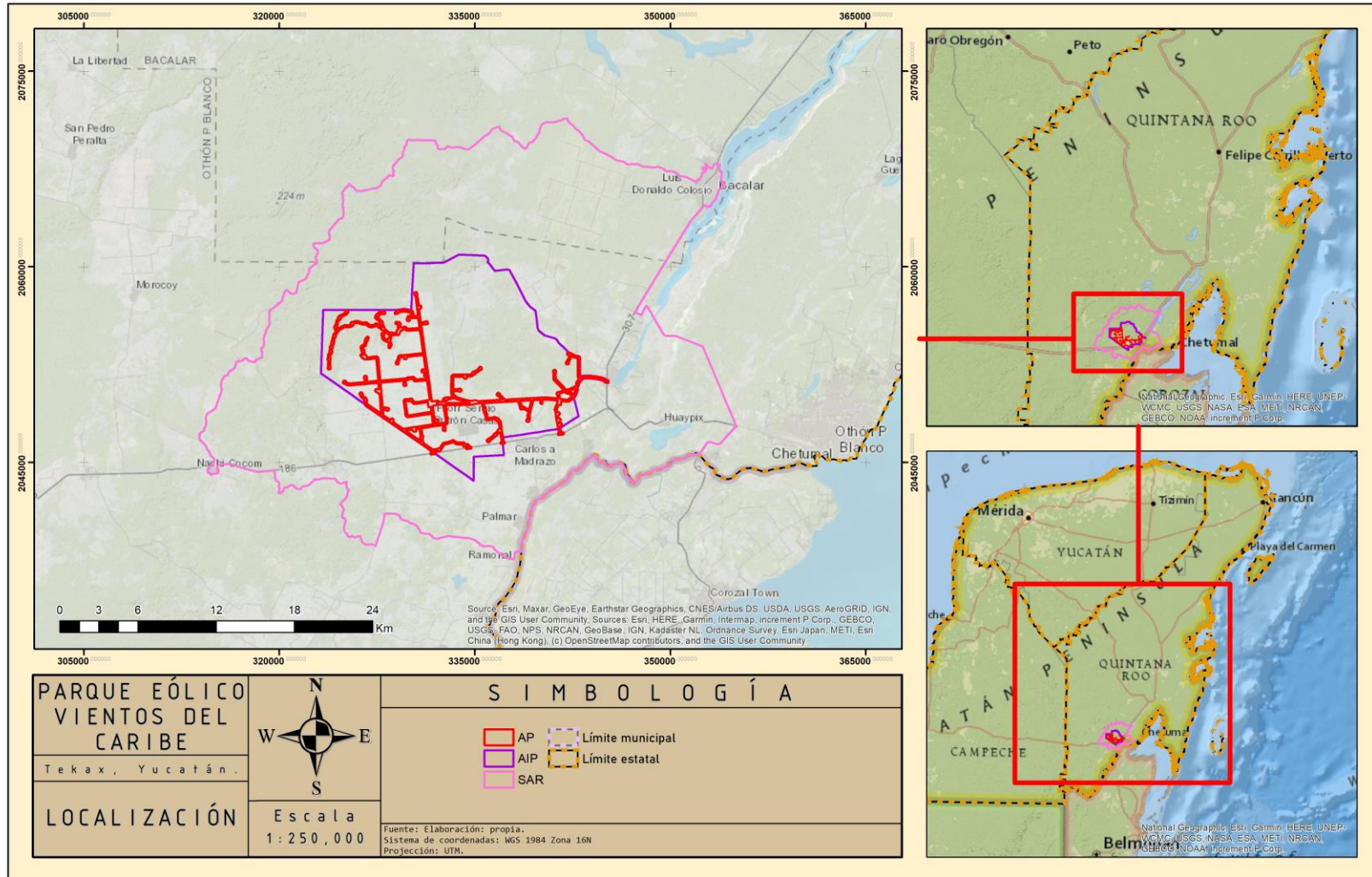
Tabla 2. Inversión requerida.

Descripción	Precio Total (USD)
Subestación	7,230,000.00
Personal	1,807,500.00
Maquinaria	1,084,500.00
Materiales y equipos	4,338,000.00
Parque Eólico	27,700,000.00
Personal	9,695,000.00
Maquinaria	11,080,000.00
Materiales y equipos	6,925,000.00
Línea de Transmisión	2,190,000.00
Personal	657,000.00
Maquinaria	219,000.00
Materiales y equipos	1,314,000.00
Aerogeneradores	145,600,000.00
Total	182,720,000.00

Costos para la aplicación de las medidas de mitigación:

El costo aproximado para la aplicación de las medidas de mitigación, compensación y programas de monitoreo será de \$3'654,400.00 USD que equivale al 2% de la inversión total cumpliendo con las bases establecidas en las buenas prácticas internacionales de Evaluación de Impacto Ambiental.

2.7 Representación Gráfica Regional y Local



ETAPA	ACTIVIDAD	MESES																																		AÑOS																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	31						
	Desmantelamiento de obras provisionales																																																			
	Puesta en Marcha																												X	X	X	X	X	X																		
	Medidas de prevención y mitigación								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Obra civil: viales, plataformas, edificaciones																																				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
	Estructural: torres, bancadas y bastidores, palas																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Mecánico: maquinas, transmisiones, uniones, etc.																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Hidráulico: Sistemas de transmisión																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Eléctrico: convertidores, compensación																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Instrumentación: sensores, controladores, etc.																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Mantenimiento de torres y cableado																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
	Mantenimiento de brechas y caminos																																					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
ABANDONO DEL SITIO	Desmantelamiento de aerogeneradores																																																		X	
	Recuperación de suelo ocupado																																																			X
	Desmantelamiento del edificio y subestación																																																		X	
	Desmantelamiento de las líneas aéreas																																																		X	

Operación y mantenimiento. Para lo cual se estima un plazo de 30 años, pudiendo extenderse la vida útil del proyecto con las medidas de mantenimiento que se implementen a lo largo de las etapas.

Abandono del Sitio: En caso de ser necesario se estima un plazo de 1 año para su realización.

2.9 Dimensiones del Proyecto

El área del proyecto abarca una superficie de 1,871.212 ha (18,712,119.12 m²) (Ver Anexo 2.10):

2.9.1 Superficie para obras permanentes y temporales. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

Las obras permanentes del proyecto ocuparán un área de 2,093,939.83 m² (209.394 ha) que corresponden a las obras siguientes: Plataformas Torres Meteorológicas, Trincheras de Cableado de la Red de Media Tensión, Trincheras del Cableado para las Torres Meteorológicas, Derecho de Vía de los Caminos, Subestación Elevadora, Derecho de Vía de la Línea de transmisión, Cimentaciones y Plataformas de los Aéreos. (ver anexo 2.10).

Cabe señalar que en el caso de las superficies de las cimentaciones de los aerogeneradores se consideran 65 posiciones, de las cuales sólo 52 llevarán la cimentación, pero en caso de que se presente algún contratiempo para la instalación de algún aerogenerador, se utilizará alguna de las 13 posiciones restantes para cubrir esa vacante.

Las obras temporales del proyecto corresponden a la zona para Campamento provisional donde se llevarán a cabo la instalación temporal de oficinas, baños móviles, almacenes temporales, áreas de carga y descarga de material, área para descanso de los trabajadores, y el buffer que se trazó para fines de delimitación del Área del Proyecto (AP). (ver anexo 2.10) y corresponde a una superficie de 16,780,136.39 m² (1678.014 ha).

Es importante señalar, que, debido a la configuración del parque, las superficies de algunas obras se sobrepondrán, o sea existirá un traslape entre las superficies de las obras, esta área será de 161,957.10 m² (16.196 ha). Esta superficie deberá restarse a la sumatoria total de áreas que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3 Obras del Proyecto

Descripción	m ²	ha	Porcentaje en el Proyecto
Obras temporales			
Campamento Provisional	51,000.00	5.100	0.273
Buffer del AP	16,729,136.39	1672.914	89.403
Subtotal	16,780,136.39	1678.014	89.675
Obras permanentes			
Superficie de rodamiento de caminos nuevos	305,463.95	30.546	1.632
Superficie de rodamiento de caminos existentes	337,029.40	33.703	1.801
Derechos de Vía de los caminos Internos	422,620.41	42.262	2.259
*Cimentaciones de aerogeneradores	27,004.55	2.700	0.144
Derecho de Vía de Línea de Transmisión	291,792.52	29.179	1.559
Plataformas para los aéreos	455,691.08	45.569	2.435
Plataformas para torres meteorológicas	3,000.00	0.300	0.016
Subestación Elevadora	51,000.00	5.100	0.273
Trinchera de Red de Media Tensión	200,037.10	20.004	1.069
Trinchera para Cableado de Torres Meteorológicas	300.82	0.030	0.002
Sub total	2'093,939.86	209.394	11.190
Superficie de Traslape	161,957.10	16.196	
Total	18'874,076.22	1,887.408	100

*De esta área, 21,603.64 m² (2.160 ha) forman las 52 posiciones que llevarán los aerogeneradores y 5,400.91 m² (0.540 ha) forman parte de las 13 posiciones de reserva.

Debido a la gran cantidad de coordenadas que forman el área del proyecto se presenta un extracto de las mismas para representarlo de forma simbólica, el total de coordenadas se encuentra en el anexo 2.11.

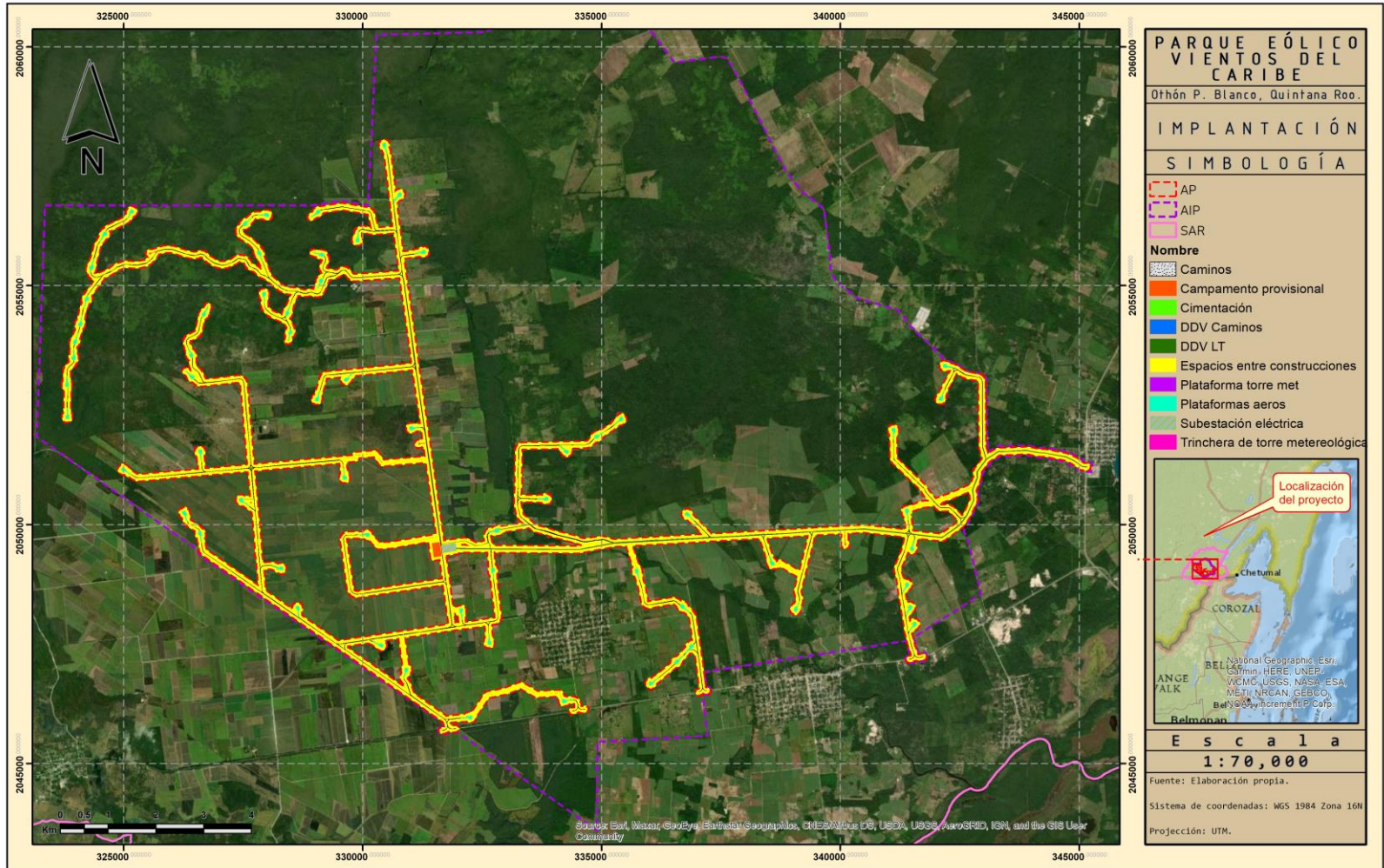
A continuación, se enlista un extracto de las coordenadas de cada obra. Todas las coordenadas están en UTM DATUM WGS84 Zona 16Q

Tabla 4: Coordenadas del Área del Proyecto

Coordenadas UTM Datum WGS84 16Q		
Vértice	Este (X)	Norte (Y)
1	323698.6121	2052949.586
2	323698.762	2052954.165
3	323698.866	2052955.543
4	323698.876	2052955.66
5	323699.221	2052958.84
6	323699.9671	2052963.36
7	323701.0073	2052967.821
8	323701.1586	2052968.376
9	323701.1865	2052968.477
10	323702.3649	2052972.305
11	323703.9784	2052976.592
12	323705.5267	2052980.061
13	323705.5719	2052980.155
14	323705.9141	2052980.859
15	323708.0734	2052984.899
16	323710.4923	2052988.788
17	323711.7067	2052990.547
18	323711.7674	2052990.632
19	323713.2211	2052992.597
20	323716.1271	2052996.138
21	323719.2584	2052999.481
22	323719.7288	2052999.947
23	323719.8035	2053000.021
24	323722.6764	2053002.686

Coordenadas UTM Datum WGS84 16Q		
Vértice	Este (X)	Norte (Y)
25	323725.8582	2053005.314
26	323724.0157	2053083.019
27	323724.1459	2053089.257
28	323724.2903	2053091.091
29	323724.3012	2053091.209
30	323724.6058	2053093.934
31	323725.3519	2053098.454
32	323725.3941	2053098.664
33	323731.4453	2053128.605
34	323729.2702	2053191.933
35	323729.2648	2053192.095
36	323729.2454	2053192.701
37	323729.2354	2053193.038
38	323729.2189	2053193.645
39	323729.2111	2053193.956
40	323729.1973	2053194.562
41	323729.1909	2053194.874
42	323729.1798	2053195.481
43	323729.1743	2053195.827
44	323729.1662	2053196.433
45	323729.1627	2053196.756
46	323729.1574	2053197.363
47	323729.1553	2053197.686
48	323729.1528	2053198.293

Figura 6: Mapa de implantación del Parque Eólico Vientos del Caribe



Obras Permanentes

Las obras permanentes del proyecto son:

Red de Caminos (Superficie de rodamiento).

Para el establecimiento de la red de caminos del parque, se emplearán tanto los caminos que actualmente existen, así como caminos nuevos.

La superficie total de rodamiento de la red de caminos será de 642,493.35 m² (64.249 ha).

De esta superficie, 305,029.40 m² (30.546 ha) corresponden a los caminos nuevos que serán aperturados y tendrán una longitud de 4,849.00 m, mientras que 337,029.40 m² (33.703 ha) corresponden a los caminos existentes, mismos a los que se les dará mantenimiento contando con una longitud de 42,108.35 m

Debido a la cantidad de coordenadas que forman la red de caminos, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	334441.03	2046321.72
2	334441.8	2046321.43
3	334442.56	2046321.13
4	334443.31	2046320.83
5	334444.07	2046320.52
6	334444.82	2046320.2
7	334445.57	2046319.88
8	334446.32	2046319.55
9	334447.06	2046319.21
10	334447.8	2046318.86
11	334448.54	2046318.51

ID	Este (X)	Norte (Y)
12	334449.28	2046318.16
13	334450.01	2046317.79
14	334450.74	2046317.42
15	334451.46	2046317.05
16	334452.18	2046316.66
17	334452.9	2046316.28
18	334453.62	2046315.88
19	334454.33	2046315.48
20	334455.03	2046315.07
21	334455.74	2046314.66
22	334456.44	2046314.24

Derecho de Vía de los Caminos

Tiene un ancho de 4 m (2 de cada lado) y una longitud de 109,339.62 km, ocupando una superficie de 422,620.41 (42.262 ha).

Debido a la cantidad de coordenadas, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)	ID	Este (X)	Norte (Y)
1	331780.95	2045767.34	12	331784.59	2045760.29
2	331781.26	2045766.69	13	331784.95	2045759.67
3	331781.57	2045766.04	14	331785.31	2045759.05
4	331781.88	2045765.39	15	331785.68	2045758.43
5	331782.21	2045764.74	16	331786.06	2045757.81
6	331782.53	2045764.1	17	331786.44	2045757.2
7	331782.86	2045763.46	18	331786.82	2045756.59
8	331783.2	2045762.82	19	331787.21	2045755.98
9	331783.54	2045762.19	20	331787.6	2045755.38
10	331783.88	2045761.55	21	331788	2045754.78
11	331784.23	2045760.92	22	331788.4	2045754.18

Cimentaciones de Aerogeneradores

Los aerogeneradores estarán montados sobre cimentaciones en forma circular de 23 m de diámetro.

Para el diseño del parque, se evaluaron 65 posiciones, sin embargo, solo se instalarán 52 aerogeneradores. En caso de que alguna posición presente contratiempos, se emplearán cualquiera de las 13 posiciones restantes.

En conjunto las 65 posiciones ocupan una superficie de 27,004.55 m² (2.700 ha), de las cuales, 21,603.64 m² (2.160 ha) forman las 52 posiciones que llevarán los aerogeneradores; los 5,400.91 m² (0.540 ha) restantes, forman parte de las 13 posiciones de reserva.

Debido a la cantidad de coordenadas, a continuación, se presentan solo una muestra de las primeras 22 posiciones, el resto se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	323794.91	2052217.33
2	323794.91	2052217.33
3	323794.91	2052217.53
4	323794.92	2052217.73
5	323794.93	2052217.93
6	323794.94	2052218.13
7	323794.96	2052218.33
8	323794.98	2052218.53
9	323795	2052218.73
10	323795.02	2052218.93
11	323795.05	2052219.13

ID	Este (X)	Norte (Y)
12	323795.09	2052219.32
13	323795.12	2052219.52
14	323795.16	2052219.72
15	323795.21	2052219.91
16	323795.25	2052220.11
17	323795.3	2052220.3
18	323795.36	2052220.5
19	323795.42	2052220.69
20	323795.48	2052220.88
21	323795.54	2052221.07
22	323795.61	2052221.26

Derecho de Vía de la Línea de Transmisión (LT)

Ocupa una superficie de 291,792.52 m² (29.179 ha), en ella se instalarán las 70 torres que transportarán la energía de la Subestación Elevadora del Proyecto a la Subestación Xul-Ha de CFE. A continuación, se enlistan las coordenadas de referencia, debido a que el listado es extenso y se encuentra en el anexo 2.11 de este documento.

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	343894.95	2051561.52
2	344156.19	2051510.35
3	344278.76	2051504.88
4	344280.06	2051504.74
5	344720.48	2051425.72
6	344722.13	2051425.27
7	344722.89	2051424.96
8	344892.25	2051347.14
9	344893.07	2051346.71
10	344893.98	2051346.12
11	345061.38	2051223.47
12	345168.66	2051212.96
13	345166.71	2051193.06

ID	Este (X)	Norte (Y)
21	344277.2	2051484.93
22	344154.55	2051490.4
23	344153.17	2051490.56
24	343892.43	2051541.64
25	343521.94	2051520.64
26	343298.64	2051512.2
27	343067.18	2051361.68
28	342882.37	2051114.3
29	342871.12	2051082
30	342878.72	2050993.91
31	342878.75	2050992.49
32	342878.57	2050991.08
33	342873.21	2050964.44

ID	Este (X)	Norte (Y)
14	345056.7	2051203.84
15	345055.38	2051204.05
16	345054.1	2051204.45
17	345052.89	2051205.01
18	345051.76	2051205.72
19	344882.98	2051329.39
20	344715.69	2051406.25

ID	Este (X)	Norte (Y)
34	342872.8	2050963
35	342872.65	2050962.6
36	342781.14	2050740.68
37	342775.04	2050716.95
38	342802.08	2050515.93
39	342802.17	2050514.53
40	342802.06	2050513.12

Torres de la Línea de Transmisión (LT)

Se instalarán un total de 70 torres de 2 diferentes modelos 1W12 y 1G12 y estarán ubicadas como lo muestran las coordenadas. Debido a lo extenso de la lista, sólo se muestran algunas coordenadas de referencia, el listado completo se encuentra en el anexo 2.11 de este documento.

Torre	Modelo	Este (X)	Norte (Y)
AP01	1G12	331966.77	2049496.65
AP02	1W12	332209.96	2049494.53
AP03	1W12	332419.95	2049492.70
AP04	1W12	332629.94	2049490.87
AP05	1W12	332839.94	2049489.03
AP06	1W12	333049.93	2049487.20
AP07	1W12	333259.92	2049485.37
AP08	1W12	333469.91	2049483.54
AP09	1W12	333679.90	2049481.70
AP10	1W12	333889.90	2049479.87
AP11	1W12	334099.89	2049478.04
AP12	1W12	334309.88	2049476.21
AP13	1G12	334519.87	2049474.37
AP14	1W12	334748.44	2049515.92
AP15	1W12	334969.68	2049556.14
AP16	1G12	335255.75	2049608.15
AP17	1W12	335465.42	2049619.97
AP18	1W12	335675.09	2049631.80
AP19	1W12	335884.76	2049643.63
AP20	1W12	336094.42	2049655.45

Torre	Modelo	Este (X)	Norte (Y)
AP21	1W12	336304.09	2049667.28
AP22	1W12	336513.76	2049679.11
AP23	1W12	336723.42	2049690.93
AP24	1G12	336929.87	2049702.58
AP25	1W12	337159.50	2049715.53
AP26	1W12	337389.14	2049728.48
AP27	1W12	337618.77	2049741.43
AP28	1W12	337848.41	2049754.39
AP29	1W12	338078.04	2049767.34
AP30	1G12	338294.56	2049779.55
AP31	1W12	338503.20	2049791.16
AP32	1W12	338702.89	2049802.27
AP33	1G12	338902.58	2049813.39
AP34	1W12	339152.05	2049829.69
AP35	1G12	339438.64	2049848.09
AP36	1W12	339617.34	2049857.81
AP37	1W12	339827.03	2049869.22
AP38	1W12	340036.72	2049880.62
AP39	1W12	340246.41	2049892.03
AP40	1G12	340495.21	2049905.57

Subestación Elevadora (SE)

Ocupará una superficie de 51,000.00 m² (5.100 ha), en la siguiente ubicación:

Vértice	Este (X)	Norte (Y)
1	331672.78	2049402.59
2	331648.58	2049570.86
3	331945.53	2049613.56
4	331969.72	2049445.29

Trinchera de la Red de Media Tensión

Para llevar la energía de los aerogeneradores a la Subestación elevadora, se instalará una red de media tensión en 34.5 kV, misma que correrá por trincheras de una anchura de entre 0.40 y 1.20 m con una profundidad de 1.10 m, ocupando en conjunto una superficie de 200,037.10 m² (20.004 ha), y teniendo una longitud de 100,720 m.

Debido a la cantidad de coordenadas, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	326281.02	2050295.99
2	326296.19	2050284.22
3	326296.25	2050284.16
4	326296.29	2050284.11
5	326296.32	2050284.04
6	326322.7	2050205.19
7	326322.72	2050205.13
8	326322.72	2050205.06
9	326322.71	2050204.99
10	326322.7	2050204.95
11	326308.57	2050156.01

ID	Este (X)	Norte (Y)
12	326338.55	2050066.42
13	326338.64	2050066.17
14	326338.72	2050065.91
15	326338.81	2050065.65
16	326338.9	2050065.4
17	326338.99	2050065.14
18	326339.08	2050064.89
19	326339.17	2050064.63
20	326339.27	2050064.38
21	326339.36	2050064.12
22	326339.45	2050063.87

Trinchera Cableado para torres meteorológicas

Se instalarán 3 trincheras de 0.40 m de ancho con una profundidad de 1.10 m que servirán para el cableado eléctrico y de datos de las torres meteorológicas. En conjunto ocuparán una superficie de 300.82 m² (0.030 ha).

Debido a la cantidad de coordenadas, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)	ID	Este (X)	Norte (Y)
1	340121.92	2049565.34	12	340087.97	2049898.82
2	340102.03	2049562.8	13	340104.31	2049613.66
3	340101.97	2049563.2	14	340119.96	2049601.51
4	340121.68	2049565.72	15	340119.99	2049601.49
5	340119.64	2049601.26	16	340120.01	2049601.46
6	340103.99	2049613.41	17	340120.02	2049601.43
7	340103.96	2049613.43	18	340120.03	2049601.38
8	340103.94	2049613.46	19	340122.09	2049565.55
9	340103.92	2049613.49	20	340122.08	2049565.5
10	340103.91	2049613.54	21	340122.07	2049565.47
11	340087.57	2049898.8	22	340122.06	2049565.44

Plataformas de los Aerogeneradores

Para el montaje de los aerogeneradores se requerirán plataformas de forma irregular donde deberá caber una pluma de celosía de 150 m de longitud.

Se contemplan 65 posiciones, de las cuales sólo se utilizarán 52, para la instalación de los aerogeneradores, dejando 13 posiciones para que, en caso de que alguno de los 52 aerogeneradores presente algún contratiempo que impida su instalación, pueda tomarse alguna de las 13 posiciones restantes.

En conjunto, las 65 posiciones para las plataformas ocupan un área de 455,691.08 m² (45.569 ha).

Debido a la cantidad de coordenadas, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	325177.79	2056587.58
2	325122.63	2056497.06
3	325112.21	2056503.41
4	325122.62	2056520.49
5	325110.84	2056527.67
6	325150.91	2056593.42
7	325156.03	2056590.3
8	325160.72	2056597.99
9	325184.74	2056587.44
10	325215.48	2056568.71
11	325206.37	2056553.77

ID	Este (X)	Norte (Y)
12	325210.64	2056551.16
13	325183.84	2056507.19
14	325153.82	2056513
15	325137.11	2056488.15
16	325136.11	2056486.51
17	325137.39	2056485.73
18	325134.26	2056480.6
19	325132.98	2056481.38
20	325111.13	2056445.52
21	325112.41	2056444.74
22	325109.28	2056439.62

Plataformas de las Torres Meteorológicas

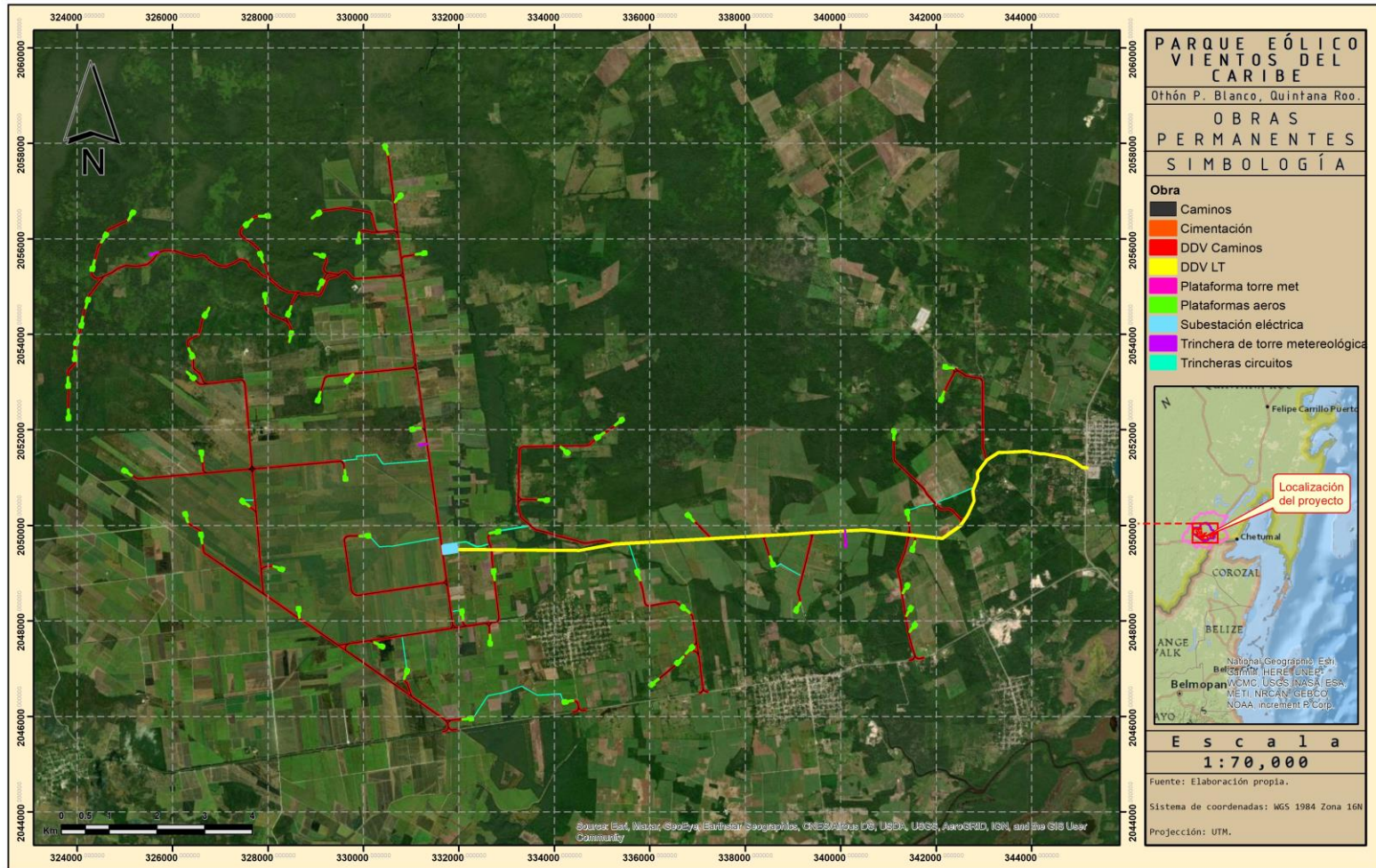
Para el montaje de los Torres Meteorológicas se requerirá un total de 3 plataformas. En conjunto, las superficies de las plataformas ocupan un área de 455,691.08 m² (45.569 ha).

Debido a la cantidad de coordenadas, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	331170.66	2051681.76
2	331160.76	2051680.34
3	331159.34	2051690.24
4	331169.24	2051691.66
5	331167.82	2051701.56
6	331197.52	2051705.82
7	331201.78	2051676.12
8	331172.08	2051671.86
9	325541.15	2055661.5
10	325531.51	2055658.86
11	325528.86	2055668.5

ID	Este (X)	Norte (Y)
12	325538.5	2055671.15
13	325535.85	2055680.79
14	325564.78	2055688.73
15	325572.73	2055659.81
16	325543.8	2055651.86
17	340106.71	2049568.28
18	340107.28	2049558.3
19	340097.29	2049557.73
20	340096.72	2049567.71
21	340086.74	2049567.14
22	340085.02	2049597.09

Figura 7 Obras Permanentes



Capítulo 2. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

Obras Temporales

Campamento Provisional

Está formada por un polígono en donde se llevará a cabo la instalación de un campamento temporal que contendrá oficinas, baños móviles, almacenes temporales, áreas de carga y descarga de material, área para descanso de los trabajadores, entre otras y corresponde a un área de 51,000.00 m² (5.100 ha):

Vértice	Este (X)	Norte (Y)
1	331654.17	2049334.3
2	331485.86	2049310.39
3	331443.68	2049607.41
4	331611.99	2049631.32

Buffer del AP (Espacios entre construcciones)

Esta superficie corresponde a un área que ha sido delimitada para fines de establecer el Área del Proyecto (AP). Se delimitó generando un buffer alrededor de la infraestructura del parque, con una superficie de 16,729,136.39 m² (1,672.914 ha).

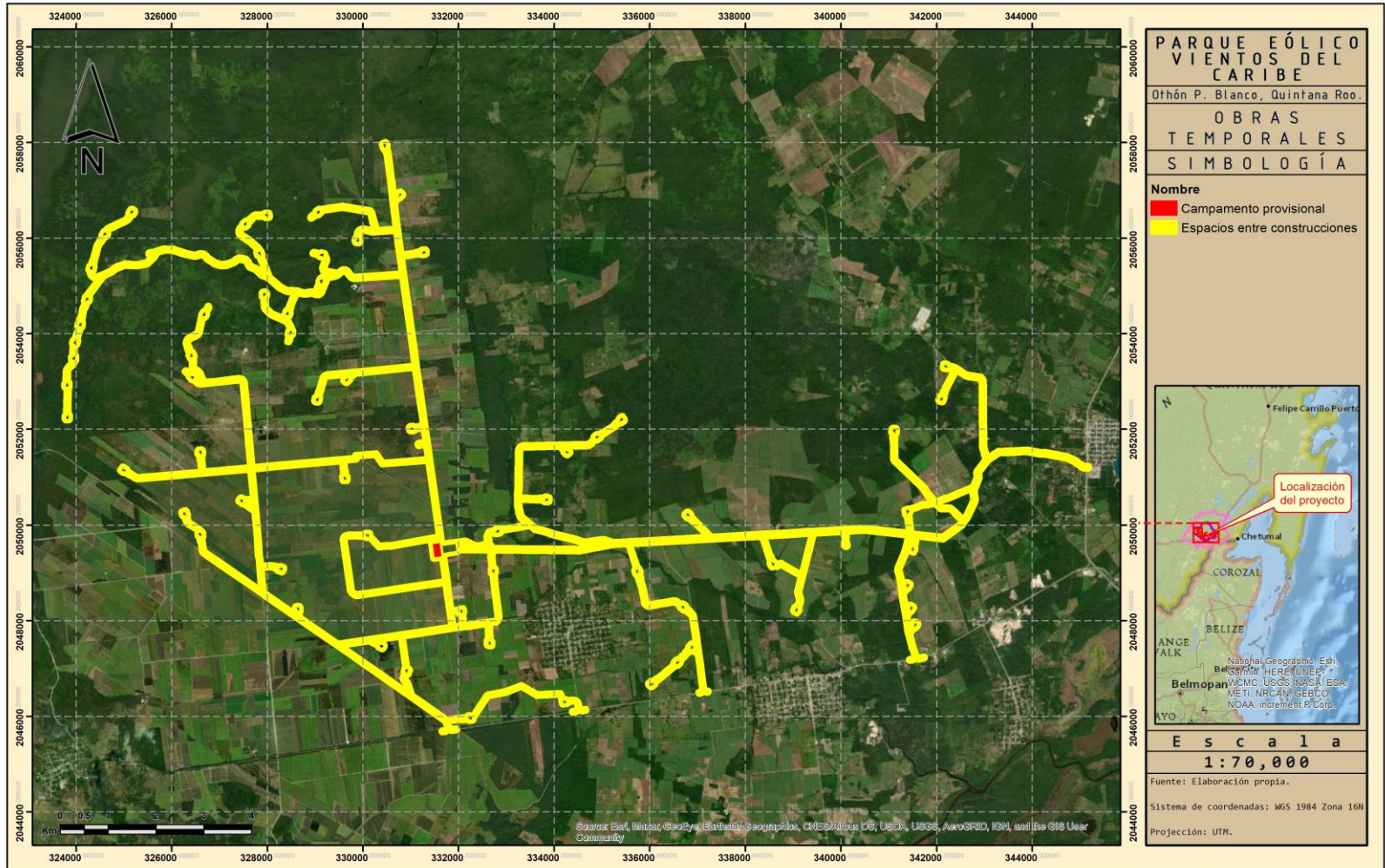
Debido a la cantidad de coordenadas, solo se agregan algunas y las demás se encuentran anexas (ver anexo 2.11).

ID	Este (X)	Norte (Y)
1	331170.66	2051681.76
2	331160.76	2051680.34
3	331159.34	2051690.24
4	331169.24	2051691.66
5	331167.82	2051701.56
6	331197.52	2051705.82
7	331201.78	2051676.12
8	331172.08	2051671.86
9	325541.15	2055661.5
10	325531.51	2055658.86
11	325528.86	2055668.5

ID	Este (X)	Norte (Y)
12	325538.5	2055671.15
13	325535.85	2055680.79
14	325564.78	2055688.73
15	325572.73	2055659.81
16	325543.8	2055651.86
17	340106.71	2049568.28
18	340107.28	2049558.3
19	340097.29	2049557.73
20	340096.72	2049567.71
21	340086.74	2049567.14
22	340085.02	2049597.09

Las coordenadas se encuentran en el anexo 2.11 en formato .csv, .xls y archivos Shapes, así como las imágenes del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

Figura 8: Obras Temporales



Capítulo 2. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo

2.9.2 Superficie a afectar en m² con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto.

De acuerdo con INEGI (Datos vectoriales serie VI), dentro del polígono del proyecto existen cuatro usos de suelo y cuatro tipos de vegetación:

- Pastizal Cultivado
- Agricultura de Temporal Anual
- Agricultura de Temporal Permanente
- Agricultura de Temporal Semipermanente
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Subperennifolia
- Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Subperennifolia
- Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
- Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia

Tabla 5: Usos de Suelo y Tipos de Vegetación en el AP

Clave	Descripción	Superficie m ²	Hectáreas
PC	Pastizal Cultivado	978,402.07	97.840
TA	Agricultura de Temporal Anual	383,407.45	38.341
TP	Agricultura de Temporal Permanente	86,804.25	8.680
TS	Agricultura de Temporal Semipermanente	11,656,501.31	1,165.650
Vsa/SBQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Subperennifolia	48,977.37	4.898
VSA/SBQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Subperennifolia	7,111.02	0.711
Vsa/SMQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	75,114.91	7.511
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	5,475,800.74	547.580
Total		18,712,119.12	1,871.212

De acuerdo a lo observado en campo, el área de proyecto presenta una mezcla de terrenos con uso productivo (agricultura) y de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia, por lo que se requiere del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), en un área de 38.502 ha (385,015.97 m²) que corresponde al 2.058% del total del área del proyecto.

2.10 Descripción particular del proyecto

El Parque Eólico Vientos del Caribe tiene una capacidad instalada de 208 MW y una capacidad de generación de 200 MW potencia que será entregada en barras de 115 kV en la subestación Xul-Ha.

2.10.1 Esquema de funcionamiento de un parque eólico:

La energía cinética del viento es transformada en energía mecánica de rotación mediante las palas de los aerogeneradores. Las palas del aerogenerador van unidas a un eje lento de rotación. Este eje lento se acopla en una caja de engranajes (multiplicadora) que, mediante un sistema de rodamientos y una etapa planetaria y dos etapas paralelas, transforman la energía mecánica. En la salida del eje rápido de la multiplicadora, se instala un acoplamiento hasta el generador que tiene una velocidad de giro variable. El generador se encarga de transformar la energía mecánica de rotación a alta velocidad en energía eléctrica. La energía eléctrica generada será en baja tensión acerca de 690V por lo que es necesario incrementarla hasta media tensión 34.5kV y esto se consigue gracias a los transformadores de 0,69/34.5kV, instalados en el interior de la góndola del aerogenerador y que forman parte de lo que se ha denominado Infraestructura Eléctrica. Los aerogeneradores se conectan entre sí agrupándose en un circuito subterráneo que discurrirá hasta la zona donde se ubicará la subestación elevadora del parque, la cual elevará la tensión a 115 kV para que por medio de la línea de transmisión llegue a la Subestación Xul-Ha para que sea distribuida al SEN

2.10.2 Características técnicas

El proyecto estará conformado por los siguientes elementos.

Tabla 6. Elementos técnicos del Proyecto.

Parque Eólico Vientos del Caribe	
Aerogeneradores	
Número de aerogeneradores	52
Potencia por cada aerogenerador	4 MW
Velocidad de viento que debe alcanzar para iniciar funcionamiento	3.0m/s
Velocidad de viento para iniciar desconexión	18 m/s
Rotor	
Diámetro	155 m
Número de palas por aerogenerador	3
Área de barrido	19,113 m ²
Longitud de palas	78 m
Torre	
Tipo	truncocónica
Altura	170 m

Además de:

- Equipamiento para punto de interconexión.
- Sistema de cableado, cajas de conexiones, tableros.
- Sistemas periféricos de seguridad, vigilancia, comunicación y mantenimiento.
- Obra civil y eléctrica.

2.10.3 Descripción de los elementos

2.10.3.1 Aerogenerador

Cada uno de los 52 aerogeneradores de 4 MW de potencia unitaria, del fabricante VESTAS modelo V155. Cada turbina incorpora un rotor compuesto por tres palas de 78 m de longitud cada una, el cual se acciona a través de un dispositivo multiplicador, un generador trifásico asíncrono doblemente alimentado de rotor bobinado y anillos rozantes.

El aerogenerador dispone de una tecnología que permite a la máquina operar a velocidades variables, incluso en un rango de velocidades elevadas, seleccionando el ángulo de paso óptimo de las palas y manteniendo la potencia nominal. Para aprovechar al máximo el recurso eólico, la turbina incorpora un sistema de giro automatizado, que mantiene la turbina a barlovento.

El aerogenerador dispone de una torre troncocónica que proporciona una altura de buje de 170 m, en cuyo interior se encontrarán las plataformas, escaleras de acceso, los circuitos y celdas de media tensión, los circuitos auxiliares de baja tensión y comunicaciones.

El alternador (generador eléctrico), el multiplicador de velocidad angular, el transformador de potencia elevador y los cuadros de protección y control se localizan en la góndola o nacelle.

Finalmente, la torre del aerogenerador está anclada al terreno mediante una fundación tipo zapata, con un elemento de anclaje (jaula de pernos) embebido en el concreto.

Las características del aerogenerador le permiten cumplir todos los requisitos establecidos de respuesta frente a huecos de tensión, de tal manera que, en caso de producirse un hueco de tensión asociado a un cortocircuito correctamente despejado que pueda producirse en el sistema eléctrico, este se mantenga acoplado al sistema garantizándose así la continuidad del suministro eléctrico.

Cada aerogenerador incorpora un sistema de control automático, el cual gestiona el funcionamiento del mismo en función de las condiciones de viento y los requerimientos de red. Asimismo, a través de la red de comunicaciones interna mediante fibra óptica y/o radioenlace, los aerogeneradores también pueden controlarse remotamente.

Cada aerogenerador funciona de forma autónoma, en función de las condiciones eólicas y ambientales. El procedimiento de arranque y generación de cada uno es el siguiente:

- Con viento en calma, el aerogenerador está en estado de espera, hasta que el viento alcanza una velocidad próxima a 3 m/s (medido en un sistema de

referencia solidario al suelo), momento en el que el rotor comienza a orientarse a barlovento y colocando las palas de manera que proporciona un par de arranque suficientemente alto como para iniciar el movimiento.

- Cuando el rotor se ha acelerado suficientemente, el generador se conecta eléctricamente de manera suave a la red. El sistema de control elige la velocidad de rotación y el ángulo de paso de las palas que proporcionan la potencia óptima para cada velocidad de viento dada.
- Cuando la velocidad del viento es tal que la energía contenida en el mismo es más que suficiente para extraer la potencia nominal del generador, el ángulo de paso de las palas se incrementa de forma automática de manera que no se supere la potencia nominal.
- Cuando el viento supera un valor determinado por el fabricante en torno a los 19 m/s, el aerogenerador modifica el ángulo de las palas, descendiendo levemente la potencia producida, pero protegiendo la integridad del mismo.
- Al sobrepasar durante cierto tiempo la velocidad de viento en torno a 25 m/s, el generador se desconecta de la red colectora, entrando en servicio el freno aerodinámico al rotor. Las palas permanecen en posición de bandera hasta que la velocidad del viento desciende por debajo de la de re-arranque, momento en que la máquina reanuda la generación eléctrica.

Siempre que la velocidad del viento supere la velocidad mínima (3 m/s), el sistema de giro mantiene en todo momento la turbina orientada a barlovento, a partir de la información aportada por los anemómetros situados sobre la góndola, que suministran simultáneamente medida de velocidad y dirección de viento.

En caso de emergencia o fallo en la red eléctrica, el generador es desconectado y el rotor es frenado mediante el freno aerodinámico y posteriormente por el freno mecánico de emergencia.

El aerogenerador se divide en tres partes fundamentales: góndola o nacelle, torre y cimentación.

En la góndola se ubican los siguientes elementos: rotor, multiplicador, eje principal, generador, transformador, sistemas de refrigeración, sistemas de orientación, freno mecánico, grupo hidráulico, armarios eléctricos y sistema de acondicionamiento térmicos. Los sensores meteorológicos y sistemas auxiliares como las balizas están colocados en el exterior sobre la carcasa. El resto de equipos se encuentran anclados al bastidor principal y protegidos por la carcasa en el interior de la góndola.

La conexión góndola-torre se realiza a través de una corona de giro dentada encastrada en el bastidor de la góndola, con piezas de fricción que permiten el giro, y atornillada en su parte inferior a la torre.

En el interior de la torre se alojan los cables y celdas de media tensión, cables de baja tensión y comunicaciones, armario de control inferior (“ground panel”) y las escaleras de acceso a la turbina.

La torre está anclada a la cimentación por un elemento de anclaje atornillado, el cual está embebido en la cimentación. A través de la cimentación, mediante tubos flexibles, discurren los ductos de entrada y salida de cables de media tensión y comunicaciones.

Las funciones del aerogenerador están controladas por un sistema basado en un microprocesador (PLC) que funciona en tiempo real. El sistema de control está compuesto por algoritmos de regulación y de supervisión.

Figura 9: Componentes principales de los aerogeneradores

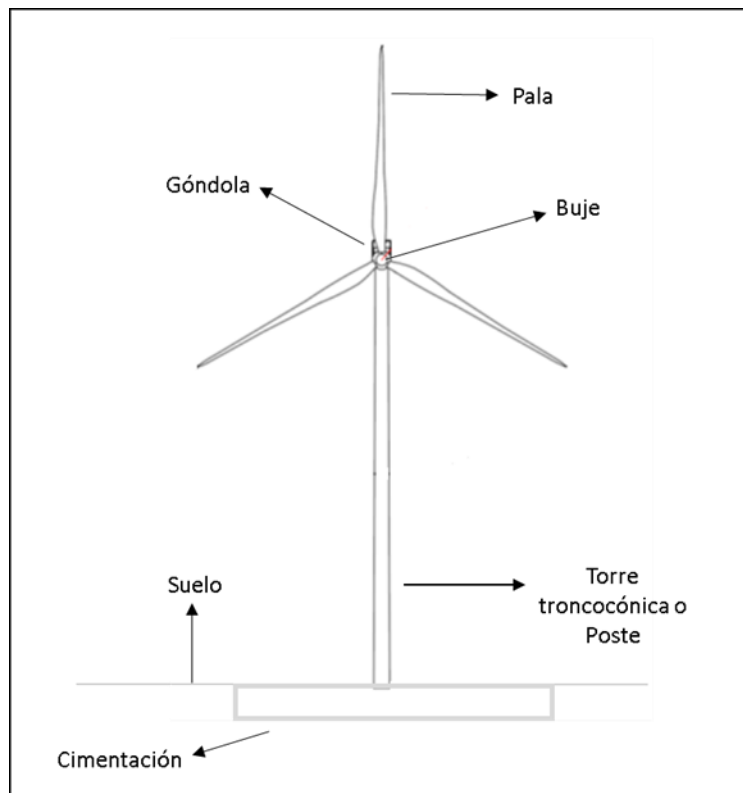
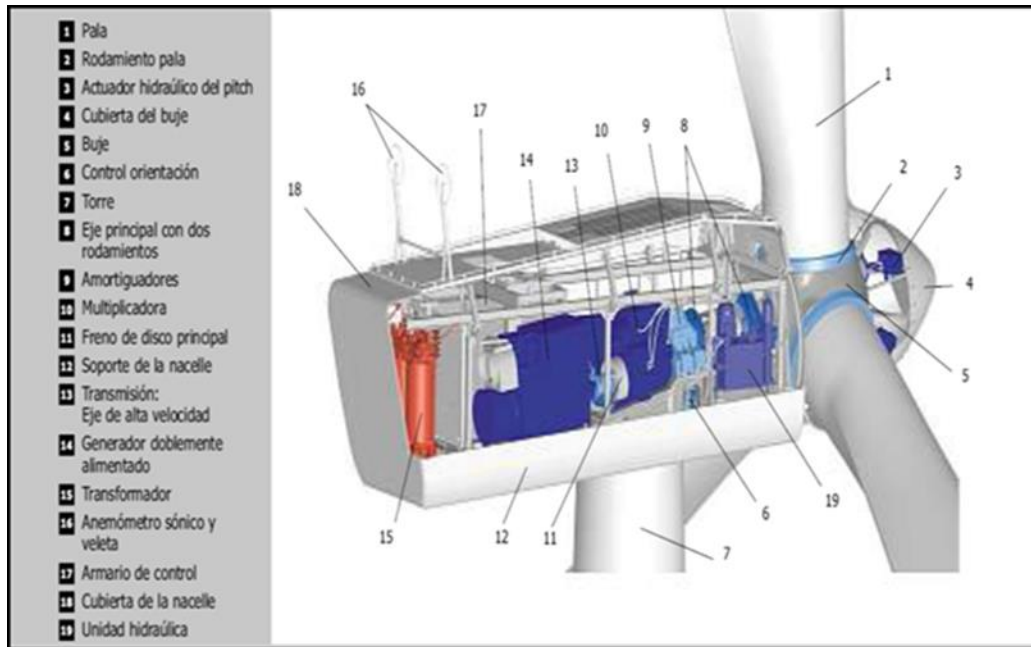


Figura 10 Componentes de la Góndola de los aerogeneradores



2.10.3.1.1 Cimentaciones de los Aerogeneradores

Las torres de los aerogeneradores se fijarán al terreno mediante cimentaciones superficiales directas. Esta cimentación, de concreto reforzado, será de planta circular de unos 23 m de diámetro y sección de altura variable. El anclaje de la torre del aerogenerador a la cimentación se realizará mediante una jaula de pernos metálicos embebida en la base de concreto.

Dadas las características del terreno, no será necesario sobre-excavar hasta una profundidad mayor que la estrictamente necesaria para empotrar la cimentación una profundidad aproximada de 1,10 m. En el resto de la cimentación se realizará un relleno hasta 10 cm por debajo del cuello.

Una vez ejecutada la cimentación, se rellenará la excavación con el material procedente del corte una vez seleccionado y compactado.

Las excavaciones de las cimentaciones de los aerogeneradores se ejecutarán con taludes provisionales 1H:2V en roca. En el caso de que se intercepte una zona de alteración, en esta se deberá tender el talud al 1H:1V. Los materiales excavados, salvo los de las zonas de alteración, podrán ser utilizados para las capas de terraplén y de base previo tratamiento y cribado.

2.10.3.1.2 Protección frente a descargas atmosféricas

Los aerogeneradores están protegidos contra la acción de rayos mediante un sistema de transmisión que va desde los receptores de la góndola y palas, pasando por la carcasa, el bastidor y la torre, va hasta el sistema de puesta a tierra situado en la cimentación. Con

este sistema se evita el paso del rayo a través de componentes sensibles al mismo. Como sistema de protección adicional, el sistema eléctrico cuenta con protectores de sobretensión.

El sistema consta de las siguientes partes:

- Receptores de descargas atmosféricas situados en los extremos de las palas y la góndola.
- Sistema conductor, consistente en un conjunto de cables eléctricos que conducen las descargas a través del aerogenerador hasta la cimentación minimizando los daños en el mismo y en el propio sistema de protección.
- Protecciones contra sobretensiones y sobreintensidades.
- Apantallamiento de las instalaciones frente a los campos eléctricos y magnéticos.
- Sistema de puesta a tierra.

2.10.3.2 Sistema de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra del aerogenerador deberá cumplir con la especificación del fabricante y deberá basarse en las medidas de resistividad del terreno en la ubicación de cada una de las máquinas.

El sistema de puesta a tierra del aerogenerador, se desarrolla más adelante en este documento.

2.10.3.3 Red de Media Tensión (Red de MT)

Los aerogeneradores se conectarán entre ellos mediante líneas de media tensión en 34.5 kV, dando lugar a los distintos circuitos que conforman el sistema colector de energía del parque. Esta red se ha diseñado conforme a lo estipulado en la norma IEC 60502-2 y la Norma Mexicana NOM-001-SEDE.

La disposición de los aerogeneradores del parque eólico ha llevado a diseñar un sistema colector con tensión nominal de servicio de 34.5 kV en el que se reparten las turbinas en varios circuitos que se conectará a las celdas de protección de media tensión a instalar en cada subestación.

Los circuitos subterráneos que conforman el sistema colector del parque están constituidos por ternas de cables unipolares del tipo TR-XLPE 35 kV, con conductor de aluminio, pantalla metálica de alambres de cobre y cubierta exterior de polietileno de alta densidad, PEAD. Los cables de potencia tienen secciones de 4/0, 500 y 1250 KCM. El cálculo de las secciones de cables se ha realizado conforme a lo estipulado en la norma IEC 60502-2 y la Norma Mexicana NOM-001-SEDE.

Se contempla la instalación de los conductores de cada circuito agrupados en tresbolillo. Se procederá al montaje de las diferentes ternas directamente enterradas y se procederá al entubado de los conductores en cruces con caminos y escurrimientos. La profundidad a la que están enterrados los circuitos será de aproximadamente 1.10 m.

En la misma trinchera se proyecta la instalación del conductor de tierra formado por un cable de cobre desnudo de 1/0 AWG de sección y los cables de comunicación de fibra óptica monomodo de 12 fibras.

Las trincheras de Media Tensión se proyectan siempre paralelas al camino y solo en algunos casos se unirán directamente aerogeneradores para evitar grandes longitudes de trinchera y cable.

La longitud total de trincheras será de aproximadamente 101,500 m.

Todos los cables irán convenientemente protegidos mediante placas de protección o tubos y señalizados mediante placa de advertencia de riesgo eléctrico.

2.10.3.4 Camino de Acceso

El acceso al parque eólico se realizará acondicionando las entradas de los caminos existentes que conectan con la carretera Federal 186 Villahermosa – Chetumal.

2.10.3.5 Caminos Internos del Parque

Se ha diseñado una red caminos internos de 6 m de anchura para acceso a los aerogeneradores y a las demás instalaciones del parque eólico.

Los caminos nuevos que serán aperturados tendrán una longitud de 4,849.00 m, mientras que los caminos existentes, mismos a los que se les dará mantenimiento cuentan con una longitud de 42,108.35 m.

La distribución de caminos es la que combina una menor longitud, un menor movimiento de tierras, un mayor aprovechamiento de caminos existentes y una menor afectación a instalaciones existentes en los predios.

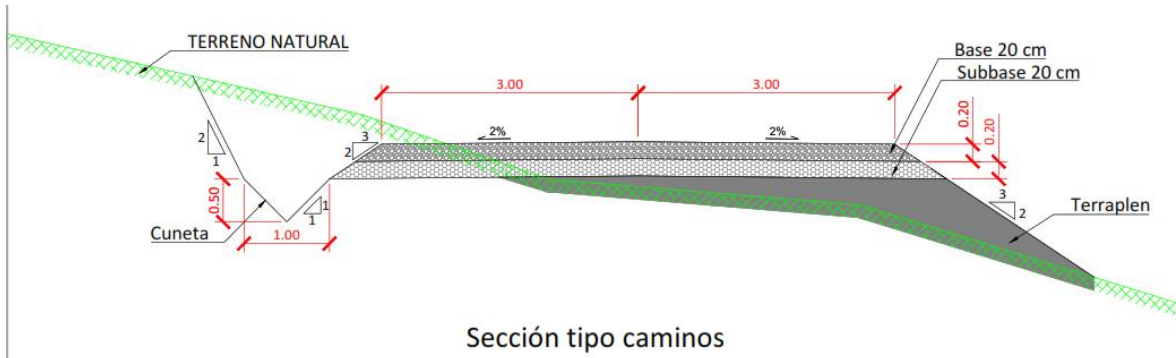
Todos los caminos serán de terracería. Se ha diseñado una sección tipo para caminos, compuesta por dos capas de 20 cm de espesor cada una, la inferior de sub-base y la superior de base, ambas compactadas al 100% del Proctor Modificado (PM) apoyadas sobre el terreno natural, previo desmonte y despalme (en caso de ser necesario), o sobre el terraplén formado por los materiales de la excavación compactados al 98% del PM.

La sección tipo está pensada con la finalidad de reducir costes y tiempos de ejecución y teniendo en cuenta que es importante, en la medida de lo posible, no tener que acudir a bancos de materiales fuera de los predios en los que se instalará el parque. Todos los terraplenes y pavimentos se construirán con materiales producto de cortes o bancos autorizados.

El despalme se realizará con una profundidad máxima de 50 cm. Los volúmenes de corte en terreno compacto serán aprovechables para terraplenes. La mayor parte del sobrante de tierras se podrá aprovechar, previo tratamiento, para sub-bases y bases.

En algunos tramos de los caminos, la pendiente longitudinal supera el 10% con el objetivo de reducir al mínimo las volúmenes de movimiento de tierras. En estos casos, de acuerdo con las especificaciones de transporte del fabricante de los aerogeneradores, será necesario pavimentar el camino con una carpeta de concreto o asfalto.

Tabla 7: Sección de Caminos Internos



2.10.3.6 Drenaje

Para no afectar el río Ucúm, se instalarán obras de drenaje (63 unidades en total) y serán de 3 tipos:

- Alcantarillas de tamaño pequeño o medio
- Vados inundables
- Alcantarillas singulares

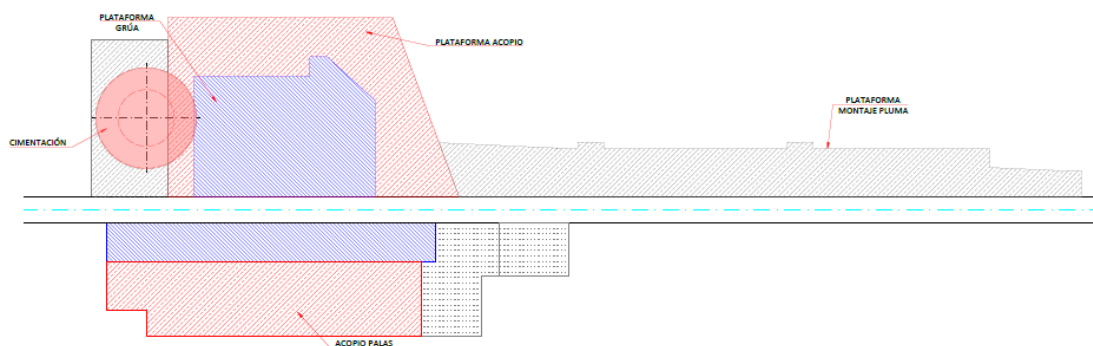
La descripción de estas se realizará en el Programa de conservación de suelo y agua anexo a este documento.

2.10.3.7 Plataformas de acopio y montaje de aerogeneradores

Junto a cada torre, se ha diseñado una plataforma de montaje para estacionamiento de grúas y acopio de tramos de torre, turbinas y palas durante el montaje de aerogeneradores.

Para el diseño se optó por la siguiente configuración por adaptarse mejor al terreno, cumpliendo con las especificaciones del fabricante de la turbina:

Figura 11: Disposición de las Plataformas de Acopio



El montaje de los aerogeneradores de este parque requiere la utilización de grúas de gran tamaño con una pluma de celosía de más de 150 m de longitud. El desplazamiento de la grúa entre aerogeneradores sólo se puede realizar desmontando y volviendo a montar una parte de la viga de celosía que forma la pluma de la grúa. Ello requiere una zona de trabajo adicional de unos 140 m de longitud recta, despejada y nivelada para montar y desmontar la celosía en suelo en cada ubicación de cada turbina.

El diseño de estas plataformas se ha realizado de modo que se adapten lo más posible a la topografía existente, con el mínimo de volumen de terracerías.

La sección tipo de la plataforma para estacionamiento de la grúa principal estará compuesta por una capa de base de 20 cm de espesor y otra del mismo espesor de subbase, ambas compactadas al 100% del Proctor Modificado (PM), apoyadas sobre el terreno natural, previo desmonte y despalme (en caso de ser necesario), o sobre el terraplén formado por los materiales de la excavación compactados al 98% del PM.

En las plataformas para acopio de palas y tramos de torre y en las de estacionamiento de grúas auxiliares, será suficiente con una capa de sólo 20 cm de base.

La plataforma de montaje de la pluma de la grúa principal sólo estará despejada y nivelada, no llevará firme.

2.10.3.8 Torres Meteorológicas

En el parque eólico se instalarán tres torres meteorológicas. La función de dichas torres es doble: por un lado, alimentarán al sistema de control del parque con datos meteorológicos (velocidad y dirección de viento, temperatura, presión atmosférica, precipitación) para su uso en operación y, por otro, darán información para el posterior análisis del funcionamiento del parque.

La estructura principal de ambas torres meteorológicas será de celosía autoportada, realizada en acero galvanizado. Las torres tendrán una altura de 150 m. Ambas dispondrán de una serie de equipos de medición situados a distintas alturas (anemómetros, veletas e higrómetros).

Las torres meteorológicas deberán estar conectadas con el aerogenerador más próximo a éstas mediante trincheras por las que discurrirá los cables eléctricos de baja tensión que alimentan a las torres meteorológicas, cables de fibra óptica para comunicación y el conductor de la red de tierra del parque. El conductor de baja tensión y el de comunicaciones acometerán al cuadro eléctrico y al panel de comunicaciones de situados en la base de la torre meteorológica.

Figura 12: Ejemplo de Torre Meteorológica



2.10.3.9 Plataforma de Acopios e Instalaciones Provisionales

Se han previsto una zona (campamento provisional), en un lugar del parque de fácil acceso, en zona suave sin cursos de agua y bien comunicadas, para instalar en ella la zona de acopio e instalaciones provisionales.

La sección tipo de esta plataforma estará compuesta por una única capa de base de 20 cm de espesor compactada al 100% del Proctor Modificado (PM) apoyada sobre el terreno natural, o sobre el terraplén formado por los materiales de la excavación compactados al 98% del PM.

2.10.3.9.1 Subestación Elevadora (SE)

La subestación será del tipo convencional, aislada en aire. El parque de intemperie estará formado por un alimentador 115 kV y una posición de transformación 115/34.5 kV. Además, la subestación constará de un edificio de control equipado con celdas de 34.5 kV que darán servicio a los circuitos del parque, los tableros de protección, control y comunicación, oficinas, sala de baterías, etc.

La energía generada por el parque será transportada en circuitos de media tensión hasta las respectivas celdas de línea. Debido a la potencia del parque, se han diseñado dos embarrados de celdas de media tensión, tal y como se muestra en el diagrama unifilar (*Ver anexo 2.12*). Cada una de las dos celdas de protección del transformador se comunica mediante un conductor subterráneo con los bornes del transformador.

El transformador trifásico a instalar en la subestación será del tipo inmerso en aceite, de tres devanados, con tensiones nominales 115/34.5 kV y conexión estrella-triángulo

(YNd11). La relación de potencia será 147.2/184/230 MVA para los tipos de refrigeración ONAN / ONAF / ONAF.

Los equipos y materiales principales que las forman principalmente son los que se indican a continuación:

- Equipos principales.
- Embarrados.
- Celdas y Cables de Media Tensión.
- Red de tierra inferior y aérea de protección.
- Estructuras Metálicas.
- Servicios Auxiliares.
- Sistemas Secundarios (Protecciones, control, medida y telecomunicaciones).
- Movimientos de Tierras.
- Obra Civil y Edificaciones.
- Instalaciones de Alumbrado y Fuerza.
- Seguridad, Contraincendios y Antiintrusismo.

2.10.3.9.2 Línea aérea de Interconexión

La línea de interconexión de alta tensión de 115 kV conectará la subestación elevadora del parque con el Sistema Eléctrico Nacional en la subestación Xul-Ha (CFE).

La línea tendrá una longitud total de 14, 403.17 m y será aérea de simple circuito con dos conductores por fase tipo ACSR 795 kcmil y cable de guarda con fibra óptica tipo OPGW de 36 fibras ópticas, soportado por 70 torres metálicas galvanizadas de celosía de varias alturas para garantizar la distancia correcta con el terreno natural y con los cruzamientos a distintos servicios.

La mayor parte del trazo de la línea es paralelo y está a poca distancia de un camino existente, lo que facilitará su construcción y su explotación. El relieve es prácticamente llano en todo su recorrido.

La línea contará con 2 tipos de torres, la 1W12 y 1G12, las cuales contarán con sistema de conexión a tierra, utilizando cable de acero con recubrimiento de cobre soldado de sección transversal de 46.44 mm² o mayor, de acuerdo a lo indicado en la Especificación CFE-00J00-52 Red de puesta a tierra para estructuras de líneas de transmisión aéreas de 69 a 400 kV en construcción.

Todas las estructuras objeto del proyecto serán correctamente señalizadas para su identificación, mantenimiento y protección.

Las fijaciones de las torres al terreno se realizarán mediante cimentaciones de tipo tatabloque o patas separadas.

Figura 13: Torre 1W12

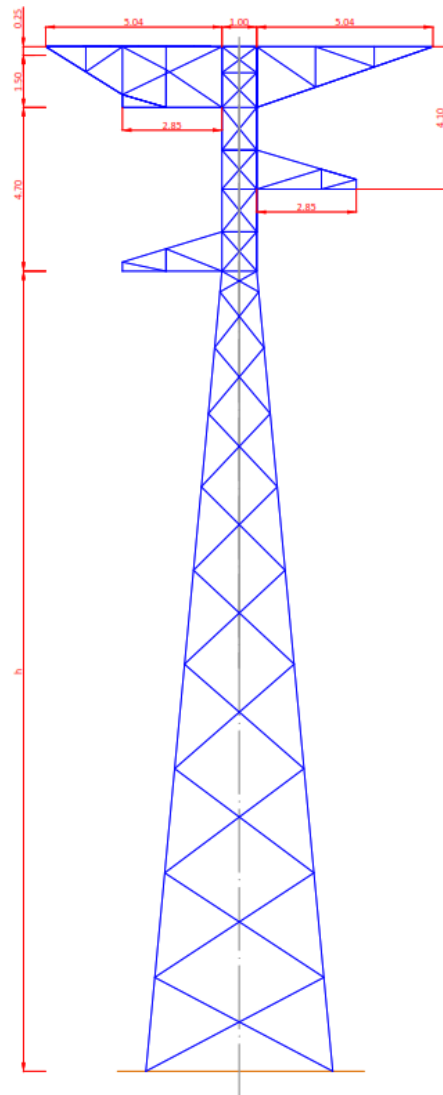
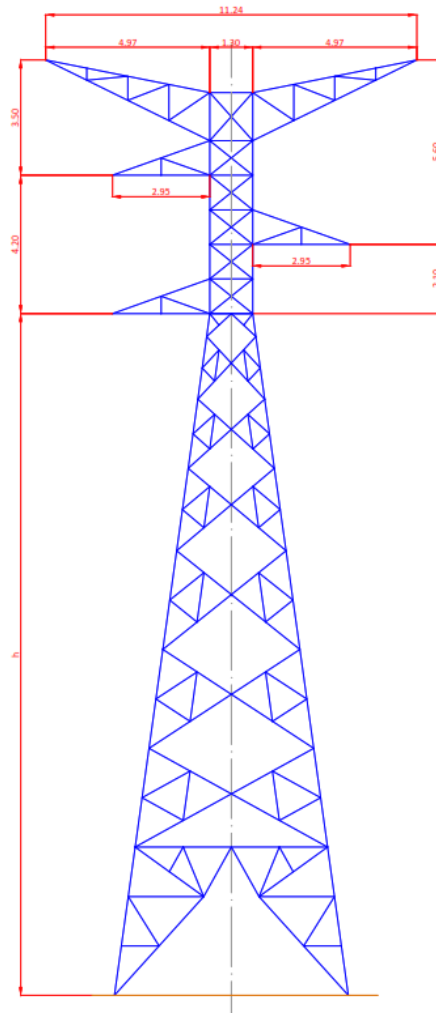
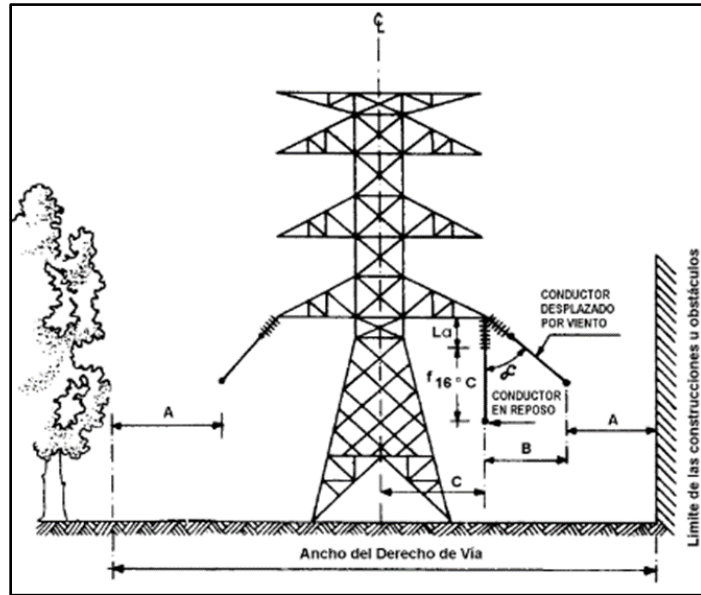


Figura 14: Torre 1G12



Derecho de Vía (DDV)

El DDV, se calculó tomando en cuenta las especificaciones de la Norma de Referencia de CFE, quedando un DDV de 20 metros de ancho a todo lo largo de la LT, ocupando una superficie total de 291,792.52 m² (29.179 ha) en la cual se realizará todas las maniobras de montaje de las torres y tendido de cables, también servirá como brecha de mantenimiento y vigilancia.



Donde

A= Separación horizontal Mínima de seguridad

B= Proyect. Horizontal de la flecha más cadena de aisladores

C= Distancia del eje de la estructura al conductor extremo en reposo

La= Longitud oscilante de la cadena de aisladores

$f_{16^{\circ}\text{C}}$ = Flecha final a 16°C

Ancho del derecho de vía= $2 (A + (La + f_{16^{\circ}\text{C}}) \tan \alpha)$

2.11 Etapa de preparación del sitio

Las actividades durante la etapa de preparación del sitio incluyen el desmonte (en los sitios que así lo requieran) y despalme de las áreas que serán ocupadas por las instalaciones y las excavaciones y rellenos para conformar las distintas plataformas (de montaje, de acopio e instalaciones provisionales y de la subestación de parque) y los caminos a construir, así como para las cimentaciones.

Todo el material excavado, salvo la tierra vegetal, será empleado para terraplenes o rellenos de cimentaciones. Si por cualquier causa algunos materiales excavados no pudieran ser reutilizados se trasladarán a sitios de tiro autorizados expofeso. La tierra vegetal se acopiará convenientemente y se utilizará en labores de restauración ambiental. Las actividades que se realizarán durante la preparación del sitio serán las siguientes:

- Trazo de caminos, plataformas y línea de transmisión.
- Apertura de brecha.
- Desmonte, despalme y nivelación.
- Excavación.
- Compactaciones y nivelaciones.
- Rellenos.

2.11.1 Programa de Vigilancia Ambiental

Este Programa se diseñó para la aplicación de las buenas prácticas ambientales, medidas de mitigación y para la supervisión ambiental del proyecto; por lo tanto, funcionará desde la etapa de preparación hasta la etapa de operación (ver anexo capítulo 6).

2.11.2 Señalización

Se llevará a cabo la señalización del área del proyecto, por medio de letreros grandes, visibles y llamativos, que serán colocados en las áreas de trabajo, con el fin de restringir el paso de personas ajenas al proyecto y prevenir accidentes.

2.11.2.1 Limpieza

La limpieza del sitio del proyecto consiste en eliminar y transportar todo el pasto grueso, arbustos, árboles y herbáceas, el producto de la poda que se realizará para los caminos existentes y en general todo el material vegetal se almacenará. El material producto del despalme será aprovechado para los caminos (terraplenes), en caso de que se requiera y el material sobrante se revolverá con el material de desmonte para ser reincorporado al suelo en las áreas destinadas a la reforestación.

También se recolectará y clasificará toda la basura que pudiese encontrarse en el lugar, depositándola en recipientes con tapa, debidamente marcados con el tipo de desecho que contienen. Estas actividades durarán seis meses aproximadamente y se planificaron para comenzar durante el primer cuatrimestre del cronograma de trabajo, avanzando de acuerdo con las obras civiles, cabe resaltar que estas actividades se darán solo en un área limitada y debidamente señalada.

2.11.3 Desmonte, Despalme y Nivelación

En esta etapa se verán afectados el suelo y la vegetación en las áreas que ocuparán los aerogeneradores y sus cimentaciones, las plataformas de montaje de turbinas, los caminos, la subestación elevadora, las servidumbres de paso (sistema colector de media tensión subterráneo y línea de transmisión), las plataformas de acopio e instalaciones provisionales, las cimentaciones de las torres de las líneas de transmisión y los pasillos para paso de vehículos y maquinaria que construirán el proyecto (incluidos en el derecho de vía) así como los caminos de acceso e interiores.

En primer lugar, se realizará el desmonte y remoción de la vegetación existente, con medios mecánicos o manuales, incluyendo tala, roza y desenraice. Los materiales obtenidos podrán ser triturados o podrán ser cargados y trasladados a sitio de tiro autorizado.

Posteriormente se realizará el despalme con una profundidad máxima de 50 cm con medios mecánicos. Los materiales excavados se acopiarán convenientemente para su posterior uso en labores de restauración ambiental.

Para la nivelación del terreno se utilizará el material de excavación. En caso de requerir material adicional, éste será obtenido de un banco de materiales autorizado.

2.11.3.1 Desmonte

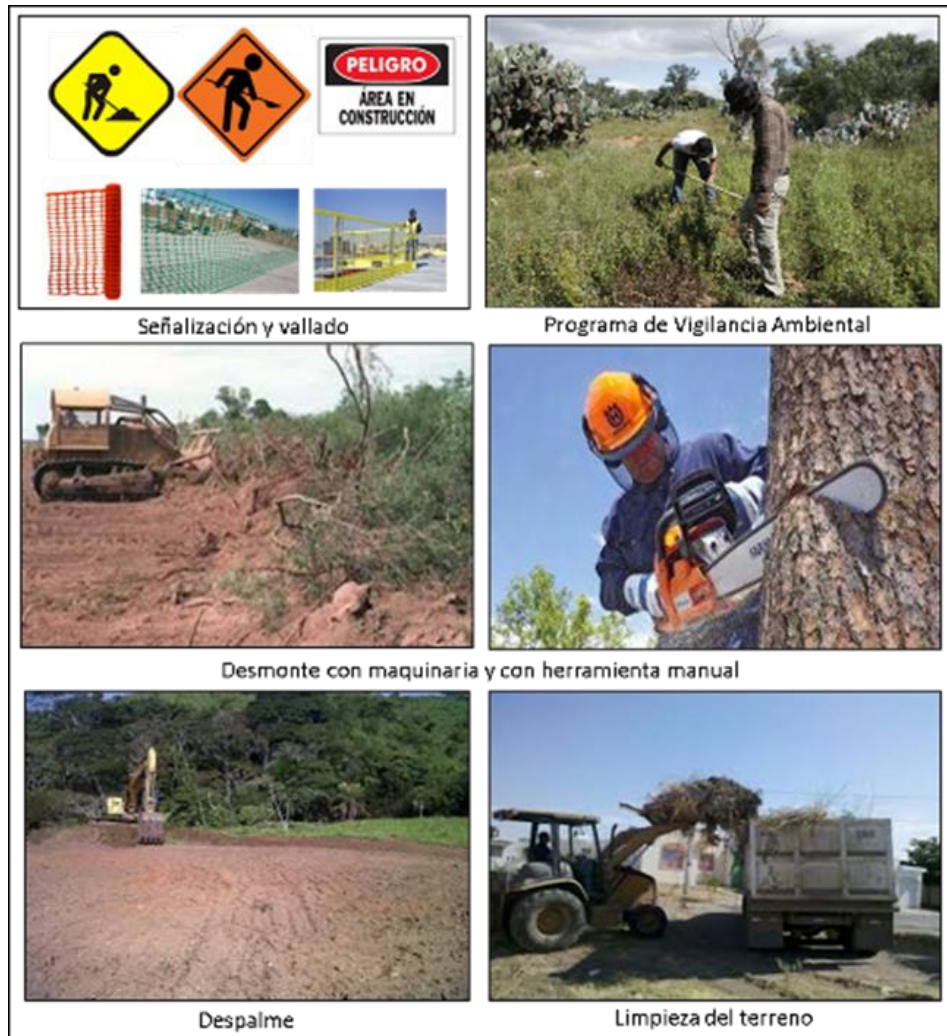
El retiro de la vegetación se realizará de manera manual y mecánica con maquinaria pesada. En ningún caso se utilizarán sustancias químicas, explosivos o fuego para dicha actividad. Los residuos vegetales generados por esta actividad se trasladarán a un sitio de confinamiento temporal para ser triturado, mezclado y posteriormente utilizado en labores de revegetación.

2.11.3.2 Despalme

Este proceso se realizará posterior al desmonte. El material resultante será colocado en montículos para que esté disponible para labores de relleno y de restauración. Se utilizará maquinaria como hojas topadoras y moto-conformadoras, según los requerimientos de los trabajos a realizar. No se usarán productos químicos ni fuego para dicha actividad. El material producto del despalme será acopiado dentro del predio.

En los lugares que requieren despalme del terreno, se realizará a una profundidad máxima de 50 cm; confinándolo en lugares donde no interfieran en las labores normales de trabajo. Posteriormente se revolverá con la cubierta vegetal presente en el predio.

Figura 15 Actividades de la etapa de preparación



2.11.4 Trazo de caminos, plataformas y línea de transmisión

Se utilizarán sólo equipos de topografía ligeros y vehículos todoterreno para definir sobre el terreno los puntos de control necesarios para la construcción que se materializarán mediante estacas de madera reutilizables. No se utilizará maquinaria pesada.

2.11.5 Apertura de la brecha de la línea de transmisión

La brecha forestal consiste en el desmote de la vegetación dentro del derecho de vía, en áreas predeterminadas a lo largo del eje de la línea de transmisión, cuyo centro coincidirá con el trazo topográfico. En el caso que nos ocupa, la apertura de brecha consiste en el desmote de una franja de terreno cuyo centro debe coincidir con el trazo topográfico y que tiene una anchura total igual al derecho de vía.

Previo a la apertura de la brecha se deben seleccionar los métodos y procesos constructivos que aseguren el menor daño a los ecosistemas.

En la apertura de la brecha se considerará lo siguiente:

- Usar sólo herramientas manuales o motorizadas. El uso de productos químicos o fuego quedará estrictamente prohibido.
- El desmonte se efectuará únicamente en los puntos que así lo requieran.
- El uso de maquinaria se limitará únicamente al retiro (en caso de requerirse), del producto de la apertura de la brecha.
- Se evitará la afectación a la flora o fauna presente en la zona, implementando para ello el programa de rescate de flora y fauna.

Para acceder a las ubicaciones de las torres con los materiales y equipos de montaje y de mantenimiento se utilizarán caminos existentes (federales, estatales, municipales, vecinales y particulares). Cuando esto no sea posible, se intentará acceder a través de la brecha de la línea. El ancho de la brecha para maniobra y patrullaje es de 4 m a lo largo de la trayectoria de la línea, considerando que no se debe realizar apertura de brecha en zonas de barrancas. Se ejecutará la brecha mínima indispensable para permitir los trabajos de construcción, mantenimiento y operación segura de la línea. Previo a la apertura de brecha, se deben seleccionar métodos y procesos de construcción que aseguren el menor daño a los ecosistemas.

No se considera necesario construir caminos para la construcción de la línea.

2.11.6 Obras y actividades temporales del proyecto

Para la construcción del proyecto se contempla la instalación de un campamento provisional donde se encontrarán oficinas y baños móviles, almacenes temporales, áreas de carga y descarga de material, área para descanso de los trabajadores, así como acopios provisionales para la disposición temporal de desechos y el material proveniente del desmonte, despalme y excavación de tierra (ver anexo 2.10). Esta superficie cuenta con un área de 51,000.00 m² (5.100 ha).

Como parte de las obras y actividades temporales, se delimitó un buffer alrededor de la infraestructura del parque con el fin de limitar el área del proyecto y que no llevará infraestructura sobre ella, dicha superficie tiene un área de 16,729,136.39 m² (1,672.914 ha).

2.12 Etapa de Construcción

2.12.1 Excavación y Caminos

La red de caminos del parque tiene una longitud de aproximadamente 109,339.62 m y está compuesta por varios ejes de distintas longitudes que comunican las diferentes zonas del parque entre sí, con la subestación elevadora y con los caminos de acceso.

Los caminos existentes se adecuarán de acuerdo con la topografía del terreno para evitar una mayor remoción de tierra.

Las excavaciones se realizarán con maquinaria pesada (Bulldozer y retroexcavadoras sobre orugas). Se procederá a excavar en trinchera de arriba hacia abajo y no en retirada ni en túnel. Las tierras excavadas se cargarán en camión para su traslado a su lugar de empleo o a sitios de tiro autorizados.

Los taludes en corte podrán alcanzar el talud 3H:2V.

Además, se modificarán los entronques con la carretera federal acuerdo con los lineamientos de la SCT. Habrá que construir nuevos carriles de aceleración y de deceleración, uno por cada sentido de la marcha.

2.12.2 Caminos Interiores

Los caminos del parque se conciben como una red de trazos que permiten el acceso a todos y cada uno de los aerogeneradores, al tiempo que conectan el parque con las carreteras del entorno, con la subestación y con el área de acopios e instalaciones provisionales.

Los desplantes de aerogeneradores se sitúan en zonas elevadas, generalmente no recorridas por caminos en buen estado o transitables con vehículos de transporte especializado, siendo precisa la construcción de caminos que permitan dar acceso a los medios de transporte de equipos y a la maquinaria de montaje, en una primera fase, y de explotación y mantenimiento durante el resto de la vida útil del parque.

Los caminos tienen una utilidad específica, concretada en un importante tráfico pesado durante la fase de construcción y montaje, reduciéndose drásticamente durante la fase de operación a vehículos ligeros de conservación y mantenimiento y, ocasionalmente alguna grúa o vehículo de transporte pesado. Asimismo, es habitual que la red de caminos creada sea utilizada por los lugareños para acceder a zonas de labores agrícolas, ganaderas o forestales.

El trazo de los caminos, su sección tipo y el concepto general van encaminados a obtener la menor incidencia posible con el entorno, reduciéndose en lo posible la longitud y los volúmenes de terracerías, tanto por razones económicas como de integración en el medio ambiente.

Uno de los condicionantes básicos a la hora de diseñar los caminos del parque eólico ha sido el de utilizar en la medida de lo posible caminos existentes, minimizando la longitud de caminos de nueva apertura. Cuando ha sido necesario diseñar caminos de nueva apertura,

se ha intentado que discurran por las lindes entre ranchos evitando afectar a la vegetación natural.

El transporte de los componentes de los aerogeneradores hasta su emplazamiento definitivo se realiza con vehículos de transporte especializado de grandes dimensiones que precisan de unos caminos con unos parámetros de trazado bastante amplios. Geométricamente, de acuerdo con las especificaciones del fabricante, se han adoptado los siguientes parámetros:

- Trazo: sucesión de alineaciones rectas y curvas circulares.
- Perfil longitudinal estrictamente adaptado al terreno natural, con volumen de terracerías mínimo
- Pendiente longitudinal máxima en caminos sin pavimentar del 10%. Para pendientes superiores se pavimentan con carpeta de concreto o asfalto hasta un máximo del 14 %.
- Bombeo transversal mínimo del 1% en los caminos.
- Sección tipo con anchura de caminos de 6 metros útiles.

La red de caminos del parque estará conformada por caminos nuevos y existentes. Los caminos nuevos que serán aperturados tendrán una longitud de 4,849.00 m, mientras que los caminos existentes, mismos a los que se les dará mantenimiento cuentan con una longitud de 42,108.35 m.

2.12.3 Firmes y pavimentos

Todos los caminos serán de terracería, salvo los tramos de mayor pendiente que se pavimentarán con carpeta de concreto o asfalto.

Se ha diseñado una sección tipo para caminos, compuesta por dos capas de 20 cm de espesor cada una, la inferior de sub-base y la superior de base, ambas compactadas al 100% del Proctor Modificado (PM) apoyadas sobre el terreno natural, previo desmante y despálme, o sobre el terraplén formado por los materiales de la excavación compactados al 98% del PM.

La sección tipo está pensada con la finalidad de reducir costes y tiempos de ejecución y teniendo en cuenta que es importante, en la medida de lo posible, no tener que acudir a bancos de materiales fuera de los predios en los que se instalará el parque. Todos los terraplenes y pavimentos se construirán con materiales producto de cortes o bancos autorizados.

El despálme se realizará con una profundidad máxima de 50 cm. Los volúmenes de corte en terreno compacto serán aprovechables para terraplenes. La mayor parte del sobrante de tierras se podrá aprovechar, previo tratamiento, para sub-bases y bases.

En algunos tramos de los caminos la pendiente longitudinal supera el 10% con el objetivo de reducir al mínimo las volumetrías de movimiento de tierras. En estos casos, de acuerdo con las especificaciones de transporte del fabricante de los aerogeneradores, ha sido necesario pavimentar el camino con una carpeta de concreto.

2.12.4 Cimentaciones de los aerogeneradores

Las torres de los aerogeneradores se fijarán al terreno mediante cimentaciones superficiales directas. Esta cimentación, de concreto reforzado, será de planta circular de unos 23 m de diámetro y sección de altura variable. El anclaje de la torre del aerogenerador a la cimentación se realizará mediante una jaula de pernos metálicos embebida en la base de concreto.

Dadas las características del terreno, no será necesario sobre-excavar hasta una profundidad mayor que la estrictamente necesaria para empotrar la cimentación una profundidad aproximada de 1.10 m. En el resto de la cimentación se realizará un relleno hasta 10 cm por debajo del cuello.

En primer lugar, se colará una capa de concreto simple de 10 cm de espesor en el fondo de la excavación. Una vez fraguado, se procederá a colocar y nivelar la jaula de pernos. Después se instalará el acero de refuerzo y los tubos pasacables. Posteriormente, se colará el concreto estructural en tres fases.

Una vez ejecutada la cimentación, se rellenará la excavación con el material procedente del corte una vez seleccionado. El material excavado podrá ser utilizado para rellenos de caminos y plataformas.

Las excavaciones de las cimentaciones de los aerogeneradores se ejecutarán con taludes provisionales 1H:2V en roca. En el caso de que se intercepte una zona de alteración, en esta se deberá tender el talud al 1H:1V. Los materiales excavados, salvo los de las zonas de alteración, podrán ser utilizados para las capas de terraplén y de base previo tratamiento y cribado.

2.12.5 Excavación Trincheras

El material de excavación de las trincheras será colocado a un lado de las mismas separando antes la tierra vegetal. El material sobrante se empleará en rellenos o se trasladará a sitio de vertido autorizado.

2.12.6 Compactaciones, Nivelaciones y Rellenos

La construcción de los terraplenes se hará extendiendo capas de no más de 30 cm exentas de boleos de gran tamaño sobre el terreno previamente desmontado y despalmado y compactándolas con maquinaria pesada. Se dispondrán tantas capas como sean necesarias hasta alcanzar la altura requerida en las ingenierías. Estos terraplenes se realizarán con materiales de la excavación. Sólo si fuera necesario se acudirá a bancos debidamente autorizados.

Una vez alcanzada la altura requerida, las superficies resultantes serán aplanadas y se les dará la pendiente requerida para evacuar las aguas pluviales.

Los taludes de terraplén tendrán una pendiente de 3H:2V con carácter general para garantizar su estabilidad sin la necesidad de utilizar soluciones de contención especiales.

2.12.7 Cimentaciones de Torres de la Línea de Trasmisión

Las fijaciones de las torres y postes al terreno se realizarán mediante cimentaciones de tipo tatabloque o patas separadas para las torres, se realizarán con concreto reforzado o simple según tipologías.

La maquinaria y el equipo a emplear serán los adecuados para desarrollar estas actividades, la capacidad de estos dependerá de las dimensiones de las cimentaciones y al procedimiento constructivo indicado.

2.12.8 Plataformas de acopio y montaje de aerogeneradores

Junto a cada torre se ha diseñado una plataforma de montaje para estacionamiento de grúas y acopio de tramos de torre, turbinas y palas durante el montaje de aerogeneradores.

Para el diseño se optó por la siguiente configuración por adaptarse mejor al terreno, cumpliendo con las especificaciones del fabricante de la turbina:

El montaje de los aerogeneradores de este parque requiere la utilización de grúas de gran tamaño con una pluma de celosía de más de 150 m de longitud. El desplazamiento de la grúa entre aerogeneradores sólo se puede realizar desmontando y volviendo a montar una parte de la viga de celosía que forma la pluma de la grúa. Ello requiere una zona de trabajo adicional de unos 140 m de longitud recta, despejada y nivelada para montar y desmontar la celosía en suelo en cada ubicación de cada turbina.

El diseño de estas plataformas se ha realizado de modo que se adapten lo más posible a la topografía existente, con el mínimo de volumen de terracerías.

La sección tipo de la plataforma para estacionamiento de la grúa principal estará compuesta por una capa de base de 20 cm de espesor y otra del mismo espesor de subbase ambas compactadas al 100% del Proctor Modificado (PM) apoyadas sobre el terreno natural, previo desmonte y despalme, o sobre el terraplén formado por los materiales de la excavación compactados al 98% del PM.

En las plataformas para acopio de palas y tramos de torre y en las de estacionamiento de grúas auxiliares será suficiente con una capa de sólo 20 cm de base.

La plataforma de montaje de la pluma de la grúa principal sólo estará despejada y nivelada, no llevará firme.

2.12.9 Trincheras

Las trincheras tendrán una anchura de entre 0.40 y 1.20 m y una profundidad de 1.10 m con carácter general y de 2.00 m en los cruces con arroyos. La trinchera poseerá varios niveles:

- Nivel inferior de arena, donde se situarán el cable de tierra, las ternas de cables de media tensión y los cables de fibra óptica, instalados en distintos niveles y protegidos por placas plásticas de protección y señalización.
- Material seleccionado compactado manualmente procedente de la propia excavación de 45 cm de espesor.

- Cuando la trinchera discurra por terreno agrícola se sustituirá una carpeta de suelo residual orgánico para minimizar la afección al suelo.

2.12.10 Subestación Elevadora (SE)

La subestación será del tipo convencional, aislada en aire. El parque de intemperie estará formado por un alimentador 115 kV y una posición de transformación 115/34.5 kV. Además, la subestación constará de un edificio de control equipado con celdas de 34.5 kV que darán servicio a los circuitos del parque, los tableros de protección, control y comunicación, oficinas, sala de baterías, etc.

La energía generada por el parque eólico es transportada en circuitos de media tensión hasta las respectivas celdas de línea. Debido a la potencia del parque, se han diseñado dos embarrados de celdas de media tensión, tal y como se muestra en el diagrama unifilar. Cada una de las dos celdas de protección del transformador se comunica mediante un conductor subterráneo con los bornes del transformador.

El transformador trifásico a instalar en la subestación será del tipo inmerso en aceite, de tres devanados, con tensiones nominales 115/34.5 kV y conexión estrella-triángulo (YNd11). La relación de potencia será 147.2/184/230 MVA para los tipos de refrigeración ONAN / ONAF / ONAF.

Los equipos y materiales principales que las forman principalmente son los que se indican a continuación:

- Equipos principales.
- Embarrados.
- Celdas y Cables de Media Tensión.
- Red de tierra inferior y aérea de protección.
- Estructuras Metálicas.
- Servicios Auxiliares.
- Sistemas Secundarios (Protecciones, control, medida y telecomunicaciones).
- Movimientos de Tierras.
- Obra Civil y Edificaciones.
- Instalaciones de Alumbrado y Fuerza.
- Seguridad, Contraincendios y Antiintrusismo.

La subestación se desplantará sobre una plataforma de 300 x 170 m de dimensiones aproximadas. Para la plataforma se ha diseñado una sección que estará formada por una capa de base de 30 cm compactada al 100% PM, apoyada en una capa de subbase de 30 cm compactada al 100% PM la cual asentará sobre el terreno natural o el terraplén según procede. Previamente se deberá haber ejecutado el desmonte y despalme de una capa de máximo 50 cm de espesor del suelo.

La red de tierra se ejecutará anteriormente al extendido y compactación de las capas superiores de la plataforma.

Figura 16 Ejemplo de obras civiles y eléctrica para SE Elevadora



2.12.11 Línea de Trasmisión

La línea de interconexión de alta tensión de 115 kV conectará la subestación elevadora del parque con el Sistema Eléctrico Nacional en la subestación Xul-Ha (CFE).

La Línea tendrá una longitud total de 14,403 m y será aérea de simple circuito con dos conductores por fase tipo ACSR 795 kcmil y cable de guarda con fibra óptica tipo OPGW de 36 fibras ópticas, soportado por torres metálicas galvanizadas de celosía de varias alturas para garantizar la distancia correcta con el terreno natural y con los cruzamientos a distintos servicios.

La mayor parte del trazo de la línea es paralelo y está a poca distancia de un camino existente, lo que facilitará su construcción y su explotación. El relieve es prácticamente llano en todo su recorrido. La línea cruza la carretera federal #307 y varios escurrimientos. El derecho de vía será de 20 m.

Todas las estructuras deben contarán con sistema de conexión a tierra, utilizando cable de acero con recubrimiento de cobre soldado de sección transversal de 46.44 mm² o mayor, de acuerdo a lo indicado en la Especificación CFE-00J00-52 Red de puesta a tierra para estructuras de líneas de transmisión aéreas de 69 a 400 kV en construcción.

Todas las estructuras objeto del proyecto serán correctamente señalizadas para su identificación, mantenimiento y protección.

Las fijaciones de las torres y postes al terreno se realizarán mediante cimentaciones de tipo trefabloque o patas separadas para las torres.

Montaje y armado de torres

El montaje y armado de torres, consiste en armar e instalar las torres en los sitios fijados por el proyecto y dejarlas preparadas para el tendido y tensionado de los cables. Una vez nivelada la base y construida la cimentación se puede continuar con el armado y montaje de los cuerpos superiores.

La señalización de líneas de transmisión para inspección aérea y terrestre e instalación de placas de numeración y de peligro que comprende la estructura, se realizarán de acuerdo con los planos de detalle del proyecto, utilizando el método constructivo que garantice que no se dañe algún elemento de la estructura.

Sistemas de Tierras

El sistema de tierras para líneas de transmisión consiste en la instalación de antenas y contra antenas de alambre, las cuales estarán conectadas a las estructuras con los conectores del tipo fundido o mecánicos apropiados.

Vestido de estructuras

El vestido de estructuras consiste en colocar en los lugares respectivos los aisladores y sus accesorios en general, de acuerdo con lo indicado en los planos de detalle del proyecto.

Tendido y tensionado de cables

El tendido y tensionado de los conductores, consiste en la colocación definitiva de los herrajes de sujeción correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores, la instalación de separadores y amortiguadores cuando se indiquen y la instalación de los empalmes de tramos de cable conductor y la instalación de puentes y remates en las estructuras que lo requieran.

Cuando durante el tendido y tensionado del cable sea necesario efectuar cruzamientos con líneas de distribución y/o de comunicaciones, los trabajos se efectuarán con línea desenergizada, en el caso de que los trabajos se deban efectuar con línea energizada se deberán tomar las precauciones necesarias, utilizando para ello las estructuras auxiliares que se requieran. En todos los casos se deberá contar con las autorizaciones previas otorgadas por los responsables correspondientes.

2.13 Etapa de operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento es la fase más extensa del Proyecto. En esta etapa se generará electricidad limpia con base en la energía eólica captada por aerogeneradores, misma que será enviada hasta la subestación transformadora para ser conducida a la red eléctrica nacional.

Como se ha afirmado en apartados anteriores, el parque eólico estará operando por 30 años. Durante este lapso, el mantenimiento de los aerogeneradores se realizará

periódicamente. Cabe señalar que para el mantenimiento serán considerados principalmente aspectos particulares de los aerogeneradores y las especificaciones del proveedor, debido a que los equipos cuentan con un período de garantía en donde el proveedor se encargará de realizar el mantenimiento requerido, así como la capacitación en sitio para la operación adecuada de los equipos. En esta fase operará el área administrativa del proyecto y se prevé que para todas las actividades se requerirán 15 operarios, aproximadamente, cuyo periodo de contratación abarcará los 30 años que estará el proyecto en funciones.

Al concepto de Operación se suma el de Mantenimiento con el objetivo de obtener resultados óptimos del parque eólico. En este sentido, se realizarán tres tipos de mantenimiento que son descritos a continuación.

La operación de la línea eléctrica se realizará de conformidad con la normatividad vigente. En particular, con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica, y la conservación en forma adecuada de los elementos que conforman la línea de transmisión eléctrica, será necesaria la implementación de un Programa de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

2.13.1 Mantenimiento Preventivo y Correctivo

El mantenimiento de los aerogeneradores, la LT y la SE durante su vida útil requiere de una serie de actividades mínimas que a continuación se presentan:

- Revisión del par de apriete de los pernos de anclaje y tornillería: Se realiza una revisión anual de la tortillería del aerogenerador para mantener el par de apriete correcto.
- Repasos de pintura: Las fases en las que hay ausencia de viento, se aprovechan para revisar el estado de la pintura que protege la estructura metálica, reparándose aquellas zonas donde se observe cualquier deterioro u oxidación.
- Revisión y reposición de los niveles de aceite: de manera programada a lo largo del año se hace una revisión a los equipos del aerogenerador para detectar cualquier posible fuga o pérdida. En caso de detectarse cualquier fuga o disminución de los niveles de aceite, se sigue el manual de operación y mantenimiento que entregará el fabricante en el momento de la recepción provisional de las instalaciones.
- Sustitución del pequeño material de los circuitos oleohidráulicos: como puedan ser manguitos, racores, etc., de acuerdo al programa de mantenimiento o bien porque se detecte un estado deteriorado del mismo
- Poda de la vegetación en los sitios donde pasa la LT en aquellos individuos arbóreos que puedan interferir con los cables.

2.14 Etapa de Desmantelamiento y Abandono de instalaciones

Aunque la vida útil de las instalaciones es de aproximadamente 30 años, se considera indefinida toda vez que se considera realizar la reposición de los elementos eléctricos o mecánicos necesarios para el buen funcionamiento del parque y que, en un futuro, se

seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías eólicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones.

Una vez concluido el Proyecto, se considera un año para los trabajos necesarios para el desmantelamiento de los aerogeneradores serán, de forma general, los siguientes:

- Descenso del rotor mediante grúa;
- Desmantelamiento de las palas del buje;
- Retirada de la góndola mediante grúa;
- Traslado de la góndola a taller para proceder a su desmantelamiento;
- Desmantelamiento de torre;
- Retirada de los cables de media tensión, baja tensión y control, que acceden al aerogenerador
- Señalización de las cimentaciones.

Los trabajos se realizarán, en la medida de lo posible, en serie, es decir, aprovechando la presencia de la grúa en obra se procederá al descenso de todos los rotores y góndolas de los aerogeneradores

Además, se procederá a la restitución ambiental del sitio de acuerdo a las condiciones que haya al momento del abandono.

2.15 Personal requerido durante las etapas del proyecto

Se procurará que la mayoría del personal sea de poblaciones y municipios aledaños al área del proyecto a quienes se transportará diariamente al sitio. No se contempla la instalación de campamentos provisionales para la pernocta de trabajadores, se dispondrán sanitarios portátiles contemplando uno (1) por cada 20 trabajadores y para el área de alimentos, se construirán zonas provisionales sombreadas en el área de Obras Temporales.

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio se tiene contemplado que existirán un máximo de 360 personas laborando. Durante la etapa de operación y mantenimiento serán 15 personas.

2.16 Utilización de explosivos

No se considera el uso de explosivos, pero en caso de ser necesario para la implantación de infraestructura, estos se manejarán de manera externa, por medio de un contratista que cuente con las autorizaciones correspondientes, partiendo del hecho de que no habrá polvorines en el Área del Proyecto.

2.17 Residuos

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial, peligrosos) y aguas sanitarias.

2.17.1 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos se clasifican en no peligrosos y peligrosos.

2.17.1.1 Residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción

Se clasifican en:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje
- Residuos de manejo especial

Durante la obra (y al final está) y durante las actividades de operación y manejo los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

- Bitácora de residuos sólidos urbanos y susceptibles de reutilización y reciclaje
- Bitácora de residuos de manejo especial

Tabla 8 Clasificación de residuos sólidos no peligrosos

Residuos sólidos urbanos (susceptibles a reutilización y reciclaje)	Residuos de Manejo Especial
Madera	Residuos de concreto (cimentaciones)
Papel	Producto de desmonte y despalme
Cartón	Material producto de excavación
Metales	Electrónicos (distintos componentes, cables, etc.)
Plásticos (PET)	Residuos de rocas
Vidrio	Residuos de demolición (cemento)
Basura (restos de comida, envolturas, etc.)	Metálicos (chatarra)

2.17.1.2 Residuos Peligrosos

Categorización de generadores y registro

Antes de iniciar el proceso constructivo (obra civil, montaje electromecánico y pruebas preoperativas) del proyecto donde se prevé generar residuos peligrosos, se tiene la obligación de definir la categorización en este caso en la categoría de Pequeño Generador

(entre 450 kg y 10 t) así como obtener su registro ante SEMARNAT en la delegación federal del estado de Quintana Roo.

Los residuos serán clasificados como peligrosos cuando:

- Se encuentren definidos como tal en la legislación ambiental.
- Se encuentren en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Cuando sean biológico-infecciosos, se gestionarán de acuerdo con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Sean productos usados, caducos o fuera de especificación.
- Exista una mezcla de Residuos Peligrosos (RP) con otros residuos o los envases que contuvieron sustancias o residuos peligrosos y aquellos equipos o construcciones que hubiesen estado en contacto con RP y sean desechados.
- Se mezcle suelo con residuos peligrosos, debido a algún derrame o por lixiviación de RP al suelo.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Dichos registros deberán conservarse durante 5 (cinco) años. Estos serán registrados en la bitácora de generación de acuerdo con las características CRETIB, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

Tabla 9 Características de los residuos CRETIB

Características	Descripción	CPR
Corrosividad	Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	C
	Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
Reactividad	Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	R
	Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Cuando se pone en contacto con el agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente.	

Características	Descripción	CPR
	Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones acidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500gm de ácidos sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
Explosividad	Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.	E
Toxicidad	Es toxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-2005 en una concentración mayor a los limites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOM correspondientes	T
Ambiental	Característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasionan un desequilibrio ecológico	Te
Aguda	Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola explosión, daños o la muerte de algún organismo.	Th
Crónica	Propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de explosiones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratógenos o mutagénicos.	Tt
Inflamabilidad	Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	I
	Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución que tiene un punto de una inflamación inferior a 60.5 C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%.	
	No es un líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101.9 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con el aire de cuando menos 12 % sin importar el límite inferior de inflamabilidad.	
	Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material	
Biológico / infeccioso	Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	B
Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos listados 3 y 4 de la NOM052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica de residuos peligrosos de mayor volumen, agregándole al CPR la Letra M		

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo con los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos: nombre genérico y clave del residuo peligroso:

Tabla 10 Categoría de los residuos peligrosos

Categoría	Tipo	Clave
Aceite gastado	Dieléctricos	05
	Lubricantes	01
	Hidráulicos	03
	Solubles	02
	Templado de Metales	06
	Otros (especifique)	04
Breas	Catalíticas	B1
	De Destilación	B2
	Otras (Especifique)	B3
Biológico-Infeciosos	Cultivo y Cepas	BI1
	Objetos Punzocortantes	BI2
	Residuos Patológicos	BI3
	Residuos No Anatómicos	BI4
	Sangre	BI5
Escorias de Metales Pesados	Finas	E1
	Granulares	E2
Líquidos Residuales de Proceso	Corrosivos	LR1
	No Corrosivos	LR2
Lodos Aceitosos		L6
Lodos Provenientes de:	Galvanoplastia	L3
	Proceso de Pinturas	L5
	Templado de Metales	L4
	Tratamiento de Aguas de Aguas de Proceso	L2
	Tratamiento de Aguas Negras	L1
	Otros (especifique)	L7
Sólidos	Telas, Pieles o Asbesto encapsulado	SO1
	De Mantenimiento Automotriz	SO2
	Con Metales Pesados	SO5
	Tortas de Filtro	SO3
	Otros (especifique)	SO4
Solventes	Orgánicos	S1
	Órgano Clorados	S2

Categoría	Tipo	Clave
Sustancias Corrosivas	Ácidos	C1
	Álcalis	C2
Otros Residuos Peligrosos (especifique)		O

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 según aplique y corresponda.

Los residuos peligrosos que se tienen contemplados provienen de bolsas, estopas y trapos impregnados de hidrocarburos y/o aceites; y de envases plásticos y metálicos que contuvieron aceites, diésel o gasolina.

2.17.2 Residuos Líquidos

Los únicos residuos líquidos que se generarán durante el proyecto serán las aguas sanitarias, provenientes de los baños móviles durante la etapa de operación y construcción y será la empresa contratada para brindar este servicio quien se encargue de la recolección, tratamiento y disposición final de este residuo.

Se calcula un sanitario por cada 20 trabajadores, por lo tanto, durante los 26 meses que duren las etapas de preparación y construcción; se utilizarán **3'187,080** m³ de agua. Calculando la contratación de 18 baños portátiles con un gasto de agua diaria de 32.42857 litros por sanitario.

Durante la operación y el mantenimiento del Proyecto se utilizarán los sanitarios de las instalaciones del Parque Eólico Vientos del Caribe, que contarán con una fosa séptica y se contratará el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento. Se calcula un gasto de 4,050 litros al mes. Con un gasto de 9 litros por persona diario.

2.17.3 Cantidades de generación

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

Se calcula que se producirán 35.3 toneladas de basura municipal (0.63kg/individuo/día) y de residuos reciclables, durante los 26 meses que duran las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento la producción de residuos sólidos municipales será de 0.448 t al año, debido a que la presencia de personal en el proyecto se reduce.

Se generarán alrededor de 231,009.582 m³ de residuos de manejo especial, provenientes de los restos de los materiales de las excavaciones; cabe resaltar que este material será almacenado para su posterior utilización en las zonas de construcción (cimentaciones, relleno de zanjas, etc.).

Se estima que se producirán 3.54 t de residuos peligrosos, provenientes principalmente de envases de aceites, solventes, trapos impregnados con hidrocarburos etc.

La estimación de generación de residuos durante las fases de preparación y construcción sería las siguientes cantidades (durante los 26 meses):

Etapa de Preparación y Construcción				
Tipo de residuo	Descripción	Cantidad (m ³)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Sólidos Urbanos no peligrosos	Madera.	0	35.381	-
	Papel.	0	17.690	-
	Cartón.	0	17.690	-
	Metales.	0	17.690	-
	Plásticos (PET).	0	31.843	-
	Vidrio.	0	17.690	-
	Basura municipal (restos de comida, envolturas, etc.).	0	35.381	-
Residuos de manejo especial	Material de despalme y excavación.	231,009.582	0	Parte del material de excavación se utilizará para el relleno de las obras necesarias, siempre y cuando cumplan con las características necesarias
	Residuos de concreto, escombros.	0.00	0.065	
	Envases	0	0.020	Que contuvieron material de manejo especial -
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas.	0	1.238	-
	Solventes y/o Hidrocarburos.	0	0.885	-
	Aceite usado.	0	0.885	-
	Absorbentes, trapos y ropa con sustancias peligrosas.	0	0.531	-
Total		231,009.582	176.904	-

La estimación de generación de residuos anual en fase de operación y mantenimiento sería las siguientes cantidades:

Etapa de Operación y Mantenimiento			
Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (Toneladas)	Observaciones
Sólidos Urbanos no peligrosos	Madera	0.690	-
	Papel	0.345	-
	Cartón	0.517	-
	Metales	0.517	-
	Plásticos (PET)	0.517	-
	Vidrio	0.344	-
	Basura municipal (restos de comida)	0.448	-
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas	0.024	-
	Solventes y/o Hidrocarburos	0.017	-
	Aceite usado	0.017	-
	Absorbentes, trapos y ropa con sustancias peligrosas	0.010	-
Total		3.449*	-

*Estimación anual

En caso de ser necesario, esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa para adecuarla a la última información disponible del Proyecto.

2.18 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

2.18.1 Residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos generados serán separados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en cada frente de trabajo mediante varios contenedores con tapa y debidamente etiquetados. Se almacenarán temporalmente de acuerdo con los siguientes criterios:

2.18.2 Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje

Los residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y cuando el personal del Parque Eólico Vientos del Caribe lo autorice (director o residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho,

plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los propietarios, por las comunidades cercanas al proyecto, de lo contrario serán donados o vendidos a empresas especializadas (recicladoras) debidamente autorizadas.

2.18.3 Residuos de manejo especial

Para la gestión de los residuos de manejo especial, previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos. Este plan aplica siempre y cuando la generación de estos se encuentre en la categoría de mediano y gran generador.

Para el tratamiento de residuos se contratará a una empresa especializada y autorizada para dar el debido tratamiento de recolección, transporte y disposición final a este tipo de residuos.

En específico, la materia orgánica producto del desmonte y despalme se dispersará en las áreas de reforestación previamente determinadas y evaluadas, se deberá utilizar como mejorador de suelos/control de erosión.

2.18.4 Residuos sólidos urbanos (sólidos municipales)

Los residuos sólidos urbanos generados se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores de color debidamente rotulado y provisto con tapa, para no atraer especies de fauna nociva, doméstica o silvestre. Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores debidamente rotulados y con tapa.

El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del proyecto, y en caso de que el promovente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se los pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se distribuirán en sitios estratégicos en el proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo.

Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

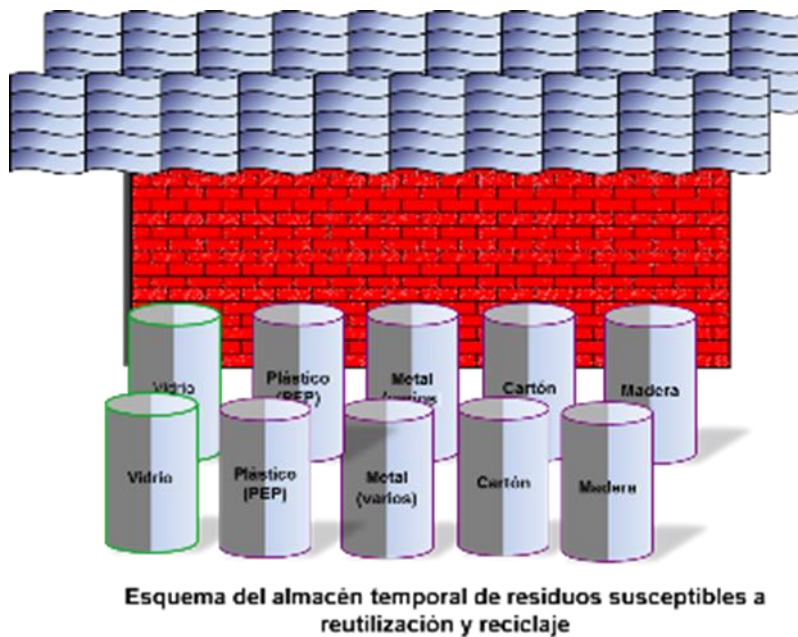
El supervisor ambiental realizará recorridos para verificar que los contenedores no rebasen del 80% de su capacidad y evitar que las áreas donde estén los recipientes se encuentren sucias.

2.18.5 Almacenamiento temporal de residuos no peligrosos

Para residuos sólidos urbanos (reutilización-reciclaje) se requiere habilitar un área para almacenar temporalmente estos residuos, las características mínimas que se debe cumplir son:

- Que se asigne un espacio dentro del área del proyecto, previamente autorizada
- Que el área este delimitada (malla ciclónica, bardeada, etc.)
- Estar techado
- Se deberá asignar un espacio específico para cada tipo de residuo a almacenar y deberá estar identificado y delimitado
- Deberá contar con las medidas mínimas de seguridad

Figura 17 Esquema del almacén de residuos



2.18.6 Residuos Peligrosos

Se deberá asegurar que el personal asignado para almacenar los Residuos Peligrosos (RP), evite mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados.

Se deberán segregar y envasar de acuerdo con su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, previstas en la normativa, necesarias para evitar que, durante el

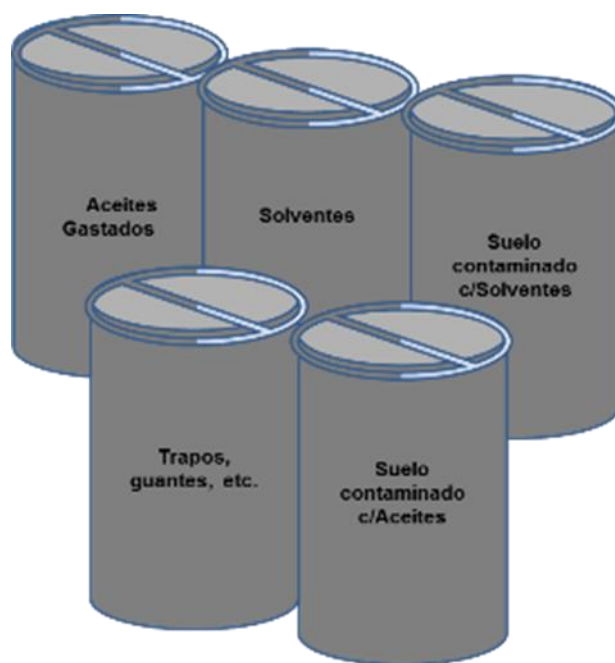
- almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.
- Identificados con nombre, clave y características del residuo.
 - Los contenedores para residuos peligrosos deberán ser rojos preferentemente; sin embargo, si la autoridad solicita que se utilice un color diferente de contenedor para cada tipo de Residuos Peligrosos es aceptable.
 - Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:
 - Incompatibles en los términos de la legislación
 - En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento
 - En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los impresos I-GPM10602-C y I-GPM10602-D.
 - Por más de seis meses
 - Se realizará el almacenaje de los Residuos Peligrosos considerando sus características de incompatibilidad, las cuales se establecen en la NOM-054-SEMARNAT-1993.
 - Los contenedores se deberán identificar y etiquetar para el almacenaje de los residuos peligrosos, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente con:
 - Datos del generador de Residuo Peligroso (razón social, dirección)
 - Nombre del residuo peligroso (categoría, tipo, clave)
 - Características de peligrosidad (CPR)
 - Fecha de ingreso al almacén
 - Trazabilidad del residuo peligroso en cada contenedor
 - Se deberá contar con copia de las hojas de datos de los materiales peligrosos (MSDS) dentro del almacén temporal.

El almacenamiento de Residuos Peligrosos debe cubrir condiciones básicas para los centros de acopio temporal. Al inicio del proyecto se deberá definir el establecimiento de un almacén de Residuos Peligrosos, según se especifique en la legislación ambiental y/o contractualmente; el cual comenzará a operar desde el momento en que estos se empiecen a generar.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable a los sitios de almacenamiento de Residuos Peligrosos. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando el proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) principalmente.

Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Figura 18 Almacenaje de los residuos peligrosos



2.19 Recolección y transporte

2.19.1 Residuos peligrosos

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la SEMARNAT y la SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el Manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años. Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

- Verificar que los residuos peligrosos de que se trate estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados
- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes
- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de Residuos Peligrosos
- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de Residuos Peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden.
- **Observar las características de compatibilidad para el transporte de los Residuos Peligrosos.**

Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad no podrán ser transportarlos junto con ningún otro tipo de Residuo Peligroso.

2.20 Disposición final

2.20.1 Residuos sólidos no peligrosos

Al inicio del proyecto, el supervisor ambiental deberá identificar y ubicar si existe un relleno sanitario o tiradero municipal autorizado cerca del área de influencia donde se construirán las obras. En el caso de que dichas áreas existan y se encuentren alejadas y no se cuente con el servicio de recolección municipal o particular; será necesario trasladar los residuos en vehículos particulares, acondicionando un vehículo para evitar escurrimientos, malos olores, dispersión de basura con el aire, y deberán ser limpiados una vez concluida dicha actividad. Siempre que sea factible se deberá utilizar el servicio de recolección municipal o contratar un servicio particular. Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

2.20.2 Residuos Peligrosos

Una vez que los Residuos Peligrosos han sido transportados para disposición final, el prestador de servicios deberá entregar el manifiesto de cada disposición final y certificado correspondiente, mencionando si estos serán reutilizados, reciclados o para co-procesamiento por la empresa que ha dado disposición final.

2.20.3 Aviso de cierre como generadores

Una vez construido el proyecto, se elaborará el aviso por escrito de cierre o finalización del proceso constructivo que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente y se presentará a la Secretaría (SEMARNAT) en la delegación correspondiente al estado de Quintana Roo, con la siguiente información:

Como pequeños generadores de residuos peligrosos (este proyecto se tendría esta categoría durante el proceso constructivo) proporcionará:

- La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;
- La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;
- El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;
- El diagrama de tubería de proceso, instrumentación y drenajes de la instalación,
- El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

2.21 Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera que serán liberadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Parque Eólico serán originadas por el uso de maquinaria y vehículos de apoyo. Estas fuentes de emisión se consideran móviles e intermitentes para un periodo fijo y no permanente, por lo que, no será necesario que se realice un monitoreo de las emisiones a la atmósfera.

Para estimar las emisiones a la atmósfera de gases de combustión (HC, CO, NO_x, PST y SO₂) se utilizaron los factores de emisión para un camión de carga en gramos por kilómetro recorrido y se corrigieron a gramos por hora basándose en que la velocidad promedio de estos vehículos de 30 km/h. Los factores corregidos se emplearon para estimar las emisiones generadas por todos los tipos de maquinaria que serán utilizados en el proyecto variando el tiempo en que estén encendidas.

Factores de emisión	HC	CO	NOx	PST	SO ₂
Camión de carga (g/km)	5.17	19.8	25.6	3	0.47
Camión de carga (g/hr)	155.1	594	768	90	14.1
Pick-up gasolina (g/km)	7.01	76.3	2.88	0.2	0.17
Pick-up gasolina (g/hr)	210.3	2289	86.4	6	5.1

La siguiente tabla presenta las fuentes móviles que serán utilizadas durante esta etapa y la estimación de las emisiones generadas.

Tipo de maquinaria	Meses uso*	Horas día	Horas uso	Contaminantes (kg)				
				HC	CO	NOx	PST	SO ₂
Tractor	15	2	750	116.325	445.5	576	67.5	10.575
Retroexcavadora	3	6	450	69.795	267.3	345.6	40.5	6.345
Motoconformadora	3	5	375	58.1625	222.75	288	33.75	5.2875
Plancha	3	5	375	58.1625	222.75	288	33.75	5.2875

Tipo de maquinaria	Meses uso*	Horas día	Horas uso	Contaminantes (kg)				
				HC	CO	NOx	PST	SO ₂
Excavadora 320	4	5	500	77.55	297	384	45	7.05
Trompo	5	5	625	96.9375	371.25	480	56.25	8.8125
Camión de carga	16	2	800	124.08	475.2	614.4	72	11.28
Grúa 500 ton	16	8	3200	496.32	1900.8	2457.6	288	45.12
Grúa auxiliar 90 ton	16	8	3200	496.32	1900.8	2457.6	288	45.12
Camioneta pick up	18	2	900	189.27	2060.1	77.76	5.4	4.59

* 25 días laborables por mes

Además de las emisiones emitidas a causa de la combustión de los motores de la maquinaria, se contempla que existirá una generación de levantamientos de polvos que contribuirán con la emisión de partículas suspendidas.

2.22 Generación de ruido durante la construcción y operación

Durante la etapa de construcción, y por lo tanto de manera puntual y temporal, las emisiones de ruido se incrementarán en la zona, esto derivado del uso de maquinaria de construcción. Sin embargo, la maquinaria pesada como trascabo, camión-pipa, camión volteo, excavadoras y grúas a utilizarse en la etapa de preparación del sitio y construcción se ajustarán a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. El límite máximo permisible para vehículos entre 3,000 y 10,000 kg de peso bruto es de 92dBA.

Se consideran los valores de emisiones de ruido siguientes:

- Trailers a una distancia 15 m: 90dBA
- Camiones tolva a una distancia de 15 m: 78-90dBA
- Cargador frontal y retroexcavadoras a una distancia de 3m: 90dBA
- Grúas a una distancia de 15m: 78-90dBA

El horario de emisión será de 7:00 a 19:00 horas.

En cuanto al equipo de vibración se tiene el rodillo vibrador y el vibrador de concreto que operarán en lapsos cortos de tiempo, resultando en bajas emisiones.

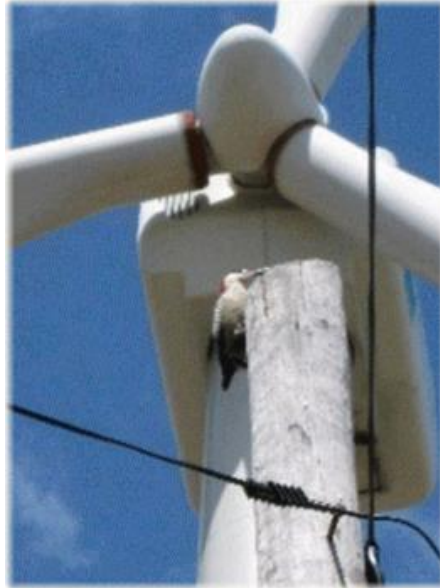
Con respecto a los niveles de ruido de la fase de operación, únicamente en un área de alrededor de 50 m al centro del aerogenerador se tendrá una emisión de ruido puntual mayor de 55dB, disminuyendo conforme se aleja, teniendo niveles a 100 m en un rango máximo de 50 –55dB, mismas que son inferiores a los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas establecidas por la NOM-081-SEMARNAT/1994.

Debido a que el emplazamiento del proyecto no se encuentra próximo a las zonas habitacionales, no se producirá efecto alguno a la población a causa del ruido. Adicionalmente se ha realizado un estudio de posibles viviendas existentes en la zona, separando las ubicaciones de estas viviendas de más de 500 m de cualquier aerogenerador para evitar cualquier tipo de perturbación. Por otro lado, a una velocidad de viento de alrededor de 4-7 m/s y superiores, el ruido del viento en las hojas, arbustos, árboles, mástiles, etc. enmascarará (ahogará) gradualmente cualquier potencial sonoro de los aerogeneradores.

Esto hace que la medición del sonido de los aerogeneradores de forma precisa sea muy difícil. Generalmente, a velocidades de 8m/s y superiores llega a ser una cuestión bastante abstrusa el discutir las emisiones de sonido de los modernos aerogeneradores, dado que el ruido de fondo enmascarará completamente cualquier ruido de la turbina.

La operación de los aerogeneradores de un parque eólico no produce emisiones de ruidos que causen molestia a los pobladores de la comunidad ni a las personas que transitan en vehículos por carretera; y como se ha observado en distintos estudios, tampoco a la fauna de la zona (R. Dooling, Ph.D., 2002), ya que es común ver aves paradas en la cerca perimetral de las máquinas y alimentándose debajo de ellas, además ganado pastando debajo de los aerogeneradores en funcionamiento. La siguiente figura muestra a un ave buscando alimentos cerca de un aerogenerador, foto tomada de un parque eólico en Cuba.

Figura 19: Las visitas de los carpinteros verdes (*Xiphidiopicus percussus*), al Parque de Turiguanó (Cuba) son muy frecuentes, estén parados o girando los aerogeneradores.



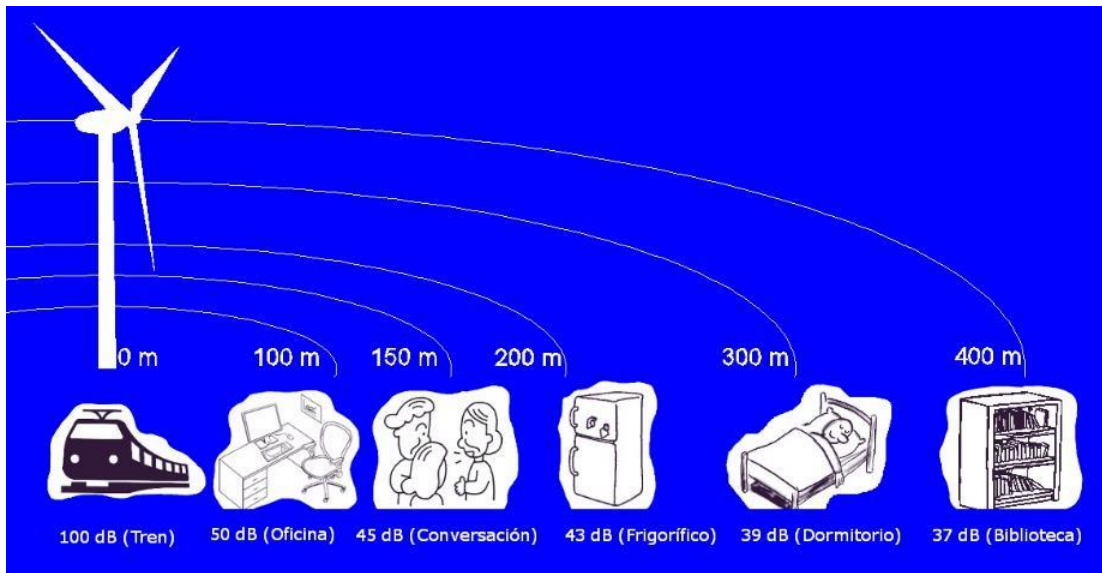
Con base en los resultados evaluados en diversos países, parques en México y mediciones realizadas en diferentes proyectos, se concluye que los aerogeneradores son equipos de bajo impacto, desde el punto de vista acústico ya que sus niveles de ruido están por debajo de la normatividad y estos niveles de ruido no representan una afectación para las poblaciones de aves y murciélagos en la zona.

Las distancias a las que son instalados no permiten que las ondas de choque provoquen que los habitantes de las zonas rurales puedan recibir ruidos perjudiciales a su salud.

1. Con base en los resultados mostrados en diferentes análisis de ruido se mantiene válida la hipótesis de la disminución de la intensidad sonora evaluada en estudios, en los que, al alejarse de la fuente de ruido, este disminuye en 6dB cada vez que se duplica la distancia a la fuente en un campo libre.

2. De acuerdo con los registros en diferentes lugares, se puede afirmar que a distancias superiores de 150 m el ruido percibido sería similar al de una conversación normal, lo cual no puede provocar efectos negativos en el ser humano y debido a las bajas frecuencias, no afectaría a los animales.

Figura 20: Ruido generado por un aerogenerador en función de la distancia.



Fuente: Rustarazo González

El viento al incidir sobre las palas de los aerogeneradores produce ruido. También hay otros ruidos generados por los mecanismos internos de la góndola, aunque son menos importantes.

En cualquier caso, el ruido producido no es excesivo.

El ruido generado por un aerogenerador depende de muchos factores, sin embargo, los principales son los siguientes:

- La intensidad del viento reinante en ese momento.
- La distancia al aerogenerador.

Tabla 11: Relación de viento y ruido

Relación entre velocidad del viento y ruido generado por un aerogenerador (Fuente: Vestas)	
11 km/h	96.7 dB (A)
14 km/h	98.1 dB (A)
18 km/h	101.2 dB (A)
22 km/h	104.3 dB (A)
25 km/h	104.4 dB (A)
29 km/h	104.2 dB (A)
32 km/h	104.1 dB (A)

3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES..... 82

3.1	LEGISLACIÓN FEDERAL	83
3.1.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1917)	83
3.1.2	TRATADOS INTERNACIONALES EN MATERIA AMBIENTAL SUSCRITO POR MÉXICO	86
3.1.3	LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE(H. CONGRESO DE LA UNIÓN 1988)	87
3.1.4	LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2003A)	92
3.1.5	LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2000).....	94
3.1.6	LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (H. CONGRESO DE LA UNIÓN 2003B).....	95
3.1.7	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (GOBIERNO DE MÉXICO 2019)	101
3.2	LEGISLACIÓN ESTATAL	104
3.2.1	LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO (PODER LEGISLATIVO 2001)	104
3.2.2	LEY PARA EL FOMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DEL APROVECHAMIENTO DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (PODER LEGISLATIVO DEL ESTADO 2014)	112
3.2.3	LEY DE ACCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO (PODER LEGISLATIVO DEL ESTADO 2013)	113
3.2.4	LEY PARA LA PREVENCIÓN, GESTIÓN INTEGRAL Y ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS RESIDUOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO (PODER LEGISLATIVO DEL ESTADO 2019) ..	116
3.2.5	PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2022 (GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO N.D., 2016–2022)	119
3.3	LEGISLACIÓN MUNICIPAL	120
3.3.1	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2018-2021 (H. AYUNTAMIENTO DE OTHÓN P. BLANCO 2018, 2018–2021).....	120
3.4	ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS DE TERRITORIO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL	122
3.4.1	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DE TERRITORIO (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES N.D.).....	122
3.4.2	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL PARA EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO (SECRETARÍA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE 2015).....	125
3.4.3	ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMYRGMVMC) (SECRETARIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2012).....	158

3.5	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	175
3.6	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PRIORITARIAS DE JURISDICCIÓN FEDERAL ESTATAL Y MUNICIPAL.	178
3.6.1	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	178
3.6.2	ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES	181
3.6.3	SITIOS RAMSAR	183
3.6.4	REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS.....	185
3.6.5	REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS	190
3.6.6	UNIDADES DE MANEJO AMBIENTAL	192
3.7	CONCLUSIÓN.	194

3 VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

«La evaluación de impacto ambiental es un instrumento utilizado en la política ambiental, en él, se planea y desarrolla una compatibilidad con la preservación del medio ambiente. A lo largo de estas décadas, ha incorporado herramientas para prevenir, mitigar y restaurar los daños al medio ambiente y recursos renovables del país.

La evaluación de impacto ambiental realiza un análisis detallado del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto e identifica y cuantifica los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución. Así, se establece la factibilidad ambiental del proyecto (análisis costo-beneficio ambiental)»(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2012)

El fortalecimiento en materia técnico y jurídica con el creciente interés social, académico y político en la parte ambiental, nos lleva a tener, una protección más efectiva al medio ambiente.

En los siguientes apartados se analiza legalmente desde una perspectiva macro a micro en cuestión de jerarquías de la ley que rigen este país, en primer lugar, la parte Federal, pasando al Estado y terminando con el Municipio.

A continuación, se analizan las diferentes leyes, normas, reglamentos, tratados internacionales y su vinculación con este proyecto para establecer la factibilidad ambiental, y prevenir, mitigar o en su caso restaurar, siendo responsables con la sociedad y el medio ambiente.

La vinculación de los distintos proyectos con las disposiciones legales en materia ambiental, especialmente con los Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET) en nuestro país; ha generado diversos puntos de vista y debates, en función de que se trata de una etapa del procedimiento administrativo de la evaluación del impacto ambiental en donde se consideran las normas sustantivas y adjetivas y si son indicativas o vinculantes dentro del sistema jurídico mexicano. Por tal motivo, en el presente documento mencionamos los fundamentos normativos que le dan sustento jurídico y legal al Proyecto, garantizando que la vinculación sea un mecanismo que otorgue certeza en el cumplimiento efectivo del derecho humano difuso normado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) en su artículo 4o., así como en los diversos tratados internacionales firmados y ratificados por el país en materia de derechos humanos.

Por ello, el presente Capítulo se construye dando cuenta del peso vinculatorio de la legislación ambiental, frente a la evaluación de los impactos ambientales en sus diferentes modalidades en el derecho mexicano, partiendo de lo dispuesto por el artículo 1o. de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Una ley de orden público y de interés general denota que nunca se podrán privilegiar los intereses particulares a los colectivos, ya que el medio ambiente es un derecho humano de características difusas que protegen un interés legítimo y colectivo.

3.1 Legislación Federal

3.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (H. Congreso de la Unión 1917)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el documento que contiene la normativa fundamental que regula el Estado de Derecho de México y fue originalmente redactada el 05 de febrero de 1917, teniendo diversas reformas desde entonces, siendo la última publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de diciembre de 2019.

Debido a que en la Carta Magna se encuentran consagrados los derechos y obligaciones que tienen los ciudadanos y autoridades en México, es indispensable asegurar su vinculación con el Proyecto, ya que emanan de ésta los criterios reglamentarios nacionales que constituyen el contexto de la legislación en materia ambiental y forestal y de planeación del desarrollo que más adelante se mencionan en sus diferentes niveles, señalando los artículos de la misma que aplican al Proyecto como fundamento principal, siendo los siguientes relacionados al caso en estudio:

3.1.1.1 Vinculación de los artículos con el proyecto

Artículo 1

En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece...

Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley...

La disposición señala: Las normas relativas a los derechos humanos se interpreta de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas.(Ferrer Mac-Gregor, Eduardo **et al.** 2013)

Artículo 4

Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley...

El derecho de las personas a un medio ambiente sano, implica el adecuado uso y explotación de los recursos naturales, la preservación y restauración del equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable, la necesidad de proteger los recursos naturales y la preservación y restauración del equilibrio ecológico, los cuales principios fundamentales y presupuesto fundamental para el disfrute y ejercicio de los demás derechos, en virtud de la íntima vinculación con otros principios y valores fundamentales, los cuales además, ayudan

a dotar de contenido y a interpretar sistemática, coordinada y complementaria. (Ferrer Mac-Gregor, Eduardo **et al.** 2013)

Cabe resaltar que el Proyecto generará energía eléctrica a través de medios renovables, por lo que contribuye a no generar gases de efecto invernadero, y ser amigable con el medio ambiente.

Artículo 25

Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución.

Al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución.

En el capítulo 2 de la presente manifestación se describe la naturaleza del Proyecto, aclarando que se trata de inversión que realiza el sector privado, también se especifica que se trata de generación de energía eléctrica por medios renovables, por lo que permite la conservación del medio ambiente.

Artículo 27

La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada...

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social,

el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas; de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria; los yacimientos de piedras preciosas, de sal de gema y las salinas formadas directamente por las aguas marinas; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuando su explotación necesite trabajos subterráneos; los yacimientos minerales u orgánicos de materias susceptibles de ser utilizadas como fertilizantes; los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional.

El Proyecto es congruente con esta disposición, ya que no se realizará aprovechamiento de aguas, minerales, petróleo, gases, tratándose de un proyecto de generación de energía eléctrica, por medio de aerogeneradores.

Artículo 115

Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre, conforme a las bases siguientes:

V.- Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;***
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;***

c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren Proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;

d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;

e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;

f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;

g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;

i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.

El Proyecto es congruente con esta disposición, ya que se apegará a los planes y programas de desarrollo urbano.

3.1.2 Tratados Internacionales en Materia Ambiental Suscrito por México

Tratado	Descripción	Vinculación
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Naciones Unidas 1993)	El objetivo de esta convención es la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sustentable	El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se trata de generación de energía eléctrica por medio de aerogeneradores, los cuales no expiden gases de efecto invernadero.
Protocolo de Kyoto. (Naciones Unidas 1997)	Enumera los compromisos adquiridos para la limitación y reducción de gases de efecto invernadero de origen	El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se trata de generación de energía eléctrica por medio

Tratado	Descripción	Vinculación
	antropogénico y promover el desarrollo sostenible.	de aerogeneradores, los cuales no expiden gases de efecto invernadero.

3.1.3 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente(H. Congreso de la Unión 1988)

Esta Ley, cuya última reforma fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 05 de junio de 2018, está orientada a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Se considera a esta Ley, como la principal norma nacional reglamentaria de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, ya que regula la preservación y cuidado del medio ambiente, además de establecer los principios rectores de la política ambiental nacional y sus instrumentos, precisa los derechos y obligaciones que los ciudadanos pueden ejercer y deben de cumplir en cuanto a la preservación de los recursos naturales; de tal forma que su aplicación en el presente Proyecto resulta ser de suma importancia para garantizar su correcto desarrollo y ejecución en cuanto a sus aspectos ambientales. Por lo tanto, resulta importante mencionar los artículos que el presente estudio toma en cuenta para garantizar su vinculación con la legislación federal.

3.1.3.1 Vinculación con el Proyecto

Artículo 1

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;

II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;

V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

VIII. El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el Artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;

IX. El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X. El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ayudando a vivir en un ambiente sano, mejorando el ambiente al no generar gases de efecto invernadero al obtener energía por medios renovables.

Artículo 5

Son facultades de la Federación: ...

V.- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley; ...

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;

XII.- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal;

XIII. El fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los Estados, el Distrito Federal y los Municipios; así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos; ...

XV. La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente; ...

El Proyecto no realizará aprovechamiento de las aguas nacionales, la biodiversidad o la fauna, tratándose de un proyecto de generación de energía, por otro lado, no emitirá gases de efecto invernadero dado la naturaleza del mismo expuesto en el capítulo 2 de la presente manifestación.

Todos los vehículos que se utilicen en el Proyecto contarán con sus mantenimientos correctivos y preventivos, así como la autorización correspondiente para poder circular dentro del área del 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 actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: ...

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; ...

El Proyecto se apega al artículo, y da cumplimiento cabal al mismo realizando la presente manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que le corresponde, por pertenecer a la industria eléctrica.

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. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente”.

El Proyecto es congruente con esta disposición, toda vez que del contenido de la MIA-R se desprenden las medidas y acciones de prevención, mitigación y compensación descritas en el capítulo 6 de la presente manifestación y dando cumplimiento en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

Artículo 83

El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

El Proyecto es congruente con esta disposición, ya que no realizará aprovechamiento de flora y fauna silvestre, y aplicará los Programas de rescate y reubicación de flora y de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna, así como los programas tendientes a evitar mitigar, compensar o los daños que se pudieran realizar al hábitat de las mismas.

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;

III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;

IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y

VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

El Proyecto es compatible con la vocación del Uso de Suelo en donde se pretende llevar a cabo, cuenta también, con el Programa de conservación de suelo y agua y el Programa de reforestación.

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;

II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

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; y

V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

El Proyecto es congruente con esta disposición, ya que no pretende realizar descargas de aguas residuales ya que se contratarán sanitarios portátiles a empresas debidamente autorizadas; no se pretende realizar mantenimiento de vehículos dentro del área de proyecto para evitar la contaminación del suelo con hidrocarburos.

Artículo 134

Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III. Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

IV. La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

V. En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

El Proyecto cuenta con un Programa de manejo integral de residuos, en el cual describen el almacenamiento y disposición final de los mismos.

3.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (H. Congreso de la Unión 2003a)

Esta ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 de junio de 2018, y su última reforma se publicó en el DOF el 26 de abril del 2021 y es reglamentaria del artículo 27 de la CPEUM. Su objeto es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los estados y los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX, inciso G), de la CPEUM, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

3.1.4.1 Vinculación con el Proyecto

Artículo 7

Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o incluirlos a actividades no forestales;

VII. Capacidad de carga: Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico;

XII. Compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales: Las obras y actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento, que se realizan con el fin de rehabilitar ecosistemas forestales deteriorados, de controlar o evitar los procesos de degradación de los mismos y de recuperar parcial o totalmente las condiciones que propicien su persistencia y evolución;

XV. Conservación forestal: El mantenimiento de las condiciones que propician la persistencia y evolución de un ecosistema forestal, sin degradación del mismo ni pérdida de sus funciones;

XX. Depósito por Compensación Ambiental: Es el monto económico que deposita el promovente de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para obtener la autorización;

XXIII. Ecosistema Forestal: La unidad funcional básica de interacción de los recursos forestales entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;

XXXVIII Bis. Otros terrenos forestales: Terrenos cubiertos de vegetación forestal que no reúnen las características para ser considerados terrenos forestales arbolados;

LXI. Servicios ambientales: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano;

LXIX. Suelo Forestal: Cuerpo natural que ocurre sobre la superficie de la corteza terrestre, compuesto de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y que es capaz de soportar vida; que han evolucionado bajo una cubierta forestal y que presentan características que les confirió la vegetación forestal que en él se ha desarrollado;

LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;

LXXI Bis. Terreno forestal arbolado: Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;

LXXXI. Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico;

El Proyecto es coherente con esta disposición y con los términos que marque esta Ley.

Artículo 10

Son atribuciones de la Federación:

XXIX. Definir y aplicar las regulaciones del uso del suelo en terrenos forestales y preferentemente forestales;

XXX. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal;

El Proyecto es coherente con esta disposición; al requerir el cambio de uso de suelo, se tramitarán los permisos pertinentes para estar de acuerdo con esta disposición.

Artículo 14

La Secretaría ejercerá las siguientes atribuciones:

XI. Expedir, por excepción, las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales;

terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal;

El Proyecto es coherente con esta disposición, al requerir el cambio de uso de suelo, se tramitarán los permisos pertinentes para estar de acuerdo con esta disposición.

Artículo 68

Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones:

I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal;

El Proyecto es coherente con esta disposición, al requerir el cambio de uso de suelo, se tramitarán los permisos pertinentes para estar de acuerdo con esta disposición.

3.1.5 Ley General de Vida Silvestre (H. Congreso de la Unión 2000)

Esta Ley fue publicada en el DOF el 03 de julio de 2000 y su última reforma se publicó el 19 de enero de 2018, y tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción. Esta Ley regulará además del PVA la aplicación del Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna.

3.1.5.1 Vinculación con el Proyecto

Artículo 4

Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.

El Proyecto no realizará ningún aprovechamiento de la vida silvestre.

Artículo 27 Bis

No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.

La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el

manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.

El Proyecto no realizará introducción de especies exóticas en el sitio, de acuerdo con el PVA y los programas específicos de la presente manifestación.

Artículo 31

Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

La fauna silvestre, se tratará conforme al Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna.

Artículo 79

La liberación de ejemplares a su hábitat natural, se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación.

Si no fuera conveniente la liberación de ejemplares a su hábitat natural, la Secretaría determinará un destino que contribuya a la conservación, investigación, educación, capacitación, difusión, reproducción, manejo o cuidado de la vida silvestre en lugares adecuados para ese fin.

La liberación de la fauna silvestre, se tratará conforme al Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna.

3.1.6 Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (H. Congreso de la Unión 2003b)

La vinculación del proyecto con la presente Ley, cuya última reforma se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 18 de enero de 2021, parte de su obligación para la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos que se generarán tanto en las etapas de preparación del sitio e instalación, como en las de operación y abandono, evitando con esto, la contaminación de sitios ocasionada por los residuos y una posible remediación.

3.1.6.1 Vinculación con el Proyecto

Artículo 3

Se consideran de utilidad pública: ...

I. Las medidas necesarias para evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;

II. La ejecución de obras destinadas a la prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados, cuando éstas sean imprescindibles para reducir riesgos a la salud; ...

El Proyecto es congruente con esta disposición, se anexa a este documento el Programa de manejo integral de residuos.

Artículo 5

Para los efectos de esta Ley se entiende por: ...

V. Disposición Final: *Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;*

VI. Envase: *Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo;*

VII. Evaluación del Riesgo Ambiental: *Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman;*

VIII. Generación: *Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;*

IX. Generador: *Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo;*

X. Gestión Integral de Residuos: *Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región; ...*

XII. Gran Generador: *Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida; ...*

XVII. Manejo Integral: *Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social; ...*

XVIII. Material: *Sustancia, compuesto o mezcla de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan; ...*

XIX. Micro generador: *Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;*

XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno; ...

XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole; ...

XXXIV. Responsabilidad Compartida: Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad

social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social;

XXXV. Reutilización: El empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación;

XXXVI. Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares; ...

XXXIX. Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de esta Ley; ...

XLIV. Valorización: Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y

XLV. Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que, por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños al ambiente.

El Proyecto es congruente con esta disposición, toda vez que del contenido el MIA-R se desprenden los elementos técnicos y jurídicos que aseguran el cumplimiento de lo previsto en el articulado en estudio, toda vez que se toman en cuenta los conceptos establecidos en la legislación, de acuerdo con la evaluación efectuada en el Capítulo 6.

Artículo 16

La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.

El Proyecto es congruente con esta disposición, se anexa el Programa de manejo integral de residuos.

Artículo 18

Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los

Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

El Proyecto es coherente con esta disposición, se anexa el Programa de manejo integral de residuos, en donde especifican la separación, almacenamiento, y disposición final de los mismos.

Artículo 27

Los planes de manejo se establecerán para los siguientes fines y objetivos:

I. Promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo;

II. Establecer modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan;

III. Atender a las necesidades específicas de ciertos generadores que presentan características peculiares;

IV. Establecer esquemas de manejo en los que aplique el principio de responsabilidad compartida de los distintos sectores involucrados, y

V. Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral de los residuos, que sea económicamente factible.

El Proyecto es coherente con esta disposición, se anexa el Programa de manejo integral de residuos.

Artículo 31

Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados;

II. Disolventes orgánicos usados; ...

V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; ...

VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; ...

IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;

X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados; ...

La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

El Proyecto es congruente con esta disposición, se anexa a este documento el Programa de manejo integral de residuos donde prevén su clasificación, como se expone en el capítulo 6.

Artículo 40

Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

El Proyecto es coherente con esta disposición. Se anexa el Programa de manejo integral de residuos, donde especifica el manejo conforme a la presente Ley, su Reglamento, Normas Oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Artículo 42

Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

El Proyecto contratará empresas autorizadas por la secretaría, para el traslado y disposición final de los residuos, tal como se indica en el capítulo 2 de la presente manifestación.

Artículo 45

Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, identificando, clasificando y manejando sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, como se especifican en el Programa de manejo integral de residuos anexo a este documento.

Artículo 54

Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

El Proyecto es congruente con esta disposición, manejando los residuos conforme a la norma: Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993)

Artículo 56

La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

El Proyecto es congruente con esta disposición, almacenará los residuos conforme al Programa de manejo integral de residuos y las normas aplicables.

3.1.7 Plan Nacional de Desarrollo (Gobierno de México 2019)

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2024 del Ejecutivo Federal, es un documento de trabajo que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal. Elaborado a través de un amplio procedimiento de participación y consulta popular, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD), con la finalidad de lograr un crecimiento económico, un incremento de la productividad y competitividad como medios para lograr el objetivo superior del bienestar general de la población.

El PND busca marcar un fin de los planes neoliberales y el inicio de una reorientación profunda y general del rumbo nacional y de las reglas de convivencia entre los ciudadanos y los grupos sociales que conforman el país.

Para lograr esto el PND propone una nueva política de desarrollo regida por los siguientes doce principios, señalados como los puntos centrales del nuevo consenso nacional:

3.1.7.1 Vinculación con el Proyecto

1 Honradez y honestidad.

La corrupción extendida y convertida en práctica administrativa regular ha inhibido el crecimiento económico. Por esto es importante terminar con la corrupción monetaria y la simulación y mentira.

El Proyecto cumple con este principio al apegarse a las leyes, reglamentos, normas que rigen este país.

2 No al gobierno rico con pueblo pobre.

Los recursos se deben emplear con el único fin de cumplir las obligaciones del Estado con la población, particularmente con los más desamparados. Poner fin al dispendio con una política de austeridad republicana.

El Proyecto generará inversión en el sitio donde se pretende instalar, influyendo positivamente en la economía del país.

3 Nada al margen de la ley; por encima de la ley, nadie.

Desempeño del poder con estricto apego al orden legal, la separación de poderes, el respeto al pacto federal, en observancia de los derechos humanos y fin de la represión política; poniendo fin a los privilegios ante la ley y fin de los fueros.

El Proyecto es congruente con este principio, apegándose a las leyes, normas y reglamentos aplicables al mismo.

4 Economía para el bienestar.

Retomar el camino del crecimiento con austeridad y sin corrupción, disciplina fiscal, cero endeudamientos, autonomía del Banco de México, creación de empleos, fortalecer mercado interno, impulso al agro, a la investigación, la ciencia y la educación.

Realizando inversiones como estos proyectos permiten el crecimiento en el producto bruto interno (PBI); El Producto Interno Bruto es la suma de los valores monetarios de los bienes y servicios producidos por un país en un año. Para obtener esa suma es necesario evitar que se incurra en una duplicación derivada de las operaciones de compra-venta que existen entre los diferentes productores. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 1981).

5 El mercado no sustituye al Estado.

Estado fuerte, garante de la soberanía, la estabilidad y el Estado de Derecho, árbitro de conflictos, generador de políticas públicas coherentes y articulados de los propósitos nacionales.

El Proyecto es congruente con este principio, tomando en cuenta, las políticas coherentes y los propósitos nacionales.

6 Por el bien de todos, primero los pobres.

Separación del poder político del poder económico atendiendo a los miembros más débiles de la población.

La realización de inversiones como estos proyectos ayuda a un crecimiento en el producto bruto interno (PBI); El Producto Interno Bruto es la suma de los valores monetarios de los bienes y servicios producidos por un país en un año. Para obtener esa suma es necesario evitar que se incurra en una duplicación derivada de las operaciones de compra-venta que existen entre los diferentes productores. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 1981).

El Proyecto, recae en un 99% en terrenos de uso común ejidales, por lo que, las ganancias generadas por las rentas de los terrenos, se repartirán equitativamente, entre todos los miembros de estos ejidos.

7 No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera.

El Gobierno de México rechaza toda forma de discriminación, defenderá un modelo de desarrollo respetuoso de los habitantes y del hábitat, equitativo, orientado a subsanar y a no agudizar las desigualdades, defensor de la diversidad cultural y del medio ambiente.

El Proyecto es coherente con este principio, ya que realiza un desarrollo respetuoso con los habitantes y el medio ambiente, apegándose a las leyes, normas y reglamentos que le competen al Proyecto.

8 No hay paz sin justicia.

Se deben atender las causas que han originado la violencia y la inseguridad a través de la incorporación de los jóvenes al estudio y al trabajo; procesos regionales de pacificación con esclarecimiento, justicia, reparación y reconciliación nacional; y medidas contra el lavado de dinero e inteligencia policial.

El Proyecto es coherente con este principio, apegándose a las leyes, normas y reglamentos que le competen al Proyecto.

9 El respeto al derecho ajeno en la paz.

México ha recuperado sus principios de política exterior: no intervención, autodeterminación, relaciones basadas en la cooperación para el desarrollo, solución pacífica de conflictos mediante diálogo, rechazo a la violencia y la guerra, y respeto a los derechos humanos.

El Proyecto es coherente con este principio, apegándose a las leyes, normas y reglamentos que le competen al Proyecto.

10 No más migración por hambre y violencia.

Se aspira a ofrecer a los ciudadanos mexicanos las condiciones adecuadas para que puedan vivir en su lugar de origen con dignidad y seguridad y la migración sea optativa, no forzada. Respeto a los derechos de los migrantes, hospitalidad y la posibilidad de que construyan una vida nueva en México.

Realizando inversiones como estos proyectos ayudan a un crecimiento en el producto bruto interno (PBI); El Producto Interno Bruto es la suma de los valores monetarios de los bienes y servicios producidos por un país en un año. Para obtener esa suma es necesario evitar que se incurra en una duplicación derivada de las operaciones de compra-venta que existen entre los diferentes productores. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática 1981)

11 Democracia significa el poder del pueblo.

Democracia participativa que socializa el poder político, involucrando a la sociedad en las grandes decisiones nacionales. Reivindicación del principio de un gobierno que mande obedeciendo y una sociedad que mandando se obedezca a sí misma.

El Proyecto es coherente con este principio, apegándose a las leyes, normas y reglamentos que le competen al Proyecto.

12 Ética, libertad y confianza.

Nuevo paradigma nacional basado en la generosidad, la empatía, la colaboración, la libertad y la confianza. Nuevo pacto social y modelo de desarrollo basado en los principios éticos y civilizatorios del pueblo mexicano.

El Proyecto es coherente con este principio, apegándose a las leyes, normas y reglamentos que le competen al Proyecto.

3.2 Legislación Estatal

3.2.1 Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (Poder Legislativo 2001)

Artículo 1

La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendientes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo, de acuerdo a las siguientes bases:

IV.- Establecer el derecho y la obligación corresponsable de las personas dentro del territorio del Estado, en forma individual o colectiva, para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, el desarrollo sustentable y la protección al ambiente;

VII.- Prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo, en el territorio del Estado;

XII.- Establecer los mecanismos de coordinación, promoción y concertación entre autoridades estatales y municipales, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental;

XVIII. Promover el establecimiento de instrumentos económicos en materia ambiental, así como el otorgamiento de estímulos fiscales, crediticios o financieros, para incentivar las actividades relacionadas con la protección al ambiente, la prevención de la contaminación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y

El Proyecto se apegará a las medidas necesarias para preservar, y no ser ajeno al equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, mediante las medidas propuestas en el capítulo 6 de la presente manifestación.

Artículo 5

Corresponden al Estado, como orden de gobierno, por conducto de la Secretaría, del Instituto o de la Procuraduría, según sea el caso, las siguientes atribuciones:

XVI.- La evaluación de la manifestación de impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la federación y en su caso, expedir las autorizaciones correspondientes y turnar a la autoridad federal la información que con motivo de la evaluación del estudio de impacto ambiental le compete a esta última;

XXXVIII.- Establecer las medidas necesarias para hacer frente al cambio climático deben basarse en consideraciones pertinentes de orden científico, técnico y económico, y reevaluarse continuamente conforme a los avances en la materia, y

Por la naturaleza del proyecto, se realiza una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, la cual es evaluada por la Federación, y toma en cuenta las Leyes, Normas y Reglamentos que le competan, desde el ámbito Federal hasta el Municipal.

Artículo 14

El ordenamiento ecológico deberá estar dirigido a planear, programar y evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio estatal, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente; es de utilidad pública y tiene por objeto:

I.- Asegurar que el aprovechamiento de los elementos naturales se realice de manera integral y sustentable;

IV.- Favorecer los usos del suelo con menor impacto adverso ambiental y el mayor beneficio a la población, sobre cualquier otro uso que requiera la destrucción masiva de los elementos naturales del terreno.

La naturaleza del proyecto no considera el aprovechamiento de recursos naturales no renovables, toda vez que se pretende emplear el recurso eólico. De igual manera, la

implantación del proyecto se determinó tomando como referencia el Estudio de Colisión así como los elementos naturales que se encuentran en el sitio, con el fin de generar los menores impactos posibles.

Artículo 24

La realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo, se sujetarán al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental, mismo que será autorizado por el Instituto conforme al procedimiento previsto en el Reglamento correspondiente:

VI.- Corredores Industriales, Parques y Zonas Industriales, a excepción de aquellas en las que se prevean la realización de actividades altamente riesgosas de competencia federal;

Por la naturaleza del proyecto, se desarrolló una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

Artículo 38

Los interesados en la realización de obras o actividades que requieran de la autorización de la Federación, en materia de impacto ambiental, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, deberán hacer del conocimiento del Instituto, la resolución favorable expedida por la autoridad competente, mediante un aviso que deberá presentarse, cuando menos 15 días hábiles antes del inicio de las obras o actividades que se pretendan llevar a cabo.

El Proyecto estará atento para informar a la autoridad competente del inicio de obra 15 días hábiles antes del inicio de obra.

Artículo 53

La Secretaría y los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, diseñarán, desarrollarán y aplicarán instrumentos económicos que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, y mediante los cuales se buscará:

I.- Promover un cambio en la conducta de las personas que realicen actividades industriales, comerciales y de servicios, de tal manera que sus intereses sean compatibles con los intereses colectivos de protección ambiental y de desarrollo sustentable;

El Proyecto es un logro, en el cambio de conducta de las personas, ya que se trata de generar energía eléctrica por medio de aerogeneradores, teniendo cero emisiones de gases efecto invernadero como se describe en los procesos del capítulo 2 de la manifestación.

Artículo 59

El Gobierno del Estado y los Municipios estimularán las acciones y programas destinados al cumplimiento de los objetivos de la política ambiental, a través de facilidades de inversión, permisos y concesiones preferenciales y transferibles a

personas, grupos o instituciones, dando preferencia a organizaciones del sector social, mediante los cuales se buscará:

I.- Hacer compatibles los intereses de desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios, con los colectivos de protección ambiental y desarrollo sustentable;

El Proyecto es un logro en el cambio de conducta de las personas, ya que se trata de generar energía eléctrica por medio de aerogeneradores, teniendo cero emisiones de gases efecto invernadero como se describe en los procesos del capítulo 2 de la manifestación.

Artículo 61

Las zonas del territorio estatal sobre las que el Estado ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por las actividades humanas, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieran ser preservadas y restauradas quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

Los propietarios, poseedores o titulares de cualquier derecho sobre tierras o inmuebles, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas o cualquier otra limitada por un ordenamiento y/o instrumento jurídico en la materia, así como en planes y programas ecológicos ambientales y demás previstos en las leyes federales y estatales, estarán obligados, independientemente del régimen legal al que pertenezcan, a utilizarlos de acuerdo a dichos regímenes preservando, protegiendo, restaurando en su caso y aprovechando éstos, según el objeto previsto en dichos ordenamientos y a sujetarse a las modalidades que conforme a esta ley se determinen en las declaratorias por las que se decreten dichas áreas.

Los actos jurídicos que constituyan derechos adquiridos realizados previos al conocimiento o efectos de los ordenamientos y demás instrumentos jurídicos a que hace referencia este artículo, deberán ser respetados por las autoridades competentes.

El Proyecto se apegará a las Leyes, Normas, Reglamentos, en las que el estado ejerza soberanía.

Artículo 77

Para el otorgamiento de las autorizaciones de aprovechamiento o concesión de servicios en las áreas naturales protegidas a que se refiere este capítulo, se observarán las disposiciones establecidas en la presente ley, el reglamento en la materia, la declaratoria, el programa de manejo y programa de ordenamiento ecológico correspondiente.

El solicitante deberá demostrar ante las autoridades estatales o municipales competentes, capacidad técnica y económica para llevar a cabo tales aprovechamientos sin causar deterioro al ambiente.

Los propietarios o poseedores de los predios en los que se pretendan desarrollar las obras o actividades, tendrán un derecho preferente para obtener las autorizaciones, concesiones o permisos respectivos.

La Secretaría y los Ayuntamientos podrán cancelar el permiso, licencia, concesión o autorización correspondiente, por causas supervenientes, cuando la exploración, explotación o aprovechamiento de los recursos naturales ocasione o pueda ocasionar deterioro ambiental o perjuicio a los pobladores del área natural protegida y sus alrededores.

El Proyecto no se pretende realizar en ningún Área Natural Protegida.

Artículo 81

Las dependencias y entidades de la administración pública estatal y los municipios deberán de considerar en sus programas que afecten el terreno de un área natural protegida de competencia federal, estatal o municipal, así como en el otorgamiento de permisos, concesiones y autorizaciones para obras o actividades que se desarrollen en dichas áreas, las previsiones contenidas en la presente ley, los reglamentos, las normas oficiales mexicanas que se expidan en la materia, los decretos o acuerdos por los que se establezcan las áreas naturales protegidas y los programas de manejo respectivos.

El Proyecto no afectará los terrenos donde se consideren un Área Natural Protegida (ANP) como se describen más adelante en este capítulo.

Artículo 92

Corresponde al Estado y a los Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, la regulación sobre el trato digno que debe darse a la flora y fauna silvestre, asimismo participarán con la Federación en las acciones derivadas de esta regulación, desarrollando programas en la materia.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que generó medidas para mitigar, compensar o minimizar cualquier afectación a especies de flora y la fauna.

Artículo 93

Para la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre en el Estado, esta Ley y las demás disposiciones aplicables, tomarán en consideración los siguientes aspectos:

El Proyecto es congruente con esta disposición, ya que no realizará ningún aprovechamiento de flora y fauna que se encuentre en el sitio, así mismo se llevarán a cabo los Programas de rescate y reubicación de flora y de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna.

Artículo 95

Las actividades de protección, aprovechamiento y regeneración de la flora silvestre y su hábitat, se ajustarán a las especificaciones de esta ley, la Ley General, la Ley

Forestal y su reglamento y de la Ley General de Vida Silvestre y contemplarán, entre otros, los siguientes aspectos:

El Proyecto es congruente con esta disposición, ya que proponen programas, donde se describe que no se realizará aprovechamiento de flora y fauna que se encuentra en el sitio, así como el trato que recibirán los mismos al momento de instalar el Proyecto.

Artículo 98

Las actividades de poda y derribo de árboles ubicados en áreas y en predios urbanos, cualquiera que fuera su propiedad, deberán contar con autorización previa de los Ayuntamientos municipales.

Cuando los municipios no cuenten con reglamentos u ordenanzas en la materia, corresponderá al Estado a través de la Secretaría y en coordinación con los Municipios, ejercer dichas facultades.

El Proyecto solicitará la autorización previa de los ayuntamientos para las actividades de poda y derribo de árboles, cuando se requiera.

Artículo 100

Es de interés público la protección, conservación y regeneración de la fauna silvestre que se encuentre temporal o permanentemente en el territorio del Estado, así como de sus hábitats, las cuales se ajustarán a lo establecido en esta Ley, la Ley General, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley Federal de Pesca, y contemplarán entre otros aspectos:

IV.- La protección y vigilancia del hábitat de la fauna silvestre, inclusive el control y erradicación del tráfico ilegal de especies, especialmente las raras, amenazadas, endémicas o en peligro de extinción y de sus productos;

El Proyecto es coherente con esta disposición, presentando los programas de rescate y reubicación de especies de flora y fauna.

Artículo 103

Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.

El Proyecto cuenta con medidas de mitigación, compensación o minimización, descritas en el capítulo 6, para ser coherentes con el artículo en el ámbito de emisiones a la atmosfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas que provengan de fuentes móviles.

Artículo 106

El Estado y los municipios dentro de su respectiva competencia llevarán a cabo las siguientes acciones:

I.- Prevenir y controlar la contaminación del aire en bienes y zonas de jurisdicción Estatal o municipal, que no sean de la competencia de las autoridades federales;

Capítulo 3. Vinculación de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación de uso de suelo.

El Proyecto cuenta con medidas de mitigación, compensación o minimización, descritas en el capítulo 6, para ser coherentes con el artículo en el ámbito de emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas que provengan de fuentes móviles.

Artículo 111

Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, generadas por olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisiones e inmisiones por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en la Normas Oficiales Mexicanas.

Para los efectos del presente capítulo, serán fuentes fijas de competencia estatal, los establecimientos industriales, y de competencia municipal, los establecimientos comerciales y de servicios, que no se encuentren contemplados dentro de las facultades conferidas a la Federación.

La Secretaría y los Municipios mediante acuerdos de observancia general, deberán de establecer y publicar los listados que señalen los establecimientos y giros de su competencia, con base en lo dispuesto en el párrafo anterior.

El Proyecto cuenta con medidas de mitigación, compensación o minimización, descritas en el capítulo 6, para ser coherentes con el artículo en el ámbito de emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas que provengan de fuentes móviles, y respetar lo que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas.

Artículo 116

Las emisiones de contaminantes generadas por fuentes móviles, que circulen en el territorio estatal, no deberán rebasar los límites máximos permisibles señalados en las normas oficiales mexicanas.

En el Proyecto es coherente con esta disposición y no rebasará los límites máximos permisibles señalados en las Normas Oficiales Mexicanas como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

Artículo 117

Los propietarios o poseedores de vehículos automotores verificarán periódicamente éstos, con el propósito de controlar, en la circulación de los mismos, las emisiones contaminantes. Dicha verificación deberá efectuarse en los periodos y centros de verificación vehicular autorizados por la Secretaría.

La omisión de dicha verificación o la falta de cumplimiento de las medidas que para el control de emisiones se establezcan, será objeto de sanciones en los términos que prevenga esta ley, sus disposiciones reglamentarias y demás ordenamientos aplicables.

Los vehículos que circulen en el predio deberán estar verificados con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

Artículo 119

La Secretaría fomentará programas de eliminación gradual del uso de agua potable en los procesos en que se pueda utilizar aguas de reúso o tratadas.

Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios y fundamentos:

III. 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 de jurisdicción federal, incluyendo las aguas del subsuelo;

El Proyecto contratará pipas con agua preferentemente tratada para el riego de caminos durante la construcción como se menciona en el capítulo 2 y 6 de la manifestación.

Artículo 132

Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.

Para la realización del proyecto únicamente el 11 % del terreno total contará con infraestructura por lo que, para favorecer la infiltración, se permitirá que casi el 90 % del terreno continúe con la filtración de agua al suelo. Además, se realizarán obras de conservación de suelo y agua y actividades de reforestación que mitigarán y compensarán los impactos que se generen por el proyecto.

Artículo 133

Para la prevención y control de la contaminación del suelo y subsuelo, se considerarán los siguientes criterios:

I.- Corresponden al Estado, Municipios y a la sociedad, prevenir la contaminación del suelo y subsuelo;

II.- Deben ser controlados los residuos en tanto constituyen la principal fuente de contaminación del suelo;

V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizadas en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

El Proyecto cuenta con el programa de Manejo Integral de residuos, para prevenir la contaminación del suelo y subsuelo.

Artículo 195

Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

El Proyecto es coherente con esta disposición, se especifica en el capítulo 2 la naturaleza del proyecto y no se realizará aprovechamiento del agua y los ecosistemas acuáticos.

Artículo 201

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;

El Proyecto se pretende instalar en un sitio con vocación de suelo compatible.

Artículo 207

En aquellas áreas que presenten procesos de degradación, erosión o graves desequilibrios ecológicos, la Secretaría formulará y ejecutará programas de restauración ecológica, realizando las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban, siempre y cuando no se trate de materias reservadas a la Federación.

En la formulación, ejecución y seguimiento de dichos programas, la Secretaría deberá promover la participación de los propietarios, poseedores, organizaciones sociales públicas o privadas, organismos ecologistas, comunidades indígenas, gobiernos municipales y demás personas interesadas.

El Proyecto es congruente con esta disposición, presenta el Programa de conservación de suelo y agua donde se describen las medidas tendientes a la preservación del suelo.

3.2.2 [Ley Para el Fomento de la Eficiencia Energética y del Aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovables en el Estado de Quintana Roo \(Poder Legislativo del Estado 2014\)](#)

Artículo 1

La presente ley es de orden público e interés social y tiene por objeto:

I. Fomentar el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, y el uso de tecnologías limpias, la eficiencia y la suficiencia energética en el estado y los Municipios como instrumento de promoción del desarrollo sostenible, la innovación, el desarrollo tecnológico, la competitividad económica, la mejora de calidad de vida y la protección y preservación del medio ambiente;

IV. Impulsar el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, en la planeación del desarrollo urbano, para lograr el mejor aprovechamiento de las condiciones climáticas del entorno;

VII. Establecer los criterios generales para incentivar la inversión y el uso de tecnologías limpias relacionadas con el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables.

El Proyecto es coherente con esta disposición, al aprovechar las fuentes de energía renovables, y el uso de tecnologías limpias, la eficiencia y la suficiencia energética y la protección y preservación del medio ambiente.

Artículo 32

La Comisión, en coordinación con los Municipios, fomentará el aprovechamiento de la energía del viento, de conformidad con las normas aplicables. Para tal propósito se coordinará con las instancias federales competentes para la elaboración de estudios que ubiquen los lugares dentro del estado y los municipios susceptibles de este tipo de aprovechamiento energético.

El Estado y los Municipios podrán establecer empresas de participación pública y privada para fomentar el aprovechamiento de este recurso.

El Proyecto es una empresa de participación privada, que aprovecha el recurso eólico, para la generación de energía eléctrica.

3.2.3 Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo (Poder Legislativo del Estado 2013)

Artículo 1

La presente Ley es de orden público e interés general; sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el Estado de Quintana Roo, en concurrencia con los Municipios y la Sociedad Civil.

La presente Ley tiene por objeto:

I. Preservar el derecho de todas las personas a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;

II. Establecer la competencia del Estado y de los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

III. Fomentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en el Estado;

IV. Vincular la planeación del Ordenamiento Ecológico Territorial con las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático;

V. Desarrollar políticas públicas de desarrollo urbano que fomenten acciones de mitigación y adaptación al cambio climático;

VI. Reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del Estado frente a los efectos adversos del cambio climático;

VII. Prevenir y controlar las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero de origen antrópico que no sean de competencia federal;

VIII. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático en el Estado;

IX. Establecer las bases para la participación y concertación social; X. Promover la transición hacia un desarrollo sustentable y de bajas emisiones de carbono, y

El Proyecto se trata de generar energía eléctrica por medio de aerogeneradores, teniendo cero emisiones de gases efecto invernadero como se describe en los procesos del capítulo 2 de la manifestación.

Artículo 5

En la definición de los objetivos y metas de adaptación, las autoridades estatales y municipales deberán tomar en cuenta las evaluaciones de impacto económico del cambio climático, mapas de riesgo, desarrollo de capacidades de adaptación y demás estudios para hacer frente al cambio climático.

El Proyecto realizará inversión en el sitio, genera energía eléctrica por medio de aerogeneradores, por lo que tiene cero emisiones de gases de efecto invernadero por lo cual hace frente al cambio climático.

Artículo 10

Corresponde a la Secretaría, el ejercicio, de manera enunciativa más no limitativa de las siguientes funciones:

VIII. Promover, difundir y en su caso, aprobar proyectos de mitigación de Emisiones, en términos del Mercado, del Protocolo de Kioto, así como de otros instrumentos firmados y ratificados por el Gobierno Federal que estén orientados al mismo objetivo;

IX. Establecer instrumentos económicos, para promover inversiones y cambios de conducta en actividades industriales, comerciales y de servicios, que generan Emisiones de Efecto Invernadero, así como para otorgar incentivos a quien realice acciones para la protección, preservación o restauración del equilibrio climático;

El Proyecto trata de generar energía eléctrica por medio de aerogeneradores, teniendo cero emisiones de gases efecto invernadero como se describe en los procesos del capítulo 2 de la manifestación.

Artículo 14

Son atribuciones de la Comisión:

VII. Impulsar las acciones necesarias para cumplir con los objetivos y compromisos contenidos en instrumentos derivados de convenciones nacionales o internacionales en la materia, que competan al Estado; y

El Proyecto siendo un generador de energía eléctrica, por medio del viento con cero emisiones de efecto invernadero, cumple con los tratados internacionales.

Artículo 16

En materia de mitigación de gases de efecto invernadero, el Programa Estatal deberá considerar las directrices siguientes:

IV. El Estado, conforme a las normas federales de la materia, procurará la generación de energía eléctrica para sus instalaciones, con la utilización de fuentes no contaminantes, como el viento, la luz solar, la biomasa, el oleaje marino.

El Proyecto, es un repunte, para buscar la disminución de los gases de efecto invernadero, generando energía eléctrica por medio de aerogeneradores.

Artículo 19

El Gobierno del Estado y los Municipios, en el ámbito de sus competencias, impulsarán el ahorro y la eficiencia energética, así como la utilización de combustibles menos intensivos en carbono en los distintos sectores de actividad consumidores de energía.

Asimismo, promoverán el uso de energía de origen renovable en las actividades industriales, agrícolas, ganaderas y forestales, en el transporte, en los edificios destinados a usos habitacionales y de servicios y en el ámbito urbano.

La política energética determinará los objetivos de ahorro energético y de consumo de energía de origen renovable, así como las líneas de actuación en consonancia con la presente ley, y los objetivos de mitigación de emisiones que se definan en el Programa Estatal. El órgano competente del Estado en materia de energía elaborará cada dos años un informe de seguimiento de estos objetivos, que formará parte del informe de seguimiento del Programa Estatal al que hace referencia el artículo 18.

El Gobierno del Estado y los Municipios desarrollarán planes de eficiencia energética y de utilización de las energías renovables en sus ámbitos de competencia, que contribuyan de manera efectiva a la mitigación de sus emisiones en consonancia con las directrices de esta ley.

El Proyecto impulsa la eficiencia energética, así como la utilización de combustibles menos intensivos en carbono en los distintos sectores de actividad consumidores de energía.

Asimismo, promoverán el uso de energía de origen renovable en las actividades industriales, agrícolas, ganaderas y forestales, en el transporte, en los edificios destinados a usos habitacionales y de servicios y en el ámbito urbano.

3.2.4 Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo (Poder Legislativo del Estado 2019)

Artículo 3

Se considera como utilidad pública en el Estado, los actos realizados por el Estado, los Municipios o los particulares, que tengan como fin:

IV. El control de la contaminación generada por el inadecuado manejo de los residuos, así como la reducción en la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la recuperación de materia y energía, con el fin de garantizar un aprovechamiento sustentable con el fin proteger la salud humana y del medio ambiente, y

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que anexa el Programa de manejo integral de residuos, con el cual mitiga, compensa o disminuye los impactos que se pudieran general durante la etapa de preparación y construcción de la obra, como lo describe el capítulo 6 de la presente manifestación.

Artículo 7

Son objetivos de esta Ley, los siguientes:

I. Propiciar el desarrollo sustentable y consolidar una economía circular, a través de la prevención de la generación y la gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Biorresiduos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos de competencia local;

III. Prevenir la contaminación de sitios por residuos, su remediación y rehabilitación, con base en la responsabilidad extendida, compartida, pero diferenciada, de los distintos sectores;

IX. La prohibición de la disposición de residuos en sitios no autorizados;

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que en el Programa de manejo integral de residuos prevé la generación y la gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos, así como, prevenir la contaminación de sitios por residuos, su remediación y rehabilitación.

Artículo 13

En función al tipo de residuos, éstos se clasifican en:

I. Residuos Sólidos Urbanos: los generados en las casas habitación, servicios o cualquier establecimiento o vía pública, que resultan de las actividades domésticas o de consumo de productos que propician la generación, de envases, embalajes o empaques, que son resultantes de la limpieza de las vías o lugares públicos, siempre que no sean catalogados por esta Ley como residuos de otra índole.

II. Biorresiduos: los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal o residuos biodegradables susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, comercial o derivado de la naturaleza, siempre que éstos últimos sean similares a los primeros, tales como:

a) Residuos de fracción vegetal, derivados de parques, de la naturaleza, o jardines públicos y/o privados;

b) Residuos de alimentos y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, empresas, locales comerciales y establecimientos que generen residuos orgánicos, se incluyen los generados en plantas de procesamiento o transformación de alimentos, y

c) Residuos de otras zonas que por tipo, naturaleza o características del material deban ser considerados biorresiduos.

III. De Manejo Especial:

a) Los residuos de las rocas o los productos de su descomposición que no puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción excluyendo aquellos originados en la industria minero-metalúrgica;

b) Los residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los residuos biológicos, e infecciosos;

c) Los residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;

d) Los residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas, que no tengan componentes de peligrosidad, a excepción de los residuos considerados cuarentenarios;

e) Los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales que no puedan ser aprovechables de conformidad con los criterios establecidos en la norma correspondiente;

f) Los residuos eléctricos y electrónicos provenientes de los productos usados, caducos o retirados del comercio, que requieren de corriente eléctrica o campos electromagnéticos para su operación o funcionamiento, incluyendo los aditamentos, accesorios, periféricos, consumibles y subconjuntos que los componen;

g) Los residuos de la construcción, mantenimiento, desastres naturales o demolición en general;

h) Los automóviles inservibles y el resto de los mismos, y

i) Los productos que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador, como es el aceite comestible usado, llantas, neumáticos, trampas de grasa y demás que determine la Secretaría.

IV. Residuos peligrosos: los establecidos en la LGPGIR.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que, en el Programa de manejo integral de residuos, se contempla la clasificación y separación de cada uno de los diferentes residuos, que se pudieran generar durante la obra.

Artículo 17

Los generadores de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones aplicables.

Los generadores deberán dejar libres de residuos las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos de competencia estatal.

El Proyecto contempla en el programa, que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, serán identificados, clasificados y manejados de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones aplicables.

Artículo 18

Los proyectos de construcción y/o demolición, deberán prever un sitio destinado para el manejo y almacenamiento de residuos debidamente separados, así como la recolección de residuos a través de un prestador de servicios registrado ante la Secretaría.

Los generadores de residuos que se encuentren bajo el régimen condominal están obligados a realizar la separación en la fuente y a contratar los servicios de recolección, para el transporte y aprovechamiento de los residuos.

El Proyecto es coherente con esta disposición ya que prevé en el Programa de manejo integral de residuos, un sitio destinado para el manejo y almacenamiento de residuos debidamente separados, así como la recolección de residuos a través de una empresa que se contratará, la cual estará debidamente autorizada por la Secretaría.

Artículo 53

El generador está obligado a entregar los residuos al proveedor del servicio de limpieza pública o privada, debidamente clasificados para facilitar su aprovechamiento, vinculando los residuos reciclables a prestadores de servicios autorizados por la Secretaría.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que en el programa de manejo integral de residuos se encuentra estipulado como entregar los residuos a una empresa autorizada por la Secretaría, debidamente clasificados, para su aprovechamiento.

Artículo 70

Es la actividad de resguardo de residuos el cual puede ser domiciliario o dentro de alguna actividad productiva. El almacenamiento no está sujeto a autorización alguna, sin embargo, está restringido a 6 meses.

Los sitios de almacenamiento deberán mantenerse libres de contaminación para evitar un riesgo a la salud y al ambiente. Debiendo de garantizarlo, en caso de abandono del sitio o de la actividad generadora.

El Proyecto es congruente con esta disposición, los sitios de almacenamiento se mantendrán libres de contaminación para evitar un riesgo a la salud y al ambiente como se estipula en el Programa de manejo.

Artículo 77

Los residuos que no pueden ser reaprovechados por la tecnología disponible u otras condiciones, deben ser dispuestos en un relleno sanitario y/o sitio de disposición final autorizado, los cuales pueden ser de operación manual, semi mecanizada y mecanizada y deben cumplir con los requerimientos que estipula la Norma Oficial Mexicana aplicable, respecto de la localización, construcción, diseño, operación, clausura y post clausura del sitio.

El Proyecto contratará una empresa autorizada por la secretaría, la cual se encargará de trasladar los residuos a su disposición final en un sitio autorizado.

3.2.5 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 (Gobierno del Estado de Quintana Roo n.d., 2016–2022)

A partir del 2019, iniciamos un proceso de Actualización del Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 que alineó la visión estatal de desarrollo con la visión nacional y la agenda 2030 para el desarrollo sostenible; se actualizó los contenidos de las políticas, objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción que orientan nuestros programas y proyectos estatales.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazo; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por 5 ejes rectores:

- 1. Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos;***
- 2. Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho***
- 3. Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente***
- 4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad***
- 5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental***

Quintana Roo requiere de un espacio ordenado bajo una política de sustentabilidad; para ello es necesario articular estrategias integrales que protejan lo más valioso que tienen los quintanarroenses: su entorno natural; por ese motivo es prioritario efectuar la regulación del ordenamiento y el control territorial de la entidad, impulsando un sistema de ciudades y comunidades rurales que potencialicen su valor cultural e histórico. Además, garantizar el respeto al medio ambiente y la preservación de los recursos naturales es condición indispensable para conformar un esquema de equilibrio territorial.

PROGRAMA 28: MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Objetivo:

Garantizar la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales para mejorar la calidad de vida de los quintanarroenses,

mitigando los impactos derivados de las principales actividades productivas, que generan afectación al medio ambiente y a la biodiversidad.

Estrategia:

Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normatividad ambiental aplicable en los proyectos, actividades y desarrollos existentes y futuros en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.

Meta

Planificar ecológicamente 3´119,000 hectáreas del Territorio de Quintana Roo, para que, al término de la administración, se pueda Contar con la totalidad ordenada.

24. Promover la generación de información para la elaboración de instrumentos ambientales a fin de contribuir con las políticas en materia de prevención de la contaminación ambiental.

25. Regular a las fuentes fijas, móviles, a fin de prevenir la contaminación ambiental en Quintana Roo.

46. Evaluar proyectos ambientales que la federación remite al estado, correspondientes a manifestaciones de impacto y cambios de uso de suelo, con la finalidad de emitir una opinión técnica, con base a los instrumentos normativos ambientales estatales aplicables.

54. Gestionar proyectos de eficiencia energética para inmuebles públicos y empresas privadas, así como coadyuvar en la actualización de reglamentos de construcción municipales para inducir elementos de sustentabilidad en las obras y crear las condiciones de generación de electricidad con fuentes renovables.

El Proyecto es coherente con este Plan Estatal de Desarrollo, ya que no se contrapone a ninguna de las estrategias o programas que se mencionan en él, estos proyectos son una de las claves para esta generación y las que vienen, dado que se trata de generar energía eléctrica por medio de recursos renovables como lo es la fuerza de empuje que ejerce el viento; el estudio de impacto ambiental se presenta a nivel federal con una manifestación modalidad regional, se describe en él, la biodiversidad que existe en el polígono donde se pretende instalar y se generan planes y programas para mitigar, minimizar o compensar cualquier impacto que se pudiera general al medio ambiente.

3.3 Legislación Municipal

3.3.1 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco 2018, 2018–2021)

La integración del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 considero las propuestas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas con una visión a largo plazo e inclusivo. Esta agenda pone especial atención a la dignidad e igualdad de las personas para mejorar su calidad de vida y al cuidado del medio ambiente.

Eje 2.- Promovamos la Economía Municipal.

Objetivos generales:

Facilitar la inversión de proyectos productivos de empresarios y agricultores, que consoliden las cadenas productivas y generen fuentes de empleo para fortalecer el desarrollo municipal.

Estrategias generales:

- *Los procedimientos de apertura de empresas y de actualización se deberán simplificar y adecuar la reglamentación para agilizar los trámites.*

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que realizará inversión en el sitio donde se pretende instalar, como se describe en el capítulo 2.

EJE 4.- MEJOREMOS LA INFRAESTRUCTURA URBANA Y LOS SERVICIOS PÚBLICOS.

4.1. SERVICIOS PÚBLICOS

Objetivos Específicos. Tener las comunidades urbanas y comunidades rurales ordenadas y limpias, con servicios públicos de calidad y oportunos para elevar la calidad de vida de la población.

Líneas de acción

4.1.7. Buscaremos otras fuentes de energía alternativa amigables con el medio ambiente y que ofrezcan mejores beneficios económicos a las finanzas municipales.

El Proyecto realizará inversión en el sitio, para generar energía eléctrica por medio de aerogeneradores, por lo que tiene cero emisiones de gases de efecto invernadero por lo cual hace frente al cambio climático.

4.5. CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

Objetivo específico. Preservar el equilibrio entre los ecosistemas del municipio para alcanzar una calidad de vida sustentable y un eficiente aprovechamiento de los recursos naturales.

Meta. Impulsar la cultura del cuidado ambiental, así como el desarrollo ordenado y sustentable de nuestro municipio.

Estos proyectos ofrecen una vida sustentable y un eficiente aprovechamiento de los recursos naturales, ya que se genera energía eléctrica con cero emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero.

5.4. PLANEACIÓN

Objetivo Específico. Tener integrado el Plan Municipal de Desarrollo con la mejor alternativa de desarrollo que oriente y conduzca la determinación de instrumentos de operación: programas, proyectos y acciones de inversión en el municipio.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que genera acciones de inversión en el municipio.

3.4 Ordenamientos Ecológicos de Territorio a Nivel Federal, Estatal y Municipal

3.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales n.d.)

El POEGT fue formulado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con base en el artículo 20 de la LGEEPA, publicado en el DOF el 07 de septiembre de 2012, el cual promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (APF), a quienes está dirigido este Programa, de tal forma que permita generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional, por lo cual, no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, por el contrario, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico y para construir la propuesta del POEGT.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de Atención prioritaria	Estrategias sectoriales
6.33	Preservación de Flora y Fauna, Turismo	Forestal	Agricultura	Ganadería, Minería, Pueblos Indígenas	Protección, preservación y aprovechamiento sustentable	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 28, 29, 36, 37, 42, 43, 44

3.4.1.1 Vinculación de las Estrategias con el Proyecto

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

A) *Preservación*

1. *Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.*

El Proyecto se apegará los programas y aplicará las medidas para mitigar, compensar o minimizar, cualquier impacto a los ecosistemas y su biodiversidad, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

2. Recuperación de especies en riesgo.

El Proyecto se apegará los programas y aplicará las medidas para mitigar, compensar o minimizar, cualquier impacto a especies en riesgo, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

El Proyecto realizó el análisis y el monitoreo de la biodiversidad y se describe en el capítulo 4 de la manifestación.

B) Aprovechamiento sustentable

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.

El Proyecto no realizará el aprovechamiento de especies, o genes de ningún tipo; hace aprovechamiento del viento, siendo generador de energía eléctrica por medio de aerogeneradores.

5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.

No aplica para el Proyecto.

6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.

No aplica para el Proyecto.

7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

No aplica para el Proyecto.

8. Valoración de los servicios ambientales.

No aplica para el Proyecto.

C) Protección de los recursos naturales

9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.

No aplica para el Proyecto, ya que no hace aprovechamiento de las cuencas y los acuíferos.

10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.

No aplica para el Proyecto.

11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.

No aplica para el Proyecto.

12. Protección de los ecosistemas.

El Proyecto se apegará los programas y aplicará las medidas para mitigar, compensar o minimizar, para protección de los ecosistemas, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

Por la naturaleza del proyecto, no se considera el uso de agroquímicos.

D) Dirigidas a la Restauración

14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.

15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

No aplica para el Proyecto, ya que se realizará el aprovechamiento de recursos naturales renovables.

15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

C) Agua y Saneamiento

28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

E) Desarrollo Social

36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional

A) Marco Jurídico

42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

B) Planeación del Ordenamiento Territorial

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

No aplica para el Proyecto, ya que es aprovechamiento de recursos naturales renovables.

44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

No aplica para el Proyecto.

3.4.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local Para el Municipio de Othón P. Blanco (Secretaría de Ecología y Medio Ambiente 2015)

Es con este marco jurídico que se presenta el Modelo de Ordenamiento Ecológico, que básicamente se refiere a la representación, en un sistema de información geográfica, de las unidades de gestión ambiental (UGA) y sus respectivos lineamientos ecológicos. Entendiéndose por UGA la unidad mínima del territorio a la que se asigna determinados lineamientos y estrategias ecológicas.

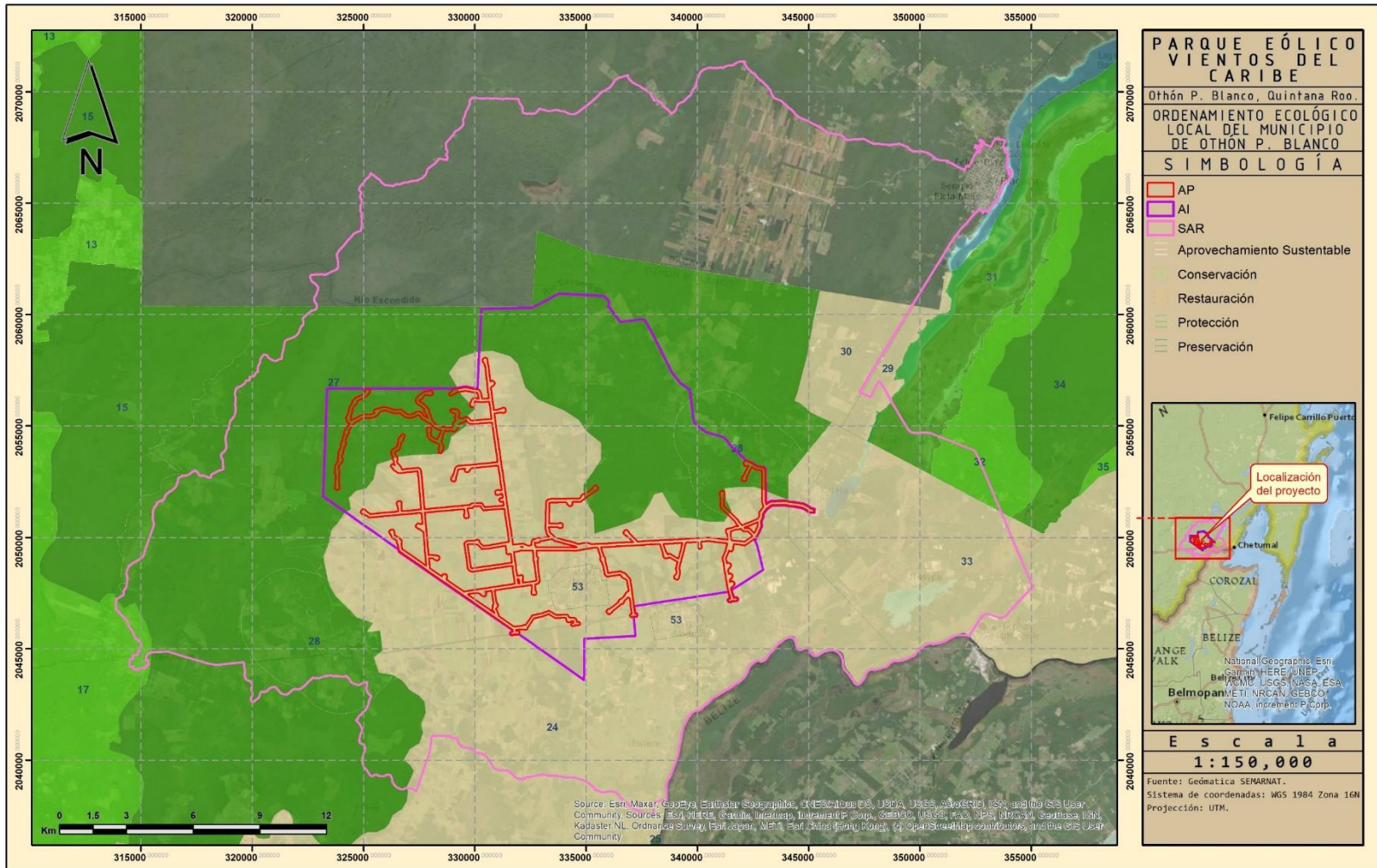
La delimitación de las UGA son el resultado de la información recopilada y del análisis de resultados obtenidos a través de las distintas etapas señaladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento, que hasta el momento se ha descrito con sus productos más relevantes.

Para la definición de las UGA que integran en su conjunto el modelo, se utilizó una combinación de los siguientes elementos de análisis:

- Límites internacionales, estatales y municipales.
- Grupos de aptitud.
- Delimitación de áreas para preservar, proteger, restaurar y conservar, así como aquellas que requieran de medidas de mitigación para atenuar y compensar impactos ambientales definidos en el diagnóstico.
- Regionalización natural (unidades de paisaje, geomorfología, vegetación y uso de suelo, etc.).
- Los centros de población son considerados como unidades de gestión ambiental, en las cuales no se podrán establecer los usos del suelo, sino únicamente se asignarán criterios de regulación ecológica.

- Las Áreas Naturales Protegidas son consideradas unidades de gestión ambiental, en las cuales se especifica que la regulación de los usos y las actividades está determinada en el decreto y el programa de manejo correspondiente.
- La delimitación de algunas UGA de los Programas de Ordenamiento Ecológico vigentes en las cuales existen expectativas reales de desarrollo en base a las consideraciones y limitantes a las que se sujetan actualmente dichas unidades.

Figura: 1 Unidades de Gestión Ambiental



3.4.2.1 Vinculación con el Proyecto

Lineamientos Ecológicos

UGA 24

L24a.- Se promueve el establecimiento de unidades de producción agropecuaria mediante la adopción de prácticas agroecológicas que limiten el uso de agroquímicos ocupando en conjunto hasta el 15% de la superficie de la actividad agropecuaria actual."

L24b.- Se promueve la reconversión de terrenos agropecuarios en zonas marginales hacia actividades productivas rentables que establezcan medidas de mitigación a sus impactos ambientales.

L24c.- Se protege el 100 % de los ecosistemas frágiles y de vegetación arbórea presentes, mediante esquemas de manejo integral de los hábitats.

L24d.- Se regulan los usos de suelo que generan impactos acumulativos irreversibles (Desarrollo Suburbano, Ecoturísticos, Industria, Infraestructura y equipamiento y Aprovechamiento de materiales pétreos) que no pongan en riesgo la calidad del acuífero, ocupando en conjunto hasta el 35% de los ecosistemas alterados, en un período de 5 años.

L24e.- Se contiene el avance de la frontera agropecuaria dentro de sus límites actuales, y su crecimiento solo se dará en los terrenos que presenten vegetación herbácea y arbustiva

L24f.- El umbral máximo de desmonte no será superior al 40% de la superficie total de la misma.

L24g.- El umbral máximo de cabañas ecoturísticas será de 500 unidades.

El Proyecto es coherente con estos lineamientos, cuenta con programas de rescate, reubicación y ahuyentamiento de especies de flora y fauna, uso de suelo compatible con las actividades que se pretenden realizar en el sitio.

UGA 27

L27a.- Se mantiene cuando menos el 85% de la superficie de la UGA con sus características de permeabilidad para la recarga del acuífero.

L27b.- Se protegen los ecosistemas presentes mediante esquemas de manejo integral de los hábitats, manteniendo al menos el 90% de la cobertura arbórea y se espera que en los próximos 5 años cuando menos el 50% de la vegetación secundaria arbustiva alcance el desarrollo de una vegetación secundaria arbórea.

L27c.- Se promueve el establecimiento de unidades de producción agropecuaria mediante la reconversión de las actividades agrícolas y pecuarias extensivas hacia esquemas agroforestales, la actividad silvícola comunitaria y los usos de suelo compatibles que no pongan en riesgo la calidad del acuífero, ocupando en conjunto hasta el 30% de la superficie de la actividad agropecuaria actual.

L27d.- El umbral máximo de desmonte no será superior al 10% de la superficie total de la misma.

El desarrollo del proyecto, considera llevar a cabo el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, en una superficie que representa el 2.05% de la superficie total del proyecto. Así mismo, la infraestructura que se instalará, ocupará una superficie del 11%. Con lo anterior, se da por observado este criterio.

UGA 28

L28a.- Se promueve el establecimiento de unidades de producción agropecuaria mediante la reconversión de las actividades agrícolas y pecuarias extensivas hacia esquemas agroforestales, la actividad silvícola comunitaria y los usos de suelo compatibles que no pongan en riesgo la calidad del acuífero, ocupando en conjunto hasta el 30% de la superficie de la actividad agropecuaria actual.

L28b.- Se promueve el establecimiento de unidades de producción agropecuaria mediante la adopción de prácticas agroecológicas que limiten el uso de agroquímicos ocupando en conjunto hasta el 15% de la superficie de la actividad agropecuaria actual.

L28c.- Todos los usos compatibles que se promueven inducen actividades productivas de bajo impacto ambiental, dentro del umbral máximo de desmonte establecido para esta UGA.

L28d.- Se protegen los ecosistemas presentes mediante esquemas de manejo integral de los hábitats, manteniendo al menos el 95% de la cobertura arbórea.

L28e.- Promover el establecimiento de mecanismos locales para el pago de servicios ambientales hidrológicos que compensen las actividades que puedan poner en riesgo la calidad del acuífero.

L28f.- Se regula el establecimiento de desarrollos ecoturísticos, así como los usos de suelo compatibles y con los servicios básicos que no pongan en riesgo la calidad del acuífero, ocupando en conjunto hasta el 15% de la UGA, en un período de 5 años.

L28g.- El umbral máximo de desmonte no será superior al 15% de la superficie total de la misma.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se trata de una actividad de bajo impacto ambiental, propone y lleva a cabo medidas que mitiguen, reduzcan o minimicen, cualquier impacto que se genere, en la instalación y operación del proyecto, como se describe en el capítulo 6 de la manifestación.

UGA33

L33a.- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m² de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia."

L33b.- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad."

L33c.- Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 15,000 habitantes que carezcan de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos que cumplan con la normatividad vigente deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de transferencia."

L33d,"L33d.- Su aprovechamiento estará sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano."

El Proyecto no generará descargas de agua en el acuífero, ni alcantarillado, se contratarán baños portátiles a través de empresas autorizadas que se encargarán del manejo y disposición adecuada de las aguas residuales que estos generen, así mismo se llevará a cabo el Programa de manejo integral de los residuos.

UGA53

L53a.- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m² de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.

L53b.- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.

L53c.- En donde aplique (polígonos 53-H y 53-I), el manglar dentro de la zona urbana se considera como Zona de Preservación Ecológica, por lo que formará parte del Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya.

L53d.- Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 15,000 habitantes que carezcan de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos que cumplan con la normatividad vigente deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de transferencia.

L53e.- Su aprovechamiento estará sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano.

En el Proyecto se contempla un Programa de manejo integral de residuos, en el cual se describe la disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA:

Los criterios de regulación ecológica, entendidos como aquellos lineamientos obligatorios que se establecen para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental, se asignaron teniendo siempre presente que la prioridad es el aprovechamiento sustentable, es decir, la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos; y que el fin del ordenamiento ecológico es lograr la protección del medio ambiente y la preservación, conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Othón P. Blanco han sido organizados en dos grupos:

- Los Criterios Ecológicos de aplicación general, que son de observancia en todo el territorio municipal de Othón P. Blanco, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.
- Los Criterios Ecológicos de aplicación específica, que son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada.

3.4.2.1.1 A continuación, se vinculan los criterios de las UGA en que incide el Proyecto.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL PARA EL MUNICIPIO OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO. (CG)

Recurso prioritario: Agua

CG-01.- Es importante permitir la filtración de las aguas pluviales, por lo que todos los proyectos deben acatar lo dispuestos en el Artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.

El Proyecto es congruente con esta disposición y se prepara con un Programa de conservación de suelo y agua y de reforestación para permitir la filtración de las aguas pluviales.

CG-02.- Para el adecuado desalojo de agua pluvial y agua residual, todos los proyectos deben contar con infraestructura por separado para el manejo y conducción de cada tipo de agua. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.

El Proyecto es coherente con esta disposición, aplicará el Programa de conservación de suelo y agua para un adecuado desalojo de agua pluvial.

CG-03.- No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables o cualquier tipo de residuo considerado como peligroso, al suelo, cuerpos de agua. En el caso de ecosistemas Marinos, se realizará de conformidad a lo establecido por la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas y su reglamentación.

El Proyecto es coherente con esta disposición ya que cuenta con el Programa de manejo integral de residuos, en él se describen, el manejo y disposición final de los mismos.

CG-04.- Los cenotes y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo (en una franja de al menos 20 m contados a partir de la orilla), asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones paisajísticas de dichos ecosistemas.

No aplica para el proyecto, ya que no se encuentra ningún cenote cerca del área del proyecto.

CG-05.- Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso agua. Los resultados del monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental. En áreas cercanas a zonas de captación y/o extracción de agua deberán contar con el visto bueno de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado.

No aplica para el proyecto.

CG-06.- Las aguas residuales no deben canalizarse a pozos de inyección de agua pluvial, cuerpos de agua naturales, de pozos artesianos, de extracción de agua. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o en caso de no contar con sistema de drenaje municipal, a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.

El Proyecto no pretende realizar descargas de aguas residuales, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CG-07.- La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la CONAGUA, de conformidad con la normatividad aplicable.

El Proyecto no pretende realizar descargas de aguas residuales, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CG-08.- No se permite la desecación y/o dragado de cuerpos de agua.

El Proyecto no pretende realizar **desecación y/o dragado de cuerpos de agua.**

CG-09.- Se permite la acuicultura en los cuerpos de agua artificiales, y las aguas residuales generadas no podrán disponerse a cuerpos de agua naturales o al subsuelo sin previo tratamiento. No se permite la acuicultura con especies exóticas en cuerpos de agua naturales.

El Proyecto no pretende realizar acuicultura.

CG-10.- Los usos autorizados deben considerar acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático

El Proyecto contratará pipas con agua preferentemente tratada para realizar riegos como medidas de mitigación, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

CG-11.- Se permite la acuicultura cuando cumpla con uno de los tres supuestos siguientes: a) Los estanques de crecimiento cuenten con un sistema cerrado que evite la fuga de larvas o alevines hacia cuerpos naturales de agua o al acuífero b) Se garantice el tratamiento de las aguas residuales c) Cuenten con una fuente de abastecimiento de agua distinta a rejolladas y dolinas.

El Proyecto no pretende realizar acuicultura, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CG-12.- Todos los proyectos deberán considerar como alternativa para disminuir el consumo de agua de primer uso, que en el diseño de las edificaciones relacionadas al proyecto autorizado se considere la captación de agua de lluvia, así como el reúso de las aguas residuales tratadas. Se puede considerar también una combinación de ambas estrategias.

No aplica para el Proyecto.

CG-13.- Toda la infraestructura relacionada a los usos y actividades autorizadas, las construcciones preferentemente se construirán con base a las características del terreno, considerando principalmente que las construcciones no interrumpan ni modifiquen los flujos hídricos superficiales o subterráneos.

El Proyecto es coherente con esta disposición ya que se consideró, que no interrumpan ni modifiquen los flujos hídricos superficiales o subterráneos, como se describe en el Programa de conservación de suelo y agua.

CG-14.- En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberá colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se contratará una empresa autorizada por la secretaría, para la recolección, traslado y disposición final de los residuos, como se describe en el capítulo 2.

CG-15.- Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se contratará una empresa autorizada por la secretaría, para la recolección, traslado y disposición final de los residuos, como se describe en el capítulo 2.

CG-16.- Los centros de transferencia de Residuos Sólidos Urbanos deberán acreditar ante las autoridades competentes, la impermeabilidad de los sitios de almacenamiento temporal de estos residuos, así como la infraestructura necesaria para el acopio y tratamiento de los lixiviados que se generen, con el fin de garantizar la no contaminación del suelo y manto freático.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se contratará una empresa autorizada por la secretaría, para la recolección, traslado y disposición final de los residuos, como se describe en el capítulo 2.

CG-17.- Se deberá documentar en la bitácora ambiental los volúmenes de extracción de agua, con el fin de no exceder la capacidad del acuífero. (Criterio nuevo)

No aplica para el Proyecto ya que no se extraerá agua, como se describe en el capítulo 2.

CG-18.- El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente, conforme a la legislación vigente en la materia.

Todo material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, se obtendrán de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente.

CG-19.- La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se contratará una empresa autorizada por la secretaría, para la recolección, traslado y disposición final de los residuos, como se describe en el capítulo 2.

CG-20.- Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.

El Proyecto es coherente con esta disposición, si se llegaran a encontrar vestigios arqueológicos, se reportarán al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

CG-21.- Los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos. En proyectos que involucren a más de 50 trabajadores de obra, se deberá contar con un programa interno de protección civil que abarque los planes de contingencia para huracán, incendio, salvamento acuático, entre otros, así como el personal adecuado para la supervisión de seguridad, protección civil e higiene en la obra.

El Proyecto es coherente con esta disposición, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CG-22.- El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el umbral máximo de aprovechamiento de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que tramitará el cambio de uso de suelo en las áreas que se requiriera, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CG-23.- En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.

Este criterio no es aplicable al proyecto.

CG-24.- En los terrenos con pendientes mayores a 45 grados, así como en zonas inundables o con escorrentías no se permite la eliminación de la vegetación ni la construcción de obras que propicien el incremento en la erosión del suelo.

El proyecto es congruente con este criterio, toda vez que se desarrollará en terrenos sensiblemente planos y no se realizará afectaciones a escurrimientos y causas de agua.

CG-25.- El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CG-26.- La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.

El Proyecto es coherente con esta disposición, todo material derivado de la obra, se dispondrá en un sitio autorizado por las autoridades competentes, como se describe en el capítulo 2 y 6 de la presente manifestación.

CG-27.- Los proyectos relacionados a las actividades productivas de cada UGA no podrán solicitar más del 25% del total del umbral de densidad y/o aprovechamiento estipulado para cada UGA. (De acuerdo a la definición de umbral estipulado en el glosario) La superficie de aprovechamiento y/o desmonte para cada predio dentro de la UGA está regulada por los criterios específicos. (Se modificó la redacción del criterio)

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que solo se requerirá realizar el CUSTF en una superficie de 2.05 %, y en donde la ocupación permanente de la infraestructura será solo del 11 % de la totalidad del predio.

CG-28.- No se permite la transferencia de densidades ni porcentajes de desmonte entre predios ubicados en UGA distintas.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que solo se requerirá realizar el CUSTF en una superficie de 2.05 %, y en donde la ocupación permanente de la infraestructura será solo del 11 % de la totalidad del predio.

CG-29.- En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados, por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas, sin vegetación aparente o con vegetación secundaria herbácea y arbustiva u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.

El Proyecto es coherente con esta disposición como se describen las áreas del proyecto en el capítulo 4 de la presente manifestación.

CG-30.- En el tratamiento de plagas y enfermedades de cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).

En congruencia con este criterio, el tratamiento de plagas y enfermedades que pudieran afectar a la reforestación que se lleve a cabo, será empleando productos que se encuentren dentro del catálogo mencionado.

CG-31.- Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1.- Solo se permitirá el uso y manejo de las especies exóticas que estén certificadas por la SAGARPA y SEMARNAT, a través de sus instancias administrativas competentes

El proyecto no considera el manejo de especies exóticas.

CG-32.- En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación, a fin de aprovechar el material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y/o jardinería.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que cuenta con un Programa de rescate y reubicación de flora y un Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna.

CG-33.- Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un Programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que cuenta con un Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.

CG-34.- En tanto no se instale y opere una planta de acopio y reciclaje de aceites automotriz y comestible degradados, quienes generen estos residuos deberán contratar la recolección de dichos productos con empresas debidamente autorizadas. Queda estrictamente prohibida la disposición de dichos recursos en cualquier otro lugar que no esté debidamente autorizado por las autoridades competentes.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que contratará la recolección de dichos residuos con empresas debidamente autorizadas como se describe en el capítulo 2.

CG-35.- Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de la generación de composta que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o dentro del territorio municipal donde lo disponga la autoridad competente en la materia. Los sitios de composteo deberán considerar mecanismos para evitar la proliferación de fauna nociva.

Para la realización del CUSTF, se realizarán las acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de la generación de composta que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o dentro del territorio municipal donde lo disponga la autoridad competente en la materia.

CG-36.- En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.

En el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna se describen los sitios de reubicación de los ejemplares.

CG-37.- En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 500 metros, con excepción de áreas urbanas.

El proyecto no considera la instalación de bardas perimetrales, cercos o algún tipo de barrera que impida el tránsito de la fauna y los caminos se conformarán sobre los ya existentes. Además, la mayor parte de los terrenos donde se instalará el Parque Eólico, corresponden a terrenos de cultivo, por lo que se puede decir que el ecosistema no presenta una alta conectividad.

CG-38.- Para disminuir la huella ambiental, se recomienda que en las diferentes construcciones se realice la selección y uso de materiales orgánicos de la región, o inorgánicos de muy bajo o nulo procesamiento industrial.

No aplica para el Proyecto.

CG-39.- En todas las actividades productivas que contemplen desmonte y despalme, se debe ejecutar un programa de reforestación con especies nativas en las zonas de conservación dentro del mismo predio y en las zonas consideradas como áreas de restauración designadas por la autoridad competente en la materia.

El Programa de reforestación contempla especies nativas.

Construcción

CU-01.- Los proyectos de tipo urbano, suburbano y/o turístico deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la CONABIO. Para proyectos mayores a 1 ha, la selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de las áreas jardinadas deberá sustentarse en un Programa de Arborización y Ajardinado que deberá acompañarse al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, toda vez que el Programa de reforestación considera el empleo de especies nativas.

CU-03.- En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán diseñar, instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reúso de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. El sistema de tratamiento que se proponga

deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT- 1996 y las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad correspondiente.

El Proyecto es coherente con esta disposición, el proyecto no pretende realizar descargas de ningún tipo como se especifica en el capítulo 2 de la presente manifestación.

CU-04.- En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el composteo del material vegetativo resultante del desmonte que se autorice. Para el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas del desmonte deberán dar cumplimiento a la normatividad aplicable. El material composteado será utilizado preferentemente dentro del predio y la composta restante deberá ser destinada donde lo indique la autoridad municipal competente.

El Proyecto es coherente con esta disposición ya que el material producto del desmonte y despalme será empleado en actividades de recuperación del entorno.

CU-05.- En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos, suburbanos y/o turísticos, ni para la disposición de residuos vegetales en áreas abiertas.

El Proyecto es coherente con esta disposición, como se especifica en el capítulo 2 de la manifestación.

CU-10.- En áreas urbanas y turísticas y proyectos de aprovechamiento de material pétreo, se deberá instalar una malla perimetral o cortina vegetal para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.

No aplica para el Proyecto.

CU-11.- Las unidades de producción ganadera deben contar con obras como bordos de tierra compactada, construcción de zanjas de infiltración, pequeñas presas de mampostería o concreto, jagueyes, aljibes, tanques de almacenamiento y sistemas adecuados para el ahorro del agua.

No aplica para el Proyecto.

CU-13.- Para efectos de este ordenamiento, los cuartos hoteleros podrán realizar las siguientes conversiones y/o equivalencias: a) Una villa turística equivale a 3 cuartos de hotel

No aplica para el Proyecto.

CU-26.- Se podrá intervenir el territorio con una densidad de hasta 5 cabañas ecoturísticas por hectárea, debiendo descontar el número autorizado de cada proyecto del umbral de aprovechamiento, establecido en el lineamiento de esta UGA.

No aplica para el Proyecto.

CU-28.- Cuando no existan los servicios municipalizados de tratamiento y disposición de aguas residuales en proyectos o desarrollos turísticos, ecoturísticos,

fraccionamientos residenciales y/o casas habitación unifamiliares, cercanos a zonas que, debido a características ambientales que les sean inherentes o propias, a su fragilidad biológica o ecológica o al uso por el hombre, sean particularmente sensibles al impacto de las aguas residuales domésticas

No aplica para el Proyecto dado la naturaleza del proyecto, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales

AS-01.- El aprovechamiento forestal maderable se permite en las áreas con dominancia de vegetación primaria y secundaria de selva mediana subperennifolia y con vegetación secundaria de la selva alta, siempre y cuando cuentan con un programa de manejo autorizado.

Dado la naturaleza del proyecto, no se realizará aprovechamiento forestal.

AS-02.- Se permiten las actividades pecuarias bajo métodos de producción intensiva y en confinamiento en las que se prevea un sistema para el tratamiento, reúso y/o disposición final de las aguas residuales tratadas, mismo que deberá ser aprobado por las autoridades competentes. El sistema que se proponga deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad correspondiente.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-03.- Se permite la instalación de viveros para la producción y comercialización de plantas de ornato. La producción y comercialización de plantas nativas y de aquellas especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 deberá hacerse bajo el esquema de Unidad de Manejo Ambiental.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-04.- Se permiten las granjas porcícolas y avícolas cuando: a) La actividad se proyecte en condiciones de confinamiento y que cuenten con pisos impermeables, b) La granja incluya un sistema de recolección de residuos y plantas de tratamiento de aguas residuales, cuyo efluente cumpla con los parámetros establecidos en la normatividad vigente (se deberá tramitar el permiso de descarga correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua), c) que el efluente se destine al riego de áreas verdes, no estando permitida su infiltración a través de pozos, d) El predio cuente con una franja perimetral arbolada.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-05.- En unidades no urbanas o sujetas a PDU, únicamente se permite la vivienda relacionada con las actividades productivas señaladas en los usos compatibles, de conformidad a la Ley de Asentamientos Humanos y la Ley de Vivienda del estado de Quintana Roo.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-06.- Para realizar actividades recreativas (contemplativas, senderismo, ecoturismo) se deberá contar con un reglamento de operación, mismo que garantice la operación ambientalmente sustentable de la actividad, conforme a las correspondientes Normas Oficiales en dichas actividades turísticas. Este reglamento se presentará a la autoridad ambiental competente para su valoración y de ser procedente su autorización.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-08.- La extracción de materiales pétreos debajo del manto freático estará permitida siempre y cuando se obtenga la autorización por parte de la CONAGUA y la SEMARNAT y el cuerpo de agua se destine a usos contemplativos o recreativos que no representen daño ambiental grave en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El alumbramiento deberá sustentarse en un manifiesto de impacto ambiental.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-09.- Los bancos de material sólo se podrán establecer dentro de una franja de 1 Km tomada a partir del eje de las carreteras existentes. Excepto por el acceso al banco

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-10.- No se autorizarán desmontes en terrenos forestales para monocultivos. Estos monocultivos sólo se permitirán de manera condicionada en terrenos agrícolas y/o ganaderos.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-11.- No se permite la ubicación de proyectos para la explotación de materiales pétreos a una distancia menor de 500 metros de cuerpos de agua, cenotes y/o cavernas.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-12.- Sólo se permite el aprovechamiento de material pétreo y/o sascab en el 30% de la extensión del predio o parcela, incluyendo el establecimiento de infraestructura y caminos asociados. La vegetación restante deberá ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrá ser intervenida en futuras ampliaciones.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-13.- El desmonte del área de aprovechamiento en bancos de materiales se realizará de manera gradual, conforme al programa operativo anual, debiendo mantener las áreas no sujetas a aprovechamiento en condiciones naturales.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-14.- Las actividades agrícolas quedan restringidas a las áreas actualmente utilizadas para este fin y deberán incorporar prácticas de sistemas agroforestales,

agrosilvopastoriles, cultivos agroecológicos y/o de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-15.- Las unidades de producción agrícola con monocultivos permanentes y semipermanentes deben realizar rotaciones por hasta 3 ciclos de cultivos intercalados

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-16.- Las unidades agrícolas de temporal deben establecer cultivos acordes al potencial productivo del terreno que ocupan.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-17.- Las unidades de producción agrícola con sistemas de riego, sólo se permiten en terrenos de clase agrologica I y II, (planos o ligeramente ondulados con pendientes menores al 8%, con erosión normal y sin escorrentías).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-18.- No se permite el cultivo de plantas con alto uso consuntivo en terrenos con limitantes para la disponibilidad del agua.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-19.- Los invernaderos y las unidades de producción intensiva sólo se permiten en terrenos agropecuarios de clase agrológica I y II (planos o ligeramente ondulados con pendientes menores al 8%, con erosión normal y sin escorrentías)

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-20.- En los predios y/o parcelas en los que se considere la actividad de aprovechamiento forestal maderable, se podrá desmontar hasta el 10% de la extensión del predio para la infraestructura asociada como caminos forestales, bacadillas y zonas de maniobra.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-21.- El establecimiento de apiarios se debe realizar a más de 500 metros de los asentamientos humanos.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-22.- Las especies de bovinos, caprinos, ovinos, cérvidos y en general todos los animales exóticos utilizados en las actividades pecuarias deberán estar confinados y no tendrán acceso a las áreas forestales.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-23.- En los terrenos agrícolas y ganaderos con clase agrológica III y IV (con pendientes de 9% a 15% moderadas y quebradas) se deben realizar obras y ejecutar prácticas para la conservación y uso sustentable del suelo como las terrazas, presas filtrantes, cabeceo de cárcavas, muros de contención, barreras vivas, cortinas rompe

viento, cercados vivos y cercados para establecimiento de áreas de exclusión, reforestación con especies nativas, restablecimiento de pastizales y cultivos de cobertura en agostaderos, recuperación de la cubierta vegetal, aplicación de abonos verdes y acciones de control del drenaje.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-24.- Los sistemas agroforestales se permiten en los terrenos con cultivos anuales de temporal y en tierras de riego con cultivos marginales, así como en terrenos con pendientes moderadas y quebradas (9% a 15%).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-25.- Los sistemas silvopastoriles se permiten en pastizales cultivados marginales y en terrenos con pendientes moderadas y quebradas (9% a 15%).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-26.- Para prever y minimizar contaminación al suelo y manto freático, las unidades de procesamiento de alimentos, productos y subproductos animales, vegetales u otros satisfactores, deben regular sus insumos de productos de síntesis química, y asegurar la no contaminación del suelo, subsuelo y/o manto freático. Además, se deben establecer en terrenos agropecuarios.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-27.- Las unidades de producción con cultivos orgánicos se deben establecer en terrenos agropecuarios rodeados de vegetación forestal con franjas de cuando menos 50 m de ancho

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-28.- Se podrán realizar actividades de acuacultura a una distancia mayor a 500 metros de cuerpos de agua, rejolladas inundables, ríos y cenotes.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-29.- El aprovechamiento de chicle, hoja de huano, bejucos, orquídeas y/o partes de plantas silvestres únicamente puede realizarse bajo un programa de manejo forestal autorizado. Cuando el proyecto contemple la extracción de plantas deben incluir la producción en vivero de las especies aprovechadas a partir de germoplasma colectado en la zona. Las plantas producidas constituirán el material de restauración y reforestación dentro de la superficie aprovechada.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-30.- Todas las unidades de producción agropecuaria que se pretendan establecer en suelos de clases agrológicas III y IV (con pendientes de 9% a 15% moderadas y quebradas), deben realizar prácticas de conservación de suelos y aplicar técnicas de producción agroforestal.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-31.- En suelos de clases agrológicas VI y VII (con pendientes pronunciadas mayores a 45 grados), no se permiten las actividades agropecuarias ni forestales tal como lo establece el Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-32.- La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (en hectáreas), por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos para el uso del suelo específico autorizado. Si el cálculo arroja una fracción, el resultado se redondeará al número entero inferior más cercano.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-33.- En los terrenos con escorrentías o erosionados, con inundación permanente o bien con pendientes mayores del 45% (clase VIII) no se permite la extracción de madera ni el cambio de uso de suelo forestal

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-34.- Sólo se permiten las plantaciones forestales mixtas que contemplan el cultivo combinado de especies forestales maderables intercaladas con especies nativas no maderables y se establecen en terrenos agropecuarios con pendientes moderadas y quebradas (9% a 15%).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-35.- No se permite el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en monocultivos ni de especies exóticas e invasoras en terrenos forestales.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-36.- En el diseño de las UMA's se debe priorizar la agrupación de las instalaciones con el fin de favorecer la continuidad de las áreas naturales o de conservación de cada proyecto.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-37.- Las unidades de transformación de la producción agropecuaria y forestal deben disponer de sistemas tecnificados de producción, contar con cadenas de comercialización estables, con un manejo eficiente de los recursos naturales, con módulos de ahorro de energía y establecer sistemas de tratamiento de sus residuos

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-38.- La altura máxima para las cabañas ecoturísticas será de 2 niveles o 5 metros para la edificación principal, y de hasta 7 metros en caso de techos de palma y/o zacate.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-39.- Las actividades pecuarias quedan restringidas a las áreas actualmente utilizadas para este fin (incluyendo potreros y pastizales). Se prohíbe el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

AS-40.- Sólo se permite el desmonte del 5% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas.

El proyecto es congruente con este criterio toda vez que para la instalación del parque eólico solo se realizará el CUS en una superficie de 38.502 ha de un predio 1,871.212 ha.

AS-42.- Sólo se permite el desmonte del 15% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas.

El proyecto es congruente con este criterio toda vez que para la instalación del parque eólico solo se realizará el CUS en una superficie de 38.502 ha de un predio 1,871.212 ha.

AS-47.- Sólo se permite el desmonte del 40% de la extensión del predio o parcela, para el establecimiento de infraestructura asociada a las actividades autorizadas.

El proyecto es congruente con este criterio toda vez que para la instalación del parque eólico solo se realizará el CUS en una superficie de 38.502 ha de un predio 1,871.212 ha.

Prevención de la Contaminación en Suelo, Aire y Agua

PC-01.- Las aguas residuales, y los sedimentos derivados de la acuicultura, deberán recibir un tratamiento que reduzca su potencialidad de contaminante, de manera previa a su disposición final, según lo dispuesto por la NOM-001-SEMARNAT-1996.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-02.- Las aguas residuales derivadas de sistemas de producción deberán ser tratadas a través de un proceso previamente evaluado y aprobado en materia de impacto ambiental por la autoridad competente, en apego a la normatividad vigente. De igual forma, se deberá obtener el permiso de descarga correspondiente por la Comisión Nacional del Agua.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-03.- En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los cuerpos de agua naturales, hacia zonas inundables y/o áreas costeras adyacentes.

El Proyecto es coherente con esta disposición, no realizara descargas de ningún tipo, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

PC-04.- En el desarrollo de actividades ecoturísticas (recorridos, circuitos y paseos) dentro de las áreas con vegetación natural se deben utilizar vehículos no motorizados o en su caso vehículos eléctricos o propulsados por energías alternativas, quedando excluidos los motorizados que empleen hidrocarburos.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-07.- En el desarrollo de actividades de turismo alternativo y/o forestales con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en esta UGA, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las

especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-08.- Los desechos peligrosos y biológico infecciosos no podrán disponerse en los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos autorizados y/o en depósitos temporales de servicio municipal

El Proyecto es coherente con esta disposición, se contratará una empresa autorizada por la secretaria, para la recolección de los residuos peligrosos y que tengan una disposición final correcta.

PC-09.- Los proyectos dirigidos a la explotación de bancos de materiales pétreos deberán presentar ante la autoridad competente, los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones al recurso agua.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-10.- Los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales deberán ser tratados por el propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte trimestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental. El reporte debe contener como mínimo: tipo y características de la planta de tratamiento de aguas residuales, volúmenes de agua tratados, volumen de lodos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-11.- Los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales deberán ser manejados, almacenados y dispuestos conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002. Se presentará un reporte trimestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental. El reporte de contener como mínimo: tipo y características de la planta de tratamiento de aguas residuales, volúmenes de agua tratados, volumen de lodos generados, tratamiento aplicado a los lodos y todos los referidos en la Norma correspondiente.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-12.- Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo por derrames de aceites, grasas u otras sustancias consideradas como peligrosas, deberán ser almacenadas en sitios donde exista un suelo o piso impermeable y acatar las demás disposiciones de la normatividad vigente.

El Proyecto contará con el Programa de manejo integral de residuos, en él, se describe que el suelo del almacén será impermeable y acatará las demás disposiciones de la normatividad vigente.

PC-13.- Para reducir la contaminación por emisión de partículas sólidas a la atmósfera, en las actividades de trituración de materiales pétreos deberán implementarse medidas que disminuyan la emisión de dichas partículas.

No aplica para el Proyecto, dado que se trata de generación de energía eléctrica, por medio del viento; en la etapa de construcción se emplearán las medidas necesarias, que se mencionan en el capítulo 6 de la presente manifestación para disminuir la emisión de dichas partículas.

PC-14.- Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia, de conformidad con la NOM-002-SEMARNAT-1996.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-15.- Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.

Este criterio no aplica para el Proyecto.

PC-16.- Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-17.- Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PC-19.- Queda prohibida la instalación de almacenes de hidrocarburos, gasolineras, oleoductos, almacenes químicos o cualquier otra posible fuente contaminante en un radio de 500 metros de los cuerpos de agua superficiales

La naturaleza del proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a través de energía eólica, por lo que no se considera la necesidad de almacenar hidrocarburos. En caso de generarse residuos peligrosos, estos serán tratados de acuerdo al Programa de manejo de residuos.

Conservación de la Biodiversidad

CB-01.- En los cultivos destinados para la generación de biocombustibles se emplearán exclusivamente especies nativas, vinculando su producción a cultivos complementarios.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

CB-02.- Los promoventes de actividades productivas en esta UGA deben implementar acciones preventivas de incendios forestales a fin de evitar el deterioro y degradación de la masa forestal y fauna asociada.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

CB-03.- Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja natural perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo, como se describe en el capítulo 2, de la presente manifestación.

CB-04.- En la construcción de caminos y carreteras deberán contar con pasos de agua con la infraestructura necesaria, basada en estudios hidrológicos que asegure el libre flujo, debiendo mantener la dinámica hídrica del ecosistema

El Proyecto cuenta con un programa de conservación de suelo y agua que asegura el libre flujo y mantiene la dinámica hídrica del ecosistema.

CB-05.- Los ecosistemas inundables importantes por su función ecológica como sitios de alimentación y abrevadero de diversas especies de fauna (selvas bajas, tulares, tintales, sabanas, entre otros), deberán ser incluidos como áreas de conservación y no podrán ser considerados en la superficie de desplante del proyecto.

No aplica para el proyecto ya que no se localiza en zonas inundables.

CB-06.- Las actividades cinegéticas sólo se permiten bajo el esquema de UMA's previsto en la Ley General de Vida Silvestre.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

CB-07.- Las áreas de conservación deberán mantenerse con cubierta vegetal original dentro de los predios

El Proyecto es coherente con esta disposición.

CB-08.- Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones originales, las áreas bajo manejo forestal deben incluir la producción en vivero de plántulas de especies forestales a partir de germoplasma colectado en la zona. Las plantas producidas constituirán el material de restauración y reforestación.

El Proyecto es coherente con esta disposición toda vez que no se trata de un proyecto que realizará manejo forestal. Para la reforestación, se emplearán especies nativas de la zona, producidas en viveros autorizados.

CB-12.- Las vialidades de apoyo a las actividades de extracción de materiales pétreos que se encuentran dentro del predio, deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos para la protección de la fauna silvestre.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

CB-13.- Las especies exóticas que pretendan utilizarse para acuicultura deberán provenir de centros piscícolas autorizados por la Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

CB-14.- Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones forestales, en las áreas forestales permanentes se deben mantener árboles con características de "árboles padre" que proporcionen el germoplasma para la recuperación de las áreas de corta.

El Proyecto es coherente con esta disposición.

CB-15.- Con la finalidad de conservar la diversidad genética de las poblaciones forestales, las áreas de fomento forestal deben incluir el enriquecimiento de acahuals, las podas y cortas para el favorecimiento de las especies forestales promisorias y promover el repoblamiento a partir de germoplasma seleccionado, como parte de un manejo integral de un sistema silvícola.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

CB-16.- Alrededor de los cenotes, acceso a cuevas y otros cuerpos de agua se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por la vegetación natural existente con una anchura mínima de 20 metros y una máxima equivalente a la anchura máxima del espejo de agua, siempre y cuando esta exceda los 20 metros. En esta franja sólo se permitirá el aclareo siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.

Por la distancia a los cenotes, acceso a cuevas y otros cuerpos de agua, no se verán afectados por el Proyecto.

CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN PARA LAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE EN EL MUNICIPIO DE OTHÓN P. BLANCO, QUINTANA ROO.

PRM-01.- En los terrenos agropecuarios, sólo se permiten policultivos con los que se potencialice el uso y producción del suelo.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PRM-04.- Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.

El Proyecto es coherente con esta disposición, toda vez que la implantación tomó como base las características hidráulicas de la zona.

PRM-05.- En la preparación del terreno para las actividades agrícolas se deberá usar el método tumba, roza y pica, por lo que no se permite el uso del fuego, para la eliminación de la vegetación.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PRM-06.- En los bancos autorizados para la explotación de material pétreo, los trabajos de recuperación y reforestación de la superficie explotada deben realizarse de manera simultánea a los de explotación del banco, a un ritmo que permita restaurar al menos el 50% de las hectáreas aprovechadas cada año. Estos trabajos deberán iniciar cuando se haya explotado el 50 % de la superficie autorizada por año.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PRM-07.- Para prevenir la erosión y desestabilización de las paredes de los bancos de material y evitar desplomes internos o daños a los suelos colindantes, se preverá la construcción de obras de contención, con materiales del mismo banco, evitando dejar taludes con ángulo de reposo mayor a 45 grados.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PRM-08.- Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona y con las autorizaciones correspondientes a la extracción de materiales pétreos con énfasis en las medidas de restauración solicitadas.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PRM-09.- Si el proyecto de rehabilitación del área consiste en la reforestación de la misma se deberá: a) Realizar una reforestación con ejemplares de especies arbóreas provenientes de germoplasma obtenido en el predio, con una densidad

mínima de 1,500 árboles por hectárea. b) En los taludes se deberán conformar terrazas de al menos 2 m de ancho y un máximo de 2 m de altura, donde se excavarán a cada 5 m en una cepa adecuada al tamaño del individuo arbóreo que se trasplante o siembre. c) En terrenos sin talud, la reforestación deberá ser a tresbolillo en una cepa adecuada al tamaño del individuo arbóreo que se trasplante o siembre. d) Se debe dar mantenimiento de riego, fertilización y control de plagas por un lapso mínimo de 3 años, registrando para este período en bitácora: la mortalidad – sobrevivencia

La reforestación que se lleve a cabo, se apegará a lo establecido en este criterio.

PRM-10.- El aprovechamiento de vida silvestre a través de UMA's debe considerar en compensación, la repoblación de especies nativas cuyas poblaciones naturales se hayan visto afectadas por fenómenos meteorológicos, incendios o actividades humanas.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

PRM-11.- En el manejo de las UMA's de uso intensivo y/o PIMVS se deberá contar con un programa integral de manejo de residuos avalado por la Autoridad competente, así como un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente bajo los términos de la normatividad aplicable.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

Recurso prioritario: Agua

URB-01.- En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán diseñar, instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reúso de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia. El sistema de tratamiento que se proponga deberá cumplir con la NOM-003-SEMARNAT-1997 y las condiciones particulares de descarga establecidas por la autoridad correspondiente.

Para la operación de este proyecto, se contratarán los servicios de una empresa autorizada para el manejo de las aguas sanitarias.

URB-02.- Para prevenir efectos adversos derivados del cambio climático por elevación del nivel del mar y para garantizar el libre flujo del agua subterránea, las edificaciones colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre deberán ser piloteadas y desplantadas a un nivel de cuando menos de 2.5 metros por arriba de la altitud máxima sobre el nivel medio del mar (msnm).

No aplica para el proyecto dado la ubicación del mismo.

URB-03.- Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de sascaberas en desuso y en zonas bajas en

donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-04.- Los proyectos de campos de golf deben considerar al menos los siguientes elementos: Ubicación de pistas fuera de los flujos preferenciales de aguas subsuperficiales y subterráneas. Uso de una capa subyacente al césped, que garantice la no infiltración de los agroquímicos al subsuelo y manto freático. Implementación de un sistema de drenaje pluvial con trampas para sedimentos, lodos y basura. Las aguas pluviales así tratadas, podrán ser drenadas hacia las zonas de humedales y hacia pozos de captación de excedentes de aguas pluviales. Esto último a través de un estudio que justifique la no afectación del humedal y del acuífero. Uso de las aguas residuales tratadas procedentes de las plantas de tratamiento, para el riego del campo de golf y áreas verdes. Los excedentes de agua tratada, deben ser infiltrados al acuífero salado. Uso de agroquímicos que cumplan a nivel nacional con lo dispuesto por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), así como dos características principales, que sean de baja toxicidad y poca vida media. Uso de especies de pasto que tengan como características principales: a) especie perenne de clima cálido, b) especie halófila que tolere para el riego, el uso de agua potable y marina, hasta una amplia variedad de aguas recicladas (alternativa, gris, efluente, no potable, residual, salobre), implicando bajos costos de mantenimiento, c) especie que requiera para su mantenimiento, un mínimo de pesticidas y razonables aplicaciones de fertilizantes, d) especie eficaz para renovar y utilizar los nutrientes críticos, e) especie apropiada para zonas con drenajes deficientes, zonas pantanosas o inundaciones frecuentes, f) especie de amplio uso en zonas susceptibles al efecto de huracanes y g) una especie de rápido crecimiento y poca invasividad.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-05.- Las aguas residuales derivadas de sistemas de producción de industria ligera deberán ser tratadas a través de un proceso previamente evaluado y aprobado en materia de impacto ambiental por la autoridad competente, en apego a la normatividad vigente.

El Proyecto es coherente con esta disposición, desde la etapa de preparación hasta la etapa de operación no generará aguas residuales, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

URB-06.- En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los cuerpos de agua naturales, hacia zonas inundables y/o áreas costeras adyacentes.

El Proyecto es coherente con esta disposición, desde la etapa de preparación hasta la etapa de operación no generará aguas residuales, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

URB-07.- Los lagos artificiales para almacenamiento de agua de riego para campos de golf, se impermeabilizarán con la instalación de geomembranas para asegurar la no infiltración al subsuelo de materiales contaminantes.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-08.- Los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales deberán ser manejados, almacenados y dispuestos conforme a la NOM-004-SEMARNAT-2002. Se presentará un reporte trimestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental. El reporte de contener como mínimo: tipo y características de la planta de tratamiento de aguas residuales, volúmenes de agua tratados, volumen de lodos generados, tratamiento aplicado a los lodos y todos los referidos en la Norma correspondiente.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-09.- En áreas urbanas, los ecosistemas inundables importantes por su función ecológica como sitios de alimentación y abrevadero de diversas especies de fauna (selvas bajas, tulares, tintales, sabanas, entre otros), deberán ser incluidos como áreas de conservación y/o como áreas verdes y no podrán ser considerados en la superficie de desplante del proyecto.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-10.- Alrededor de los cenotes, acceso a cuevas y otros cuerpos de agua se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por la vegetación natural existente con una anchura mínima de 20 metros y una máxima equivalente a la anchura máxima del espejo de agua, siempre y cuando esta exceda los 20 metros. En esta franja sólo se permitirá el aclareo siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.

Por la distancia a los cenotes, acceso a cuevas y otros cuerpos de agua, no se verán afectados por el Proyecto.

URB-11.- Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que la implantación se basó en las características hidráulicas de la zona.

URB-12.- En el desarrollo de los proyectos en zonas urbanas, se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el composteo del material vegetativo resultante del desmonte que se autorice. Para el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas del desmonte deberán dar cumplimiento a la normatividad

aplicable. El material composteado será utilizado preferentemente dentro del predio y la composta restante deberá ser destinada donde lo indique la autoridad municipal competente.

El Proyecto es coherente con esta disposición ya que el material producto del desmonte y despalme se empleará para la restitución ambiental del sitio.

URB-13.- En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos, suburbanos o rurales, ni para la disposición de residuos vegetales en áreas abiertas.

El Proyecto es coherente con esta disposición, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

URB-14.- Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto, para su evaluación en materia de impacto ambiental.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que la implantación se basó en las características hidráulicas de la zona.

URB-15.- En áreas urbanas y turísticas, se deberá instalar una malla perimetral o cortina vegetal para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-16.- Las áreas de equipamiento deberán incorporar como mínimo el 20 % de superficie como área verde permeable, según lo establecido en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.

El proyecto es congruente, ya que, de la superficie total del predio, solo se ocupará un 11% con infraestructura.

URB-17.- En hoteles, campos de golf y clubes deportivos, los residuos orgánicos deberán emplearse en la generación de composta para utilizarse en sus áreas verdes, en un área acondicionada para tal efecto dentro del predio.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-18.- Los desechos peligrosos y biológicos infecciosos no podrán disponerse en los sitios para la disposición final de los residuos sólidos urbanos autorizados y/o depósitos temporales del servicio municipal. Estos deberán ser canalizados a través de empresas certificadas para el manejo y disposición final de este tipo de residuos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, se contratará una empresa autorizada por la secretaria, para la recolección de los desechos y que tengan una disposición final correcta.

URB-19.- Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona anti dispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se prevé que el transporte de materiales se realice previniendo en todo momento, la dispersión de polvos.

URB-20.- Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.

No aplica, ya que el proyecto no considera la instalación de plantas pre mezcladoras.

URB-21.- Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-22.- Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-23.- Los nuevos desarrollos no interferirán con el derecho de las personas de acceso al mar, Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-24.- Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten la topografía de la duna.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-25.- Los proyectos de tipo urbano, suburbano y/o turístico deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la CONABIO. Para proyectos mayores a 1 ha, la selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de las áreas jardinadas deberá sustentarse en un Programa de Arborización y Ajardinado que deberá acompañarse al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se

deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-26.- Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un (1) km entre dichos parques.

El Proyecto es coherente con esta disposición, cuenta con un Programa de conservación de suelo y agua y un Programa de reforestación, para proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

URB-27.- Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano establecidas en el Programa de Desarrollo Urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.

El Proyecto es coherente con esta disposición ya que no se trata de desarrollos urbanos.

URB-28.- En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, áreas de donación y/o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.

El Proyecto es coherente con esta disposición.

URB-29.- En predios urbanos donde el desmonte se realice de manera parcial, será obligatorio mantener y acondicionar la superficie remanente con vegetación. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá presentar un programa de reforestación a la autoridad correspondiente como parte de las condicionantes en materia de impacto ambiental.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-30.- Las superficies destinadas como áreas verdes deberán mantenerse con cubierta vegetal original dentro de los predios

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-31.- En las playas, dunas y post dunas no se permite el uso de cuadrúpedos (incluyendo todas las razas de perros) para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-32.- En las playas, dunas y post dunas, sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como el uso que hagan las organizaciones civiles y/o gubernamentales encargadas de los programas de protección a la tortuga marina.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-33.- Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar y/o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo.

URB-34.- En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentar de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio, la autorización correspondiente.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo, y la distancia a la vegetación costera.

URB-35.- Todos los desarrollos deberán mantener sin intervención el 100% del manglar de acuerdo al artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003 y el 100% de la primera duna costera y duna embrionaria.

No aplica para el proyecto dado la naturaleza del mismo, y la distancia del manglar.

URB-36.- En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, los promoventes deberán coordinarse con las autoridades competentes en la materia para coadyuvar en el Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Manglar de Costa Maya. El programa habrá de contener como mínimo: a) un estudio de línea base del humedal

El Proyecto es coherente con esta disposición, el sitio no intervendrá ningún sitio de manglar.

3.4.3 Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) (Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2012)

Con base en los antecedentes señalados, en septiembre de 2006, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presentó la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas, así como las estrategias para su conservación y uso sustentable. Así, en este entorno se firmó el convenio marco para el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), en el cual participaron 11 entidades de la Administración Pública Federal de las cuales 9 son Secretarías de Estado (Secretaría de Gobernación (SEGOB), Secretaría de Marina (SEMAR), Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de la Reforma Agraria (SRA), Secretaría de Turismo (SECTUR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)) y 2 entidades paraestatales (Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE)) y los Gobiernos de los 6 estados ribereños de la región (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Definiéndose de esta manera el Área Sujeta a Ordenamiento Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El POEMyRGMMyMC, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

3.4.3.1 Vinculación con los criterios de las UGA 152, 152, 155

G001.- Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.

Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no se prevé el aprovechamiento del agua.

G002.- Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.

No aplica para el proyecto.

G003.- Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.

No aplica para el proyecto.

G004.- Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).

No aplica para el proyecto.

G005.- Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.

No aplica para el proyecto.

G006.- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

El Proyecto es coherente con esta disposición, cuenta con el Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria, reduciendo así las emisiones a la atmosfera por un óptimo desempeño de los vehículos que circularán dentro del proyecto.

G007.- Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.

No aplica para el proyecto.

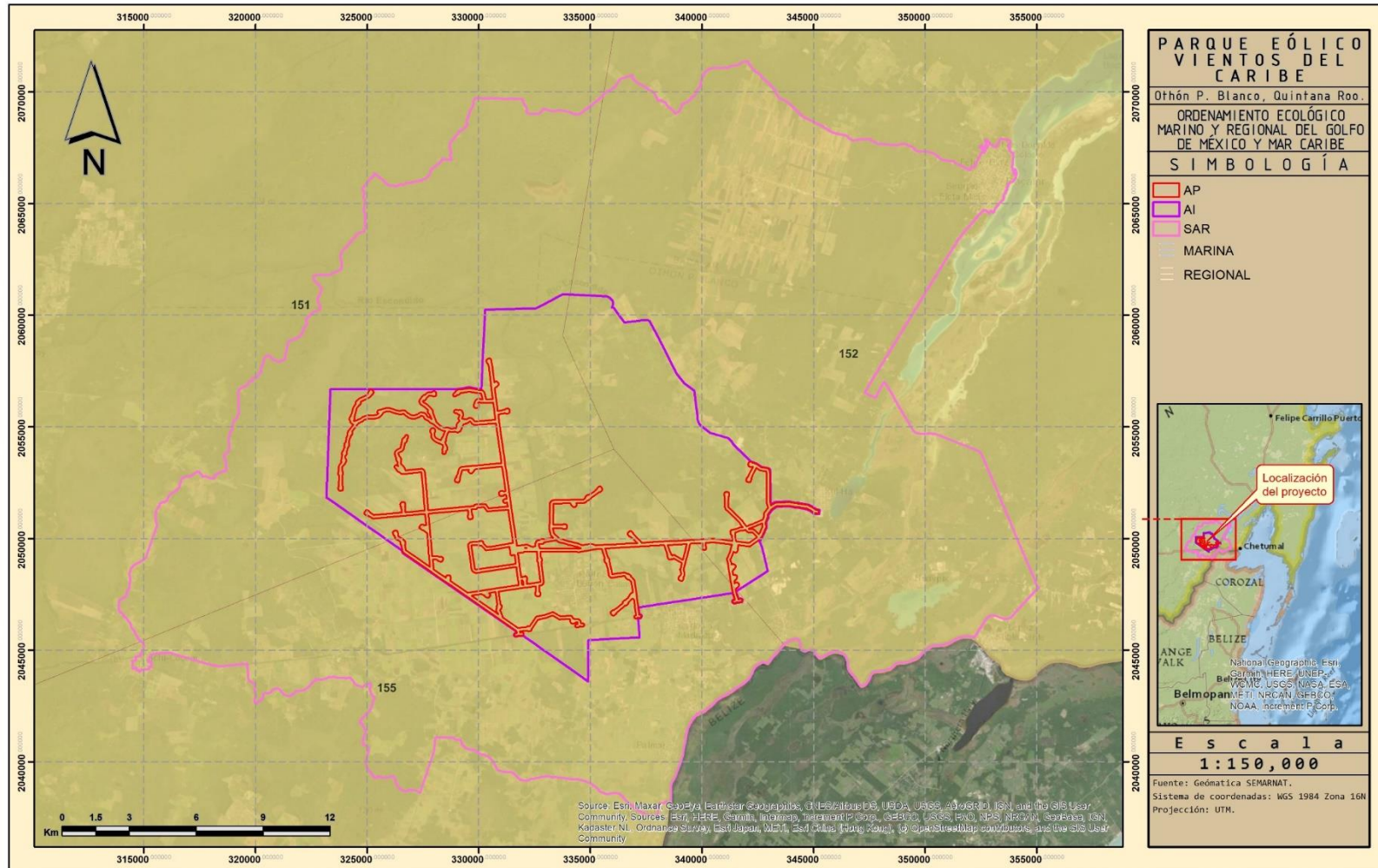
G008.- El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.

No aplica para el proyecto.

G009.- Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.

No aplica para el proyecto.

Figura: 2 Unidades de Gestión Ambiental.



G010.- Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.

El Proyecto en su mayoría se encuentra reutilizando áreas agropecuarias como se describe en el capítulo 4 de la presente manifestación.

G011.- Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.

No aplica para el proyecto.

G012.- Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.

No aplica para el proyecto.

G013.- Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que se emplearán especies nativas de la zona.

G014.- Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.

No aplica para el proyecto.

G015.- Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, evitando zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.

G016.- Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.

No aplica para el proyecto.

G017.- Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.

No aplica para el proyecto.

G018.- Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.

No aplica para el proyecto.

G019.- Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, toma en cuenta el programa de desarrollo urbano del área e incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático.

G020.- Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.

El Proyecto es coherente con esta disposición, ya que no se prevé afectar las riberas de los cuerpos de agua presentes en el sitio.

G021.- Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.

No aplica para el proyecto.

G022.- Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.

No aplica para el proyecto.

G023.- Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.

No aplica para el proyecto.

G024.- Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.

El proyecto es congruente con este criterio, ya que se llevará a cabo el Programa de reforestación.

G025.- Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.

No aplica para el proyecto.

G026.- Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).

No aplica para el proyecto.

G027.- Promover el uso de combustibles de no origen fósil.

No aplica para el proyecto.

G028.- Promover el uso de energías renovables.

El Proyecto es coherente con esta disposición, el proyecto generará energías renovables, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

G029.- Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.

No aplica para el proyecto.

G030.- Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.

No aplica para el proyecto.

G031.- Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.

El Proyecto es un avance para la sustitución de los equipos que utilizan combustibles para la generación de energía, por equipos que tienen cero emisiones de gases efecto invernadero, como son los aerogeneradores, descrito en el capítulo 2 de la presente manifestación.

G032.- Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.

No aplica para el proyecto.

G033.- Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.

No aplica para el proyecto.

G034.- Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.

El Proyecto es un avance para la sustitución de los equipos que utilizan combustibles para la generación de energía, por equipos que tienen cero emisiones de gases efecto invernadero, como son los aerogeneradores, descrito en el capítulo 2 de la presente manifestación.

G035.- Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.

No aplica para el proyecto.

G036.- Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.

No aplica para el proyecto.

G037.- Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.

No aplica para el proyecto.

G038.- Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.

No aplica para el proyecto.

G039.- Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.

No aplica para el proyecto.

G040.- Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

No aplica para el proyecto.

G041.- Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.

No aplica para el proyecto.

G042.- Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.

No aplica para el proyecto.

G043.- LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.

No aplica para el proyecto.

G044.- Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.

No aplica para el proyecto.

G045.- Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.

No aplica para el proyecto.

G046.- Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.

No aplica para el proyecto.

G047.- Impulsar la diversificación de actividades productivas.

No aplica para el proyecto.

G048.- Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.

No aplica para el proyecto.

G049.- Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.

No aplica para el proyecto.

G050.- Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.

No aplica para el proyecto.

G051.- Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.

No aplica para el proyecto.

G052.- Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).

No aplica para el proyecto.

G053.- Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.

El Proyecto de necesitar aguas para riegos de caminos, utilizará aguas tratadas para los mismos, como se describe en el capítulo 2 de la presente manifestación.

G054.- Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.

No aplica para el proyecto.

G055.- La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.

El Proyecto es coherente con esta disposición, al requerir cambio de uso de suelo en terrenos forestales estará en conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.

G056.- Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.

No aplica para el proyecto.

G057.- Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.

No aplica para el proyecto.

G058.- La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.

El Proyecto contratará a una empresa autorizada por la secretaría, para la gestión de los residuos.

G059.- El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.

No aplica para el Proyecto, no se realizará dentro de un Área Natural Protegida

G060.- Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.

No aplica para el proyecto.

G061.- La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.

No aplica para el proyecto.

G062.- Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.

No aplica para el proyecto.

G063.- Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.

No aplica para el proyecto.

G064.- La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.

No aplica para el proyecto.

G065.- La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.

No aplica para el proyecto.

A001.- Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.

No aplica para el proyecto.

A002.- Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.

No aplica para el proyecto.

A003.- Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.

No aplica para el proyecto.

A005.- Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.

No aplica para el proyecto.

A006.- Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.

No aplica para el proyecto.

A007.- Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.

No aplica para el proyecto.

A011.- Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.

No aplica para el proyecto.

A012.- Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.

No aplica para el proyecto.

A013.- Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.

No aplica para el proyecto.

A014.- Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.

No aplica para el proyecto.

A015.- Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.

No aplica para el proyecto.

A016.- Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.

No aplica para el proyecto.

A017.- Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.

El proyecto es congruente, ya que se llevará a cabo una reforestación.

A018.- Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).

Para el cumplimiento de este criterio, se aplicará el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna.

A019.- Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.

Los programas propuestos por el Proyecto serán de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.

A020.- Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.

No aplica para el proyecto.

A021.- Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.

No aplica para el proyecto.

A023.- Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.

El Proyecto es coherente con esta disposición como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

A024.- Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.

El Proyecto es un avance para la sustitución de los equipos que utilizan combustibles para la generación de energía, por equipos que tienen cero emisiones de gases efecto invernadero, como son los aerogeneradores, descrito en el capítulo 2 de la presente manifestación.

A025.- Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.

El Proyecto es coherente con esta disposición, aplicara el Programa de manejo integral de residuos, anexo a esta manifestación.

A026.- Promover e impulsar el uso de tecnologías 'Limpias' y 'Ambientalmente amigables' en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El Proyecto es un avance para la sustitución de los equipos que utilizan combustibles para la generación de energía, por equipos que tienen cero emisiones de gases efecto invernadero, como son los aerogeneradores, descrito en el capítulo 2 de la presente manifestación.

A027.- Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.

No aplica para el proyecto.

A028.- Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.

No aplica para el proyecto.

A029.- Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas

modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.

No aplica para el proyecto.

A030.- Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.

No aplica para el proyecto.

A031.- Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.

No aplica para el proyecto.

A032.- Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.

No aplica para el proyecto.

A033.- Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.

El Proyecto es coherente con esta disposición, como se describe en el capítulo 2, 4 y 7 de la presente manifestación, así como en sus anexos.

A037.- Promover la generación energética por medio de energía solar.

No aplica para el proyecto.

A038.- Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.

No aplica para el proyecto.

A039.- Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.

No aplica para el proyecto.

A040.- Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.

No aplica para el proyecto.

A043.- Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.

No aplica para el proyecto.

A044.- Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.

No aplica para el proyecto.

A045.- Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.

No aplica para el proyecto.

A046.- Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.

No aplica para el proyecto.

A048.- Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.

No aplica para el proyecto.

A049.- Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.

No aplica para el proyecto.

A050.- Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.

No aplica para el proyecto.

A051.- Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.

No aplica para el proyecto.

A052.- Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.

No aplica para el proyecto.

A053.- Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.

No aplica para el proyecto.

A054.- Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.

No aplica para el proyecto.

A055.- Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.

No aplica para el proyecto.

A056.- Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.

No aplica para el proyecto.

A057.- Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.

El Proyecto es coherente con esta disposición, toda vez que no se instalará en zonas urbanas ni en zonas con riesgos naturales.

A058.- Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.

No aplica para el proyecto.

A059.- Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.

No aplica para el proyecto.

A060.- Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.

No aplica para el proyecto.

A061.- Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.

No aplica para el proyecto.

A062.- Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.

El Proyecto aplicará el Programa de manejo integral de los residuos, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

A063.- Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.

No aplica para el proyecto.

A064.- Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.

No aplica para el proyecto.

A065.- Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.

No aplica para el proyecto.

A066.- Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.

No aplica para el proyecto.

A067.- Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.

No aplica para el proyecto.

A068.- Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.

El Proyecto aplicará el Programa de manejo integral de los residuos, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

A069.- Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.

El Proyecto aplicará el Programa de manejo integral de los residuos, como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.

A070.- Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.

No aplica para el proyecto.

A071.- Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.

No aplica para el proyecto.

A072.- Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.

No aplica para el proyecto.

A074.- Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.

No aplica para el proyecto.

ZMC-01.- Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y

aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

ZMC-10.- Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.

No aplica para el proyecto.

ZMC-11.- Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

No aplica para el proyecto.

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

conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.

Por la naturaleza del proyecto, no se considera que este pudiera generar afectación a las zonas costeras.

3.5 Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con la naturaleza y características del Proyecto, se llevó a cabo un análisis para identificar las normas oficiales mexicanas aplicables durante las etapas asociadas a su ejecución, las cuales se precisan a continuación:

NOM	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>NOM-041-SEMARNAT-2015 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 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.</p>	<p>En cumplimiento a las normas relacionadas con emisiones contaminantes a la atmósfera, se verificará que los vehículos y maquinaria que se utilicen durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, cumplan con los límites permitidos de emisiones, y en caso de aplicar, que cuenten con la verificación vehicular correspondiente. Para ello, dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, se verificará que toda la maquinaria pase una revisión previa a su uso y se sometan a revisiones periódicas.</p>
<p>NOM-042-SEMARNAT-2003 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2005). Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.</p>	

NOM	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>NOM-044-SEMARNAT-2017 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018a), Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores. mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.</p>	
<p>NOM-045-SEMARNAT-2017 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018b), 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.</p>	
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2006).</p> <p>Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Para este proyecto no se tiene contemplada la generación de residuos peligrosos, salvo algún caso excepcional en caso de requerir de algún servicio de mantenimiento in situ de la maquinaria o equipo a utilizar. Para evitar al máximo que esto ocurra se solicitará que la carga de combustible, así como el mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipo se realice en talleres autorizados en la zona urbana colindante siempre que sea posible.</p>
<p>NOM-054-SEMARNAT-1993 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1993).</p>	

NOM	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos</p>	
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010),</p> <p>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</p>	<p>El objetivo de esta norma es evitar el daño a las especies incluidas en la misma y que se encuentren en el área de actuación del Proyecto. Para el cumplimiento de la misma, se establecerán Subprogramas de Rescate de Flora y Fauna y un Plan de Vigilancia Ambiental que garantice su protección.</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 1995).</p> <p>Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición</p>	<p>En el sitio se tendrá un tránsito moderado de vehículos y maquinaria durante las etapas de preparación y construcción, y un flujo mucho menor en la etapa de operación.</p> <p>Para cumplir con esta norma, se verificará que el contratista cuente con un programa de mantenimiento adecuado de los vehículos asegurando que no se exceden los límites máximos permisibles.</p>
<p>NOM-161-SEMARNAT-2011 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013),</p> <p>Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.</p>	<p>Se desarrollará un Programa de Manejo Integral de Residuos que tomará en cuenta los criterios que se establecen en esta Norma Oficial para los residuos de manejo especial.</p>
<p>NOM-004-STPS-1999 (Secretaría del Trabajo y Previsión Social 1999). Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en</p>	<p>Esta aplica para la protección del personal que laborará en el Proyecto en todas las etapas.</p>

NOM	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo	A quienes laboren en el sitio, se les apoyará con lo necesario para cumplir con esta norma.
NOM-011-STPS-2001 (Secretaría del Trabajo y Previsión Social 2002). Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido	El objetivo será cumplir con las condiciones establecidas para no afectar al personal. Para ello, dentro del Programa de Vigilancia Ambiental se establecerá lo necesario.
NOM-017-STPS-2008 (Secretaría del Trabajo y Previsión Social 2008), Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El objetivo será cumplir con las condiciones establecidas para no afectar al personal. Para ello, dentro del Programa de Vigilancia Ambiental se establecerá lo necesario, incluyendo el seguimiento a la utilización del equipo de protección personal.

3.6 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias de Jurisdicción Federal Estatal y Municipal.

3.6.1 Áreas Naturales Protegidas

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) define a las áreas protegidas como “áreas definidas geográficamente que hayan sido designadas o reguladas y administradas para lograr los objetivos específicos de conservación.”, que proporcionan una serie de bienes y servicios ecológicos al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural.

Asimismo, esta definición que guarda congruencia con la estipulada en la fracción II del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, que a la letra indica:

Artículo 3°. - Para los efectos de esta Ley se entiende por:

II. Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;

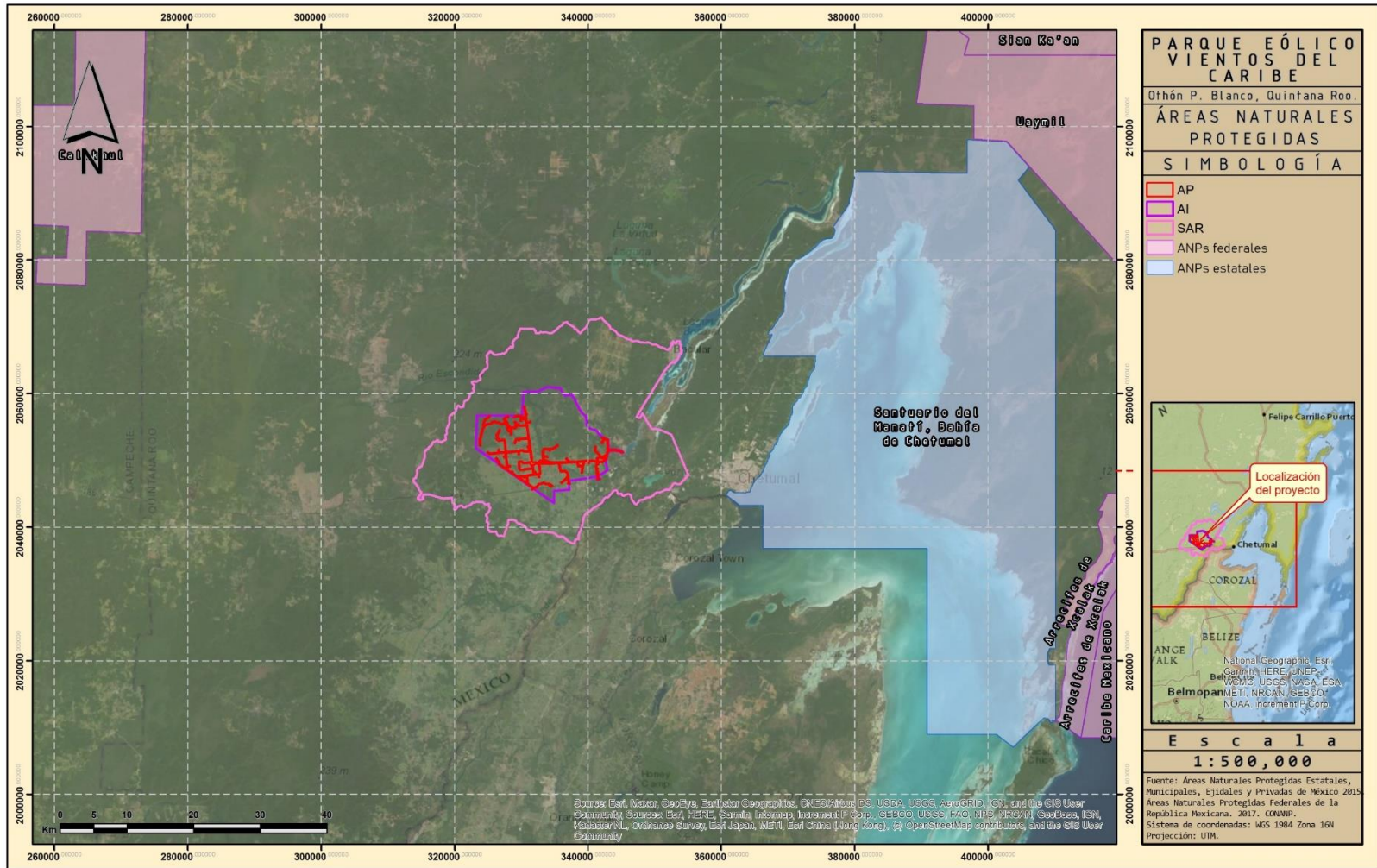
En México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) cuenta con un registro de 182 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, que, de acuerdo con lo descrito en el artículo 46 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se clasifican como de Reserva de la Biósfera, Parques Nacionales, Áreas de

Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Monumentos Naturales, y Santuarios.

En México, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) cuenta con un registro de 182 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, que, de acuerdo con lo descrito en el artículo 46 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), se clasifican como de Reserva de la Biósfera, Parques Nacionales, Áreas de Protección de Recursos Naturales, Áreas de Protección de Flora y Fauna, Monumentos Naturales, y Santuarios.

De las áreas más cercanas, al área del proyecto, se denomina Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal se localiza a 20 km de distancia, por lo que no se verán afectadas por la instalación y operación del proyecto.

Figura: 3 Ubicación del proyecto con relación a la ANP más cercana



Capítulo 3. Vinculación de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación de uso de suelo.

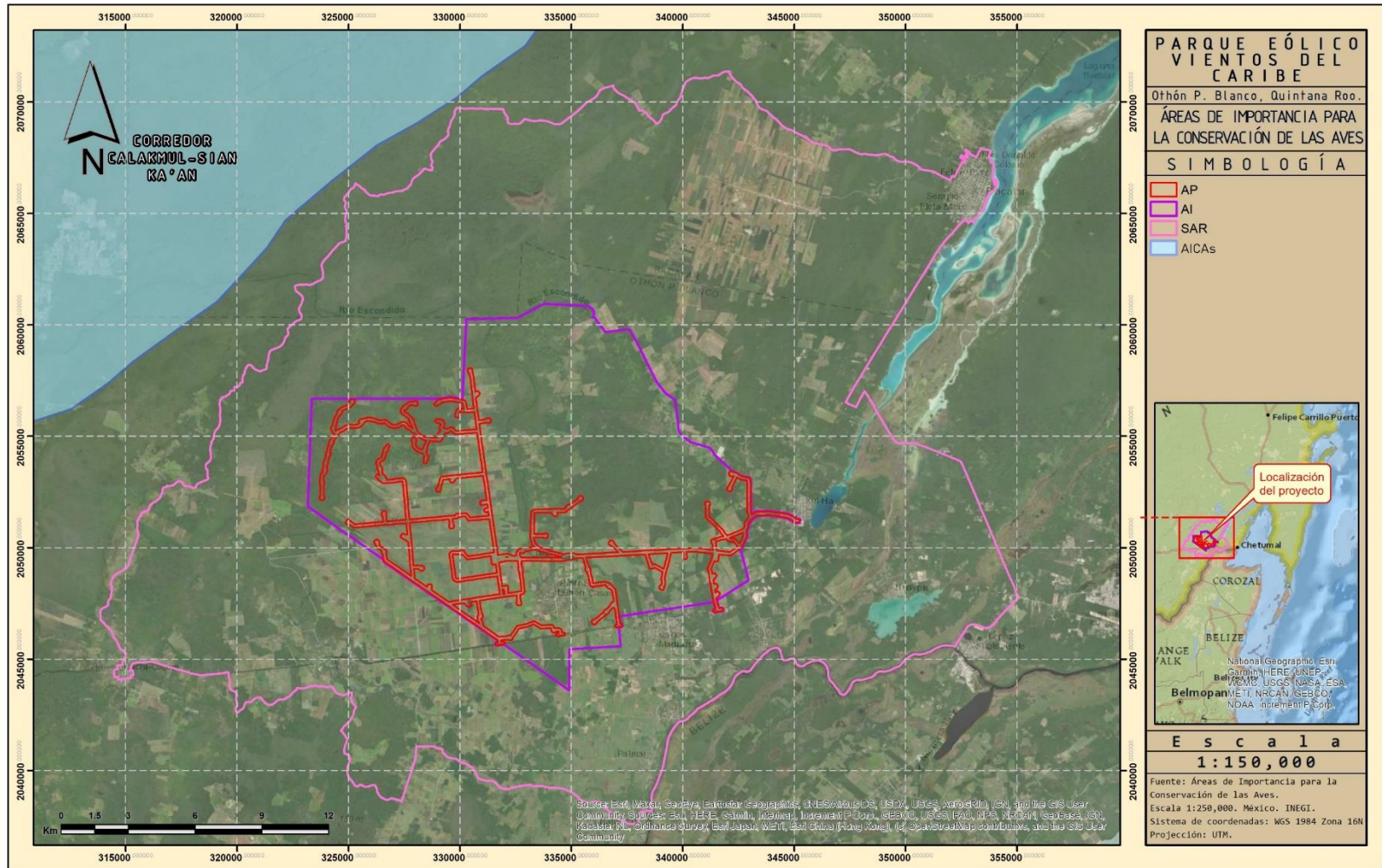
3.6.2 Áreas de Importancia Para la Conservación de las Aves

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en conjunto con la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International, inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, el Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El listado completo incluye un total de 272 áreas, con aproximadamente 56,116 registros de diversas especies de aves.

El AICAS más cercana al Proyecto es: CORREDOR CALAKMUL-SIAN KA'AN, ubicada a una distancia aproximada de 7.5 km lineales del área del Proyecto; por lo que no habrá ninguna afectación a la misma.

Figura: 4 Ubicación del proyecto con relación a la AICAS más cercana



3.6.3 Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

Un compromiso fundamental de las partes contratantes de Ramsar consiste en identificar humedales adecuados e incluirlos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de Ramsar.

Actualmente en México, se cuenta con un listado de 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional abarcando una superficie de 8,643,579 hectáreas.

El sitio Ramsar que se encuentra cercano al área del proyecto dentro del territorio del estado, denominado Parque Nacional de Arrecifes de Xcalak a una distancia aproximada de 70 kilómetros, por lo que ninguno se verá afectado por el proyecto.

3.6.4 Regiones Terrestres Prioritarias

El Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad a cargo de la CONABIO, se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

El proyecto de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

En términos numéricos, la mayor concentración de RTP se presenta en las entidades de mayor extensión del país: Chihuahua, Sonora y Coahuila, las que, al tener una baja densidad demográfica, disponen de grandes espacios relativamente inalterados.

Debe tenerse en cuenta que las regiones identificadas tienen por sí mismas la calidad de prioritarias, ya que representan una propuesta sobre regiones del país que por sus atributos biológicos deben ser consideradas bajo algún esquema de conservación y de uso sustentable, por lo mismo, se pretende sugerir acciones en el corto y mediano plazo, las cuales no necesariamente estarán encaminadas a decretarlas bajo alguna categoría de área natural protegida.

En México se cuenta con un registro de 152 Regiones Terrestres Prioritarias, de las cuales el proyecto recae en Zonas forestales de Quintana Roo 149 y Rio Hondo 148 por lo que se vinculan con el proyecto para ser coherentes con lo que se describe en estas dos regiones.

3.6.4.1 149 Zonas forestales de Quintana Roo

Ubicación GEOGRÁFICA (Aguilar Zúñiga *et al.* 2000)

Coordenadas extremas:

Latitud N: 18° 04' 12" a 19° 57' 00"

Longitud W: 89° 49' 12" a 89° 18' 00"

Entidades: Quintana Roo.

Municipios: Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Othón P. Blanco.

Localidades de referencia: Chetumal, QR; Felipe Carrillo Puerto, QR; Bacalar, QR; José María Morelos, QR.

3.6.4.1.1 Vinculación con el Proyecto

Aspectos Bióticos	Valor para la conservación	Vinculación
<p>Diversidad ecosistémica:</p> <p>Comunidades de selvas bajas medianas.</p> <p>Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Selva mediana subperennifolia, Comunidad vegetal de 15 a 30 m de altura en donde un 25 a 50 %.78% de las especies tiran las hojas. -Selva baja subperennifolia, Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde un 25 a 50 % de las especies tiran las hojas. - Agricultura, pecuario y forestal, Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal. 	Bajo	<p>El Proyecto se pretende instalar en su mayoría en terrenos agrícolas, como se describe en el capítulo 2 y 4 de la presente manifestación.</p> <p>Aplicará los Programas de rescate y reubicación de flora para mitigar, compensar o minimizar cualquier impacto que se genera en el sitio.</p>
<p>Integridad ecológica funcional: Posee poblaciones de aves, plantas y mamíferos de importancia ecológica</p>	Alto	<p>El Proyecto es coherente con esta disposición; aplicará el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.</p>
<p>Función como corredor biológico:</p> <p>Une a las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en el norte de Guatemala y la Lacandona.</p>	Alto	<p>El Proyecto es coherente con esta disposición; aplicará el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.</p>
<p>Concentración de especies en riesgo:</p> <p>Se calculan unas 35-40 especies incluidas en la NOM-059</p>	Medio	<p>El Proyecto es coherente con esta disposición; aplicará los Programas de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación y fauna y de rescate y reubicación de flora como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.</p>

3.6.4.2 Rio Hondo

Ubicación GEOGRÁFICA

Coordenadas extremas:

Latitud N: 1 r 48' 36" a 1 9° 39' 36"

Longitud W: 88° 1 2' 36" a 89° 22' 1 2"

Entidades: Quintana Roo.

Municipios: Othón P. Blanco.

Localidades de referencia: Chetumal, QR; Calderitas, QR; Ingenio Álvaro Obregón ,QR; Álvaro Obregón , QR.

SUPERFICIE

Superficie: 2,555 km²

Valor para la conservación: 3 (mayor a 1 ,000 km²)

Aspectos Bióticos	Valor para la conservación	Vinculación
<p>ASPECTOS BIÓTICOS</p> <p>Diversidad ecosistémica:</p> <p>Selvas medianas y bajas principalmente.</p> <p>Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:</p> <p>Selva mediana subperennifolia Comunidad vegetal de 15 a 30 m de altura en donde un 25 a 50 %, 61 % de las especies tiran las hojas.</p> <p>Agricultura, pecuario y forestal Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 21% puede ser permanente o de temporal.</p>	Bajo	<p>El Proyecto se pretende instalar en su mayoría en terrenos agrícolas, como se describe en el capítulo 2 y 4 de la presente manifestación.</p> <p>Aplicará el Programa de rescate y reubicación de flora para mitigar, compensar o minimizar cualquier impacto que se genera en el sitio.</p>
<p>Integridad ecológica funcional:</p> <p>Posee poblaciones de aves, plantas y mamíferos de importancia ecológica.</p>	Alto	<p>El Proyecto es coherente con esta disposición; aplicará el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.</p>
<p>Función como corredor biológico:</p> <p>Une a las reservas de Calakmul y Sian Ka'an en el norte de Guatemala y la Lacandona.</p>	Alto	<p>El Proyecto es coherente con esta disposición; aplicará el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.</p>
<p>Concentración de especies en riesgo:</p> <p>Se calculan unas 35-40 especies incluidas en la NOM-059.</p>	Medio	<p>El Proyecto es coherente con esta disposición; aplicará el Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de flora y de rescate y reubicación de fauna como se describe en el capítulo 6 de la presente manifestación.</p>

3.6.5 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) implantado por la CONABIO en mayo de 1998, tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible, así como obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Se han identificado 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El proyecto recae en la Región Hidrológico-Prioritaria Rio Hondo, (Arriaga Cabrera *et al.* 2000)

Rio Hondo

Extensión: 2 688.54 km

Estado(s): Quintana Roo

Polígono:

Latitud 18°39'36" - 17°48'36" N

Longitud 89°21'36" - 88°12'36" W

Problemática:

Modificación del entorno: deforestación debida al incremento en la agricultura y ganadería y al uso intensivo forestal.

Contaminación: por agroquímicos y materia orgánica.

Uso de recursos: introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus* y o niloticus; uso de venenos para pesca y trampas no selectivas. Abastecimiento de agua para riego.

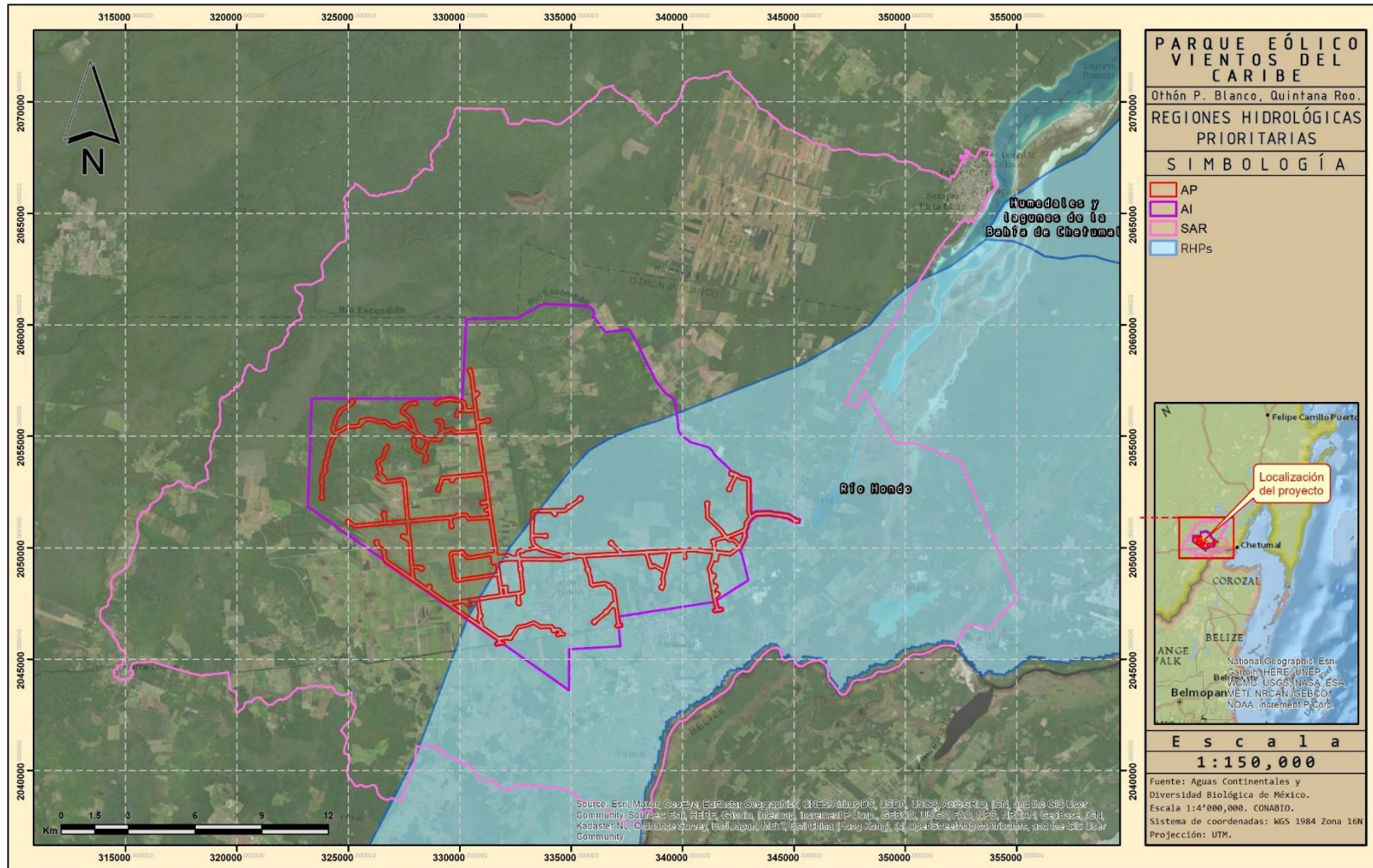
Conservación: se requiere de la conservación de la biota nativa, control de introducción de especies exóticas y regulación en el uso de fertilizantes y pesticidas.

Faltan estudios limnológicos en general

Cabe señalar que el proyecto en su mayoría como se describe en el capítulo 2 y 4 de la presente manifestación, se localiza en áreas de cultivo o ganadería extensiva, por lo que se encuentra desprovisto de vegetación nativa.

El Proyecto se apegará a los ordenamientos correspondientes y sus criterios, acatando cabalmente, cualquier criterio en los que les competa, para mitigar, compensar o minimizar cualquier impacto a la biodiversidad existente en el sitio, aplicando los programas que se describen en el capítulo 6 de la presente manifestación.

Figura: 7 Ubicación del proyecto con relación a la RHP más cercana



3.6.6 Unidades de Manejo Ambiental

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, comúnmente conocidas como UMA, pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo (SEMARNAT, 2003).

La Ley General de Vida Silvestre, en la fracción XLVIII del artículo 3°, las define como:

Artículo 3o. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

XLVIII. Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre: Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.

En el territorio nacional, existe un registro con 8,384 Unidades de Manejo, de las cuales, la más próxima es Ejido Caoba ubicada a una distancia de 26.5 km hacia el sur-este del proyecto, por lo que no se verá afectada dada la distancia al proyecto.

3.7 Conclusión.

Cómo ha quedado establecido en el capítulo anterior, el proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento del recurso eólico. Es por ello, que, a través de este tipo de proyectos, se contribuye a la mejora del ambiente y a la reducción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

De acuerdo al análisis realizado a los instrumentos normativos tanto Federales, Estatales y Municipales, así como las delimitaciones de áreas de importancia regidas tanto Federal como estatalmente, no se presentan lineamientos que pudieran llegar a ser restrictivos, prohibitivos o que se contrapongan con el desarrollo del proyecto.

Todas las medidas necesarias para atender los requerimientos establecidos en los distintos instrumentos de regulación, se encuentran contenidas dentro del presente estudio.

<u>4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN</u>	<u>195</u>
4.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.....	195
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	201
4.2.1 MEDIO ABIÓTICO	203
4.2.2 MEDIO BIÓTICO	290
4.2.3 PAISAJE.....	438
4.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	450
4.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	468

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

4.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

La importancia de describir el Sistema Ambiental Regional (SAR) para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero o sin proyecto, de la zona donde se pretende construir el mismo, para después poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos, como benéficos, que resulten de la ejecución del proyecto, cuyas alternativas, diseño y medidas de mitigación se propongan de acuerdo a los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

La delimitación del SAR, tiene el objetivo de definir la unidad geográfica de referencia para la evaluación de impacto ambiental; esta unidad geográfica debe abarcar los ecosistemas con relevancia para el proyecto evaluado y en los cuales el desarrollo y operación del mismo podrían influir.

Un ecosistema es un súper organismo con una complejidad organizacional con múltiples interacciones y recursividad. No es un concepto espacial, y, por consiguiente, no se le atribuye una delimitación geográfica clara. Al conformar los ecosistemas sistemas continuos, sin fronteras y carecer de barreras definidas, se hace evidente la dificultad para establecer la delimitación de estos. No obstante, para la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia el cual, al tener límites territoriales, permite concretar el ámbito de análisis. A través de esta noción de SAR, es posible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes, y prever cómo y en qué nivel el proyecto va influir en los procesos que se llevan a cabo.

Para lograr lo anterior, se hace necesario realizar un análisis del territorio, con un enfoque sistémico y holístico que permita obtener una visión integral de los componentes y procesos que tienen lugar, a distintas escalas, en el área del proyecto.

Para llevar a cabo el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (2007) adopta una aproximación por subsistemas y menciona los siguientes:

- Medio físico: elementos y procesos naturales del territorio.
- Población: sus actividades de producción, consumo y relación social.
- Sistema de asentamientos: el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- Marco legal e institucional: regula y administra las reglas de funcionamiento.

Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Así, para diagnosticar el sistema territorial,

se utilizó el software de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS 10.5, con el objetivo de lograr una visión integral del área a distintas escalas espaciales.

En relación a la definición geográfica del SAR, se considera primeramente los puntos requeridos en la Guía de la MIA Regional de SEMARNAT:

- La descripción del SAR puede contener **uno o más ecosistemas**, cuyas tendencias de desarrollo y deterioro ambiental es imprescindible analizar y determinar para lograr la identificación y evaluación eficiente del impacto del proyecto sobre dicho ecosistema.
- El **tipo o la naturaleza de los impactos que se generan** en el SAR y que podrían verse **incrementados** por el establecimiento del proyecto. En la modalidad regional, la evaluación ambiental de los **impactos acumulativos** que se desarrollan en el SAR y la forma como el proyecto puede incrementar el nivel de acumulación o residualidad, es uno de los contenidos fundamentales del estudio que se integre a la MIA-R.
- El SAR puede acotarse a las **delimitaciones regionales** concretas tales como: cuenca hidrográfica, unidad de gestión ambiental, zona de atención prioritaria, entre otras. Su mayor utilidad es la de comparar **alternativas reales en el contexto del territorio**, dándole a la gestión de un proyecto, o conjunto de proyectos dentro de un plan o programa, un enfoque hacia el desarrollo sustentable.

Para delimitar el SAR se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados. Debe delimitarse analítica y gráficamente el SAR de la región de estudio considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.), con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo. Es fundamental, definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados.

Considerando lo anterior, para la delimitación del SAR de este proyecto, se realizó el análisis de información espacial en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). Se analizaron las capas de interés de acuerdo con lo descrito anteriormente, considerando la naturaleza de los impactos del Proyecto.

Se analizó la topografía de la región, ya que los parteaguas son definidos por sistemas topográficos, donde fluyen corrientes superficiales mediante los puntos de mayor elevación del relieve. Estos suelen ser límites bien definidos, que permiten analizar un espacio geográfico la disponibilidad, calidad y permanencia de los recursos naturales.

Así mismo, se consideró la naturaleza de los impactos que se generarán con el Proyecto, incluyendo el impacto positivo a la derrama económica local; por lo que se buscó incluir las zonas rurales y urbanas circundantes al Área del Proyecto.

De igual manera, se utilizaron las vías de comunicación y la hidrología superficial, dado que funcionan como barreras físicas que limitan el terreno.

A razón de lo anterior, el SAR para el Proyecto, bajo el enfoque de Gómez-Orea (2007), se delimitó de la siguiente manera:

El límite norte se estableció siguiendo la continuidad de los caminos presentes en la región; el oeste utilizando el parteaguas del terreno con mayor elevación localizado al NO del AP; el suroeste siguiendo el camino que une el parteaguas con los límites del poblado de Nachi Cocom y la **carretera Federal 186 “Chetumal-Villahermosa”**; el sur con la unión de los parteaguas y caminos que llevan hasta el río Hondo; el sureste se delimitó con la hidrología superficial correspondiente al cauce del río Hondo, mismo que corre por el límite nacional con Belice; finalmente, el SAR se cerró al este con las vías de comunicación que unen el cauce del río Hondo con los límites de la población de Bacalar y los caminos del límite norte.

El Área de Influencia del Proyecto (AIP), es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Proyecto, y que tienen potencial de alterar algún elemento ambiental, está contenida dentro del mismo SAR. Por lo que se definió utilizando los límites de los ejidos arrendados para el desarrollo del Proyecto y el alcance de las obras involucradas en el mismo.

El Área del Proyecto (AP) es el área directamente afectada por la construcción de la infraestructura, temporal y permanente, del Proyecto y al igual que el AIP, se localiza en el municipio Othón P. Blanco, Quintana Roo.

Las obras involucradas en el desarrollo del Proyecto requieren del Cambio de Uso de Suelo de 38.502 ha, superficie que se encuentra contenida dentro del AP.

Las dimensiones para las superficies definidas; considerando todos los factores anteriores, son las siguientes:

- **Sistema Ambiental Regional: 85,841.653 ha**
- **Área de Influencia del Proyecto: 20,642.305 ha**
- **Área del Proyecto: 1,871.212 ha**
 - **Cambio de Uso de Suelo: 38.502 ha**

El Área del Proyecto (AP) se encuentra contenida en el Área de Influencia del Proyecto (AIP), por lo tanto, los factores abióticos son los mismos para ambas áreas.

Todas las coordenadas de cada uno de los vértices que delimitan la poligonal del SAR, AIP y AP se adjuntan en hojas de cálculo de Microsoft Excel, llamada **“Superficies y Coordenadas”** con formato .xls y .csv, en el anexo del capítulo 2. Estas coordenadas se encuentran en el sistema proyectado Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 16Q, Datum WGS 1984. En el mismo anexo, se encuentra una carpeta denominada Shapes, para la visualización de la poligonal del SAR, AIP, AP y del CUS en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental, SIGEIA, de SEMARNAT.

Figura 1. Sistema Ambiental Regional (SAR).

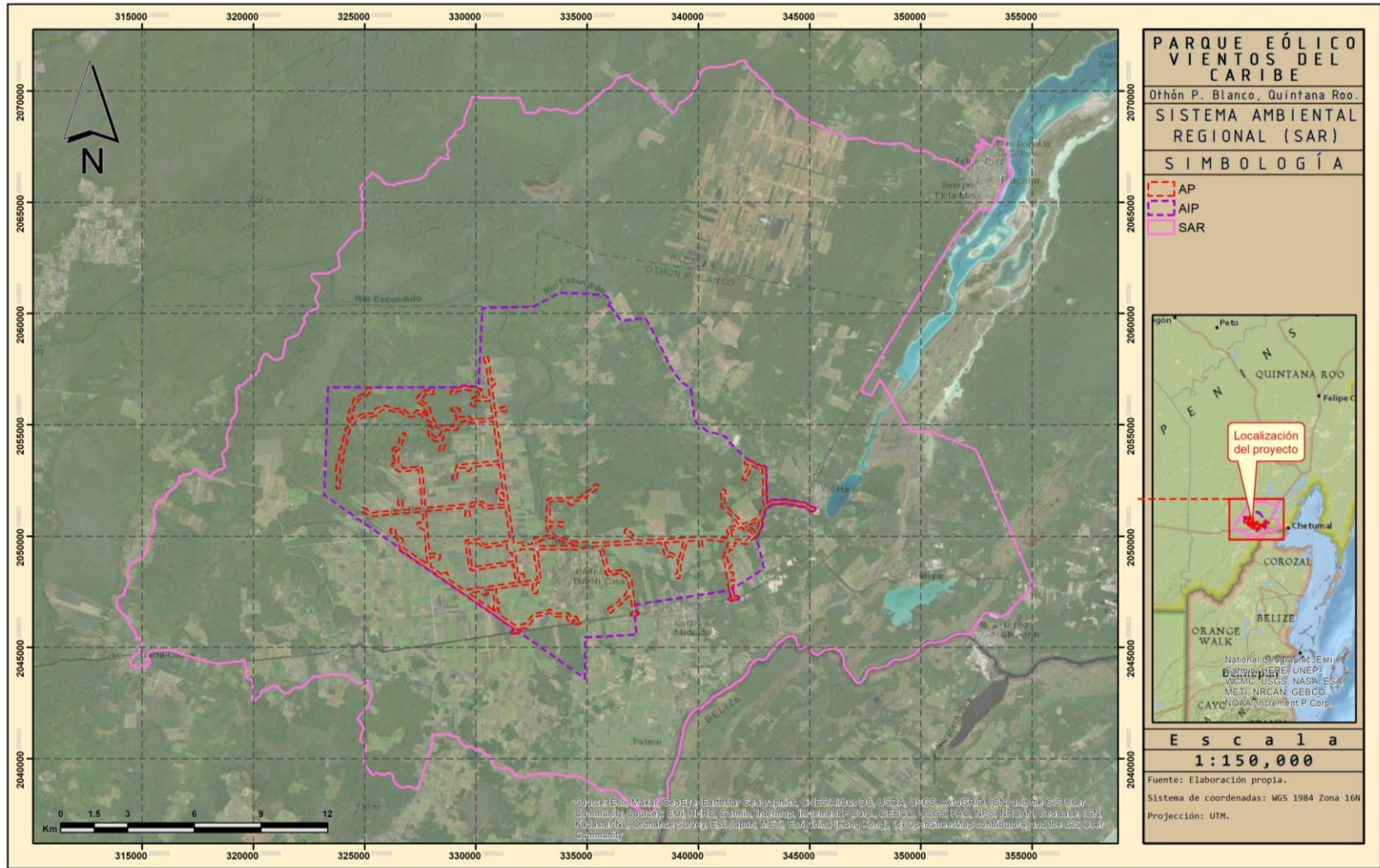


Figura 2: Área de influencia del proyecto (AIP).

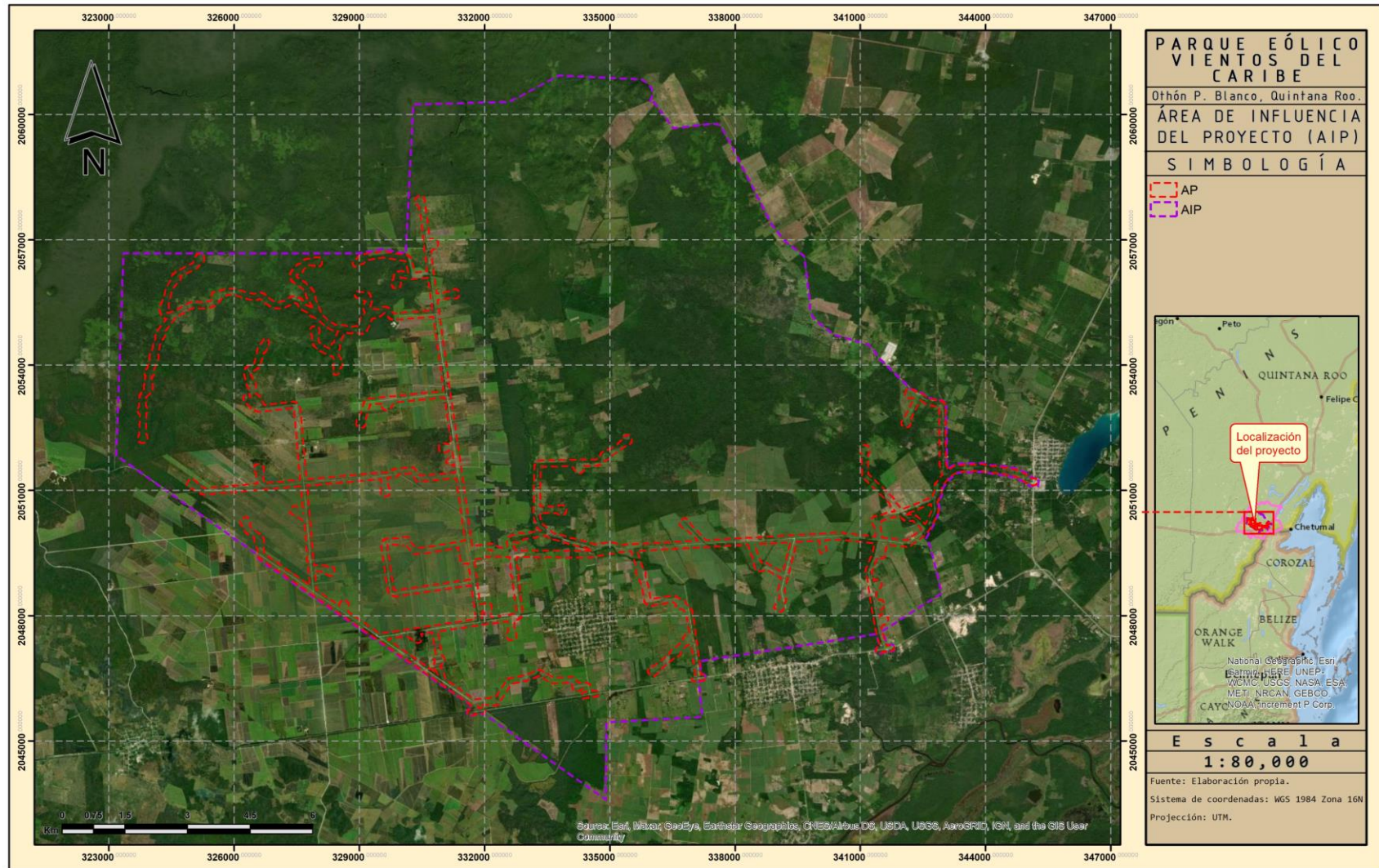
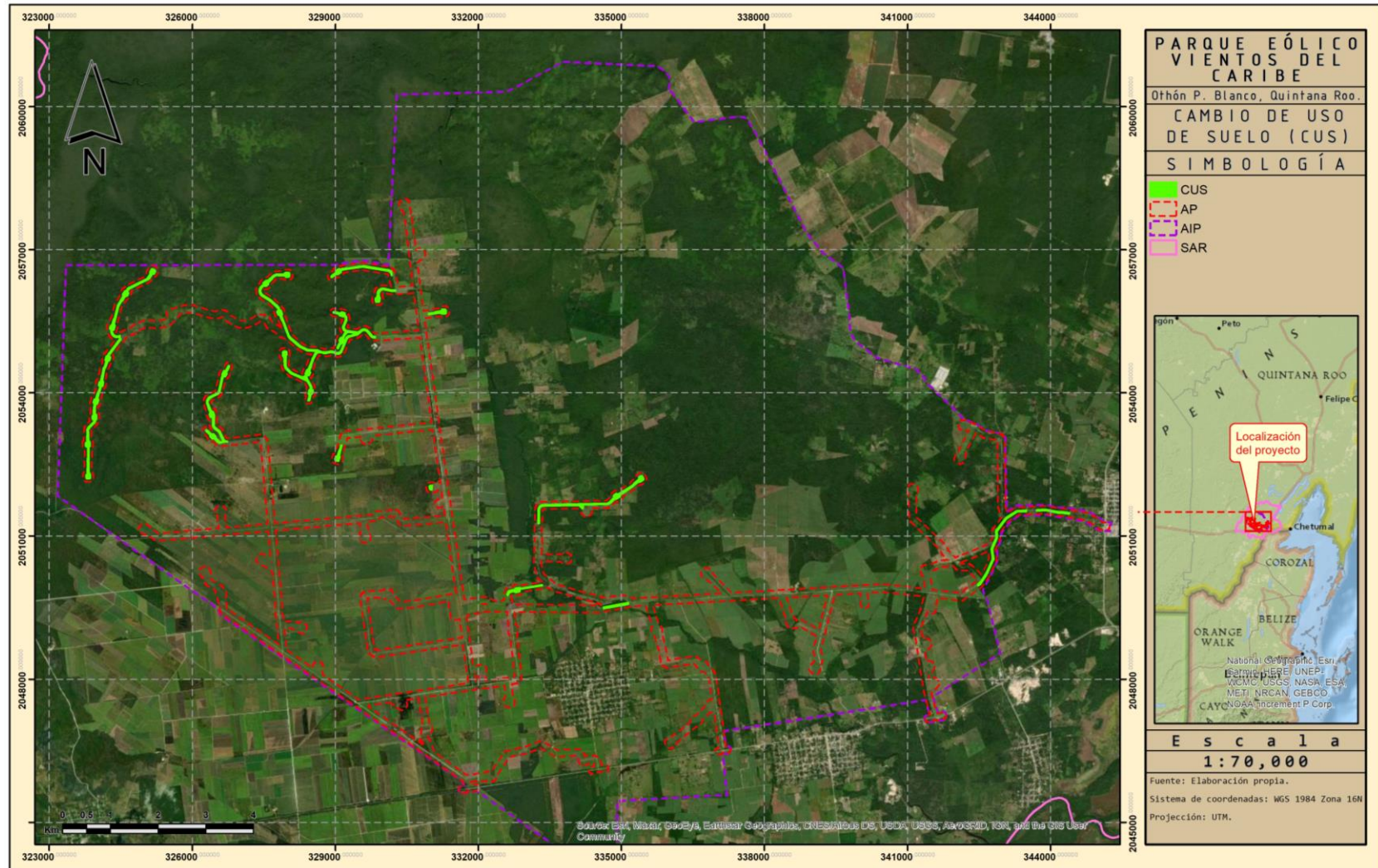


Figura 3: Área del proyecto (AP) y Cambio de Uso de Suelo (CUS)



4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.

La mayor parte del SAR delimitado, al igual que la totalidad del AIP y AP, se encuentra dentro del municipio Othón P. Blanco, mientras que la porción norte del mismo se localiza en el municipio Bacalar, los dos pertenecientes al estado de Quintana Roo.

Por lo que, a manera de introducción, se presenta una breve descripción municipal:

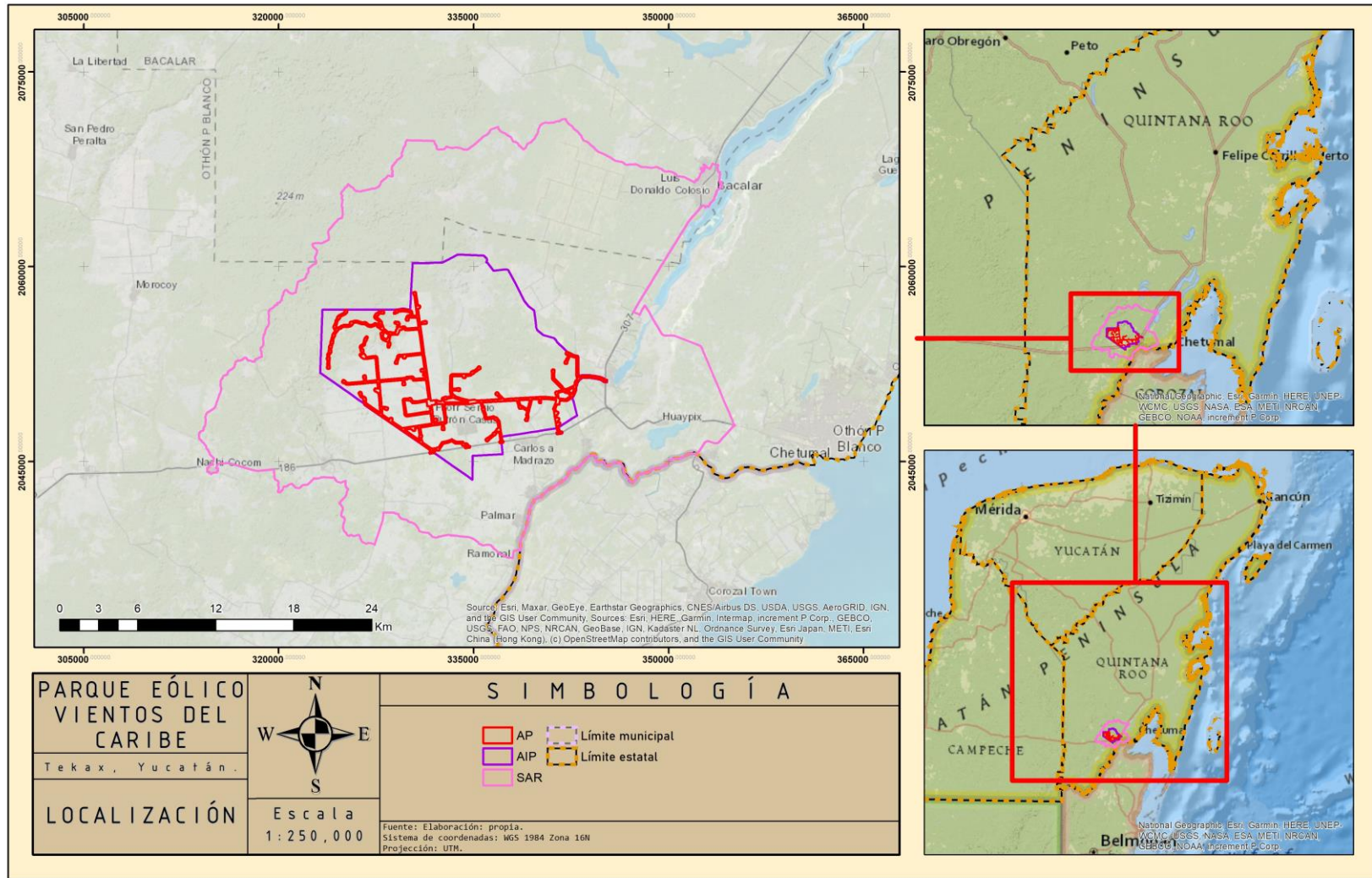
El municipio Othón P. Blanco se encuentra en la zona sur del estado, entre las coordenadas extremas 19°19' y 17°50' de latitud norte y a los 87°15' y 89°25' de longitud oeste. Tiene como colindancias, al norte con los municipios Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, al este con el mar Caribe, al sur con Belice y Guatemala y al oeste con el estado de Campeche. Cuenta con una extensión de 18,760km², lo que representa el 36.9% del total de la entidad, y lo convierte en el municipio más extenso del estado. En este municipio se encuentran las mayores altitudes del estado, que son de alrededor de los 250 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Bacalar se encuentra en la zona sur del estado, entre las coordenadas extremas 19°19' y 17°50' de latitud norte y a los 87°15' y 89°25' de longitud oeste. Tiene como colindancias, al norte con los municipios Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, al este con el mar Caribe y Othón P. Blanco al sur, al oeste con el estado de Campeche. Tiene una extensión de 7,161.5 km². En este municipio se encuentra la zona de planicie, en la que existen un gran número de áreas deprimidas denominadas "bajos" en las que se forman las aguadas.

El clima del municipio es cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, pero la variación en las precipitaciones hace que se formen tres subtipos de este clima. La temperatura media anual oscila entre los 25° y 27°C. Los vientos dominantes son los que provienen del mar Caribe y que llenan de humedad al continente.

A continuación, se describen los componentes abióticos y bióticos del SAR, AIP y AP:

Figura 4: Localización



4.2.1 Medio abiótico

Los componentes abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes son: el agua, la temperatura, el suelo, la humedad y el aire.

4.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años como mínimo. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, orientación del relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas normalmente a variaciones sistemáticas como la de la concentración de los gases de efecto invernadero, la de la radiación solar o los cambios orbitales.

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

4.2.1.1.1 Tipo de clima

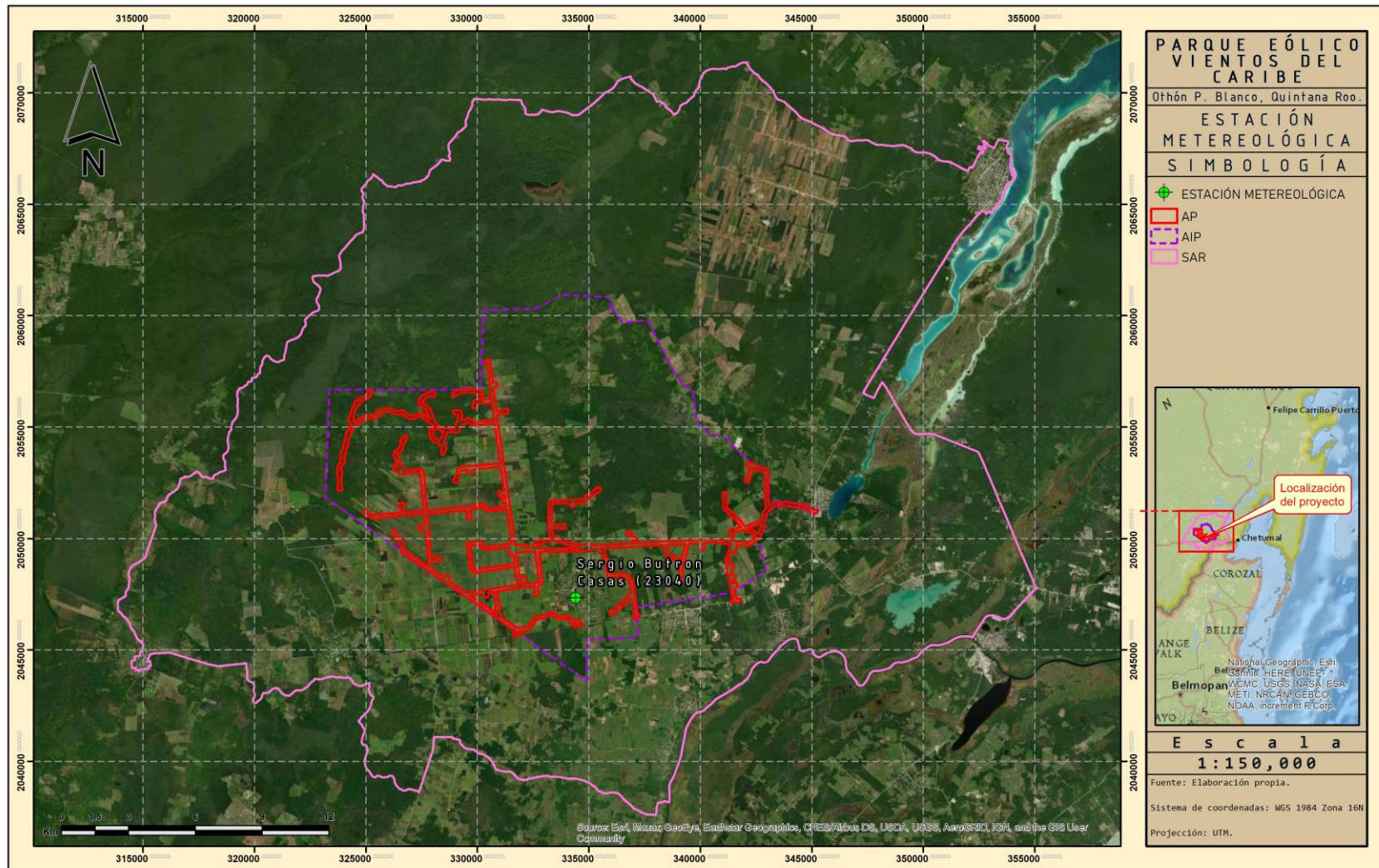
A través de las clasificaciones climáticas se describe el comportamiento de estos elementos a lo largo del año, comparando unas regiones con otras. La descripción del clima de una zona o región sintetiza en forma de letras o siglas sus características más importantes. A partir de 1964 Enriqueta García adaptó para las condiciones de México la clasificación mundial de Wilhelm Köppen. Ésta ha recibido el denominativo de sistema de Köppen modificado por García y ha sido usado oficialmente en el país, cuyos mapas a varias escalas han sido publicados por el actual Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Básicamente, el sistema modificado consiste en que a la clasificación original se adicionaron algunos parámetros que son muy importantes para diferenciar los climas en México, los que se organizaron en grupos, tipos, subtipos y variantes climáticas. Los grupos climáticos originales de Köppen son los A cálidos húmedos tropicales; los B subdivididos en los subtipos BW secos desérticos y BS secos esteparios; los C templados; los D templados fríos, y los E subdivididos en los ET fríos de tundra o páramos y los EF muy fríos con nieves permanentes. Los regímenes de lluvia posibles en México son con lluvias en

verano (w); abundantes todo el año (f); escasas todo el año (x') y con lluvia en invierno (s). La combinación de grupo climático y régimen de lluvia forma los tipos de clima.

Los datos climáticos fueron obtenidos de la estación climatológica más cercana al área de estudio. Al norte de la porción sur del proyecto, a una distancia aproximada de 879m, se encuentra la estación no. 23040 "Sergio Butron Casas", **situada en la latitud** 18°30'36" N. y la longitud: 088°34'07" W, a una altura de 32 msnm en el municipio de Othon P. Blanco, Quintana Roo; operada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual cuenta con registros de 1951 al 2010.

Figura 5: Ubicación de la estación climatológica



4.2.1.1.2 Tipos de clima identificados en el área de estudio

Las fórmulas para los tipos de clima de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (García, E. 1964), que se encuentran en el SAR son:

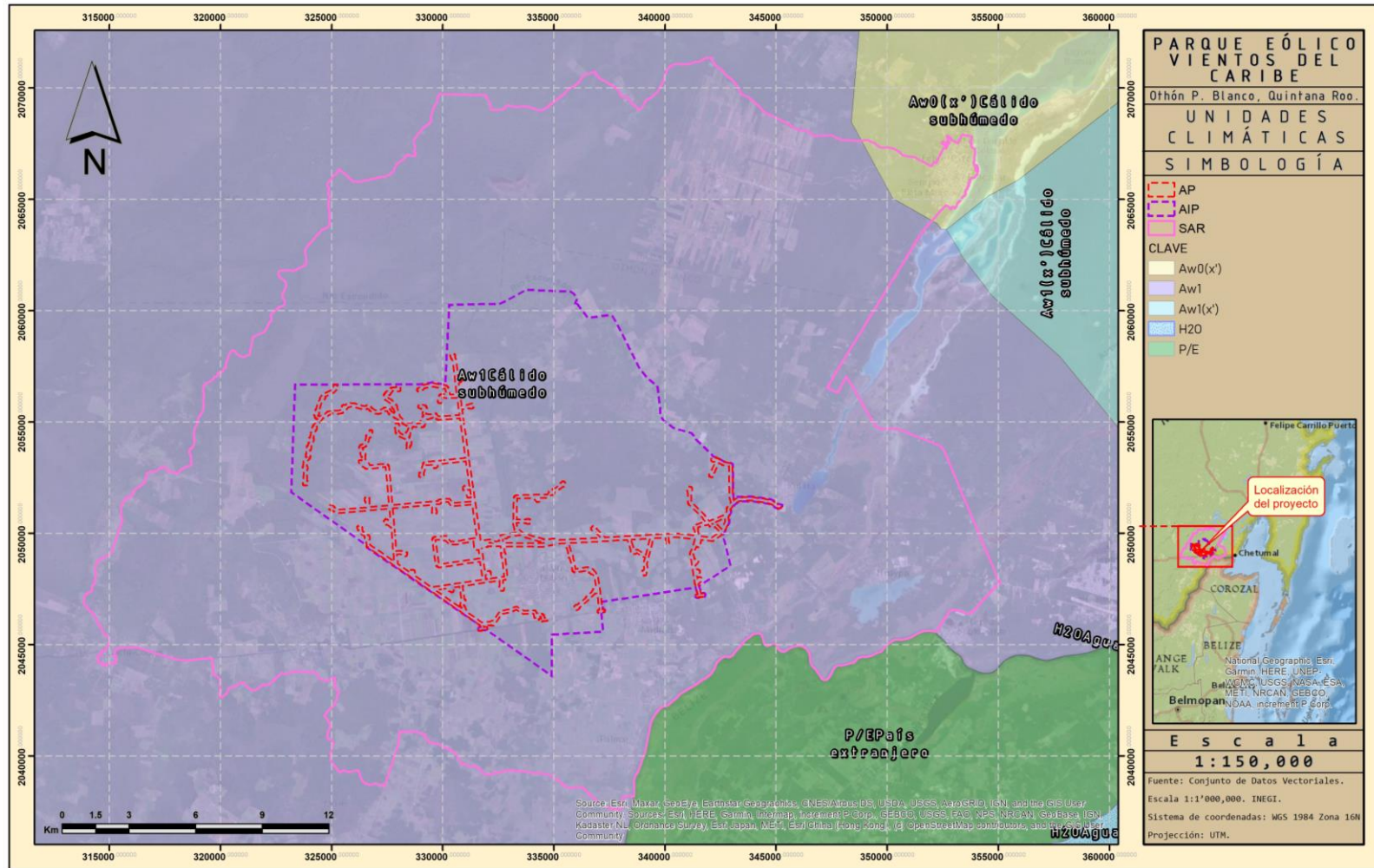
- **Aw0 (x')**
- **Aw1**

Mientras que, en el AIP y AP, el único tipo de clima presente es el Aw1.

Donde, según las definiciones del Diccionario de Datos Climáticos de INEGI (INEGI 2001):

- A: Corresponde al cálido (Temperatura media anual mayor de 22°C).
- w(x')**: Corresponde al subhúmedo (Régimen de lluvias en verano y presentan sequía en invierno).
- 0: Corresponde al menos húmedo (Cociente de precipitación entre temperatura menor de 43.2).
- 1: Corresponde al de humedad media (Cociente de precipitación entre temperatura entre 43.2 y 55).
- w: Corresponde a régimen de lluvias de verano (Cuando el mes de máxima precipitación se presenta dentro del periodo de mayo a octubre y este mes recibe por lo menos 10 veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año).
- (x')**: Porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 en tipo subhúmedo.

Figura 6: Tipos de clima en el área de estudio



4.2.1.2 Temperatura

La temperatura media normal más baja se presenta en el mes de enero con 23.7°C y la más alta en el mes de julio con 27°C. La temperatura media normal anual registrada es de 25.6°C.

Según las Isotermas medias anuales, **escala 1:1'000,000 de CONABIO**, los rangos de temperatura presentes en el área de estudio oscilan entre los 24 y los 26°C.

Tabla 1. Temperatura **Media Mensual registrada por la estación "Sergio Butron Casas" (14147) de CONAGUA.**

TEMPERATURA Media Mensual °C.													
Estación	Meses												
Sergio Butron Casas (14147)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	23.7	24	24.7	25.9	26.6	26.9	27	26.9	26.7	26	25	24	25.6
Coordenadas de Localización: Latitud: 18°30'36" N. Longitud: 088°34'07" W. Altitud: 32 msnm.													
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Temperatura Media en °C													

Figura 7: Gráfico, Temperatura Media Mensual registrada por la estación "Sergio Butron Casas" (14147) de CONAGUA

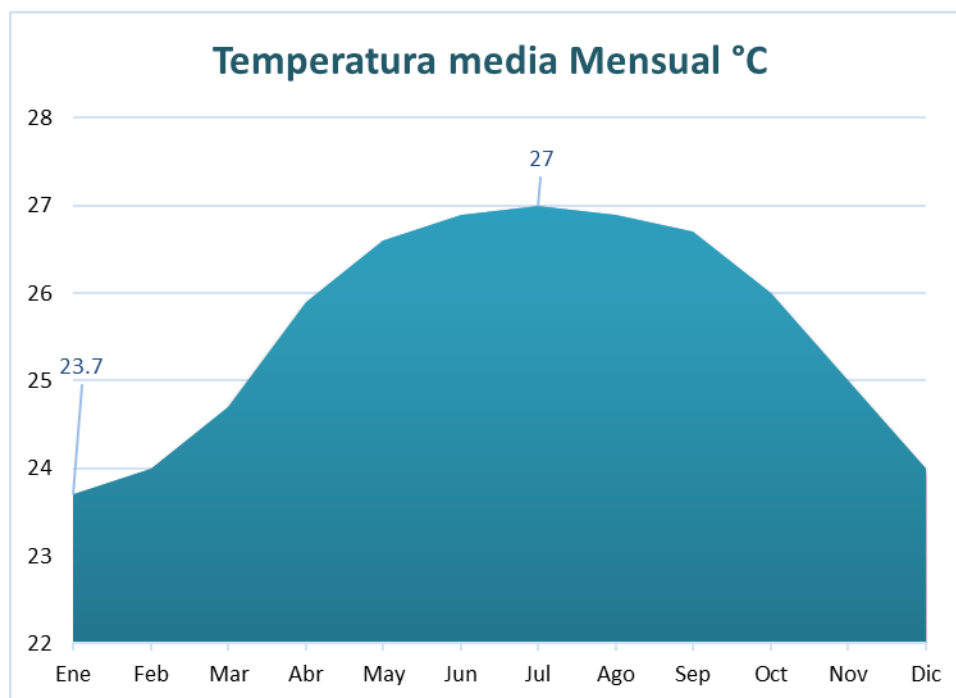
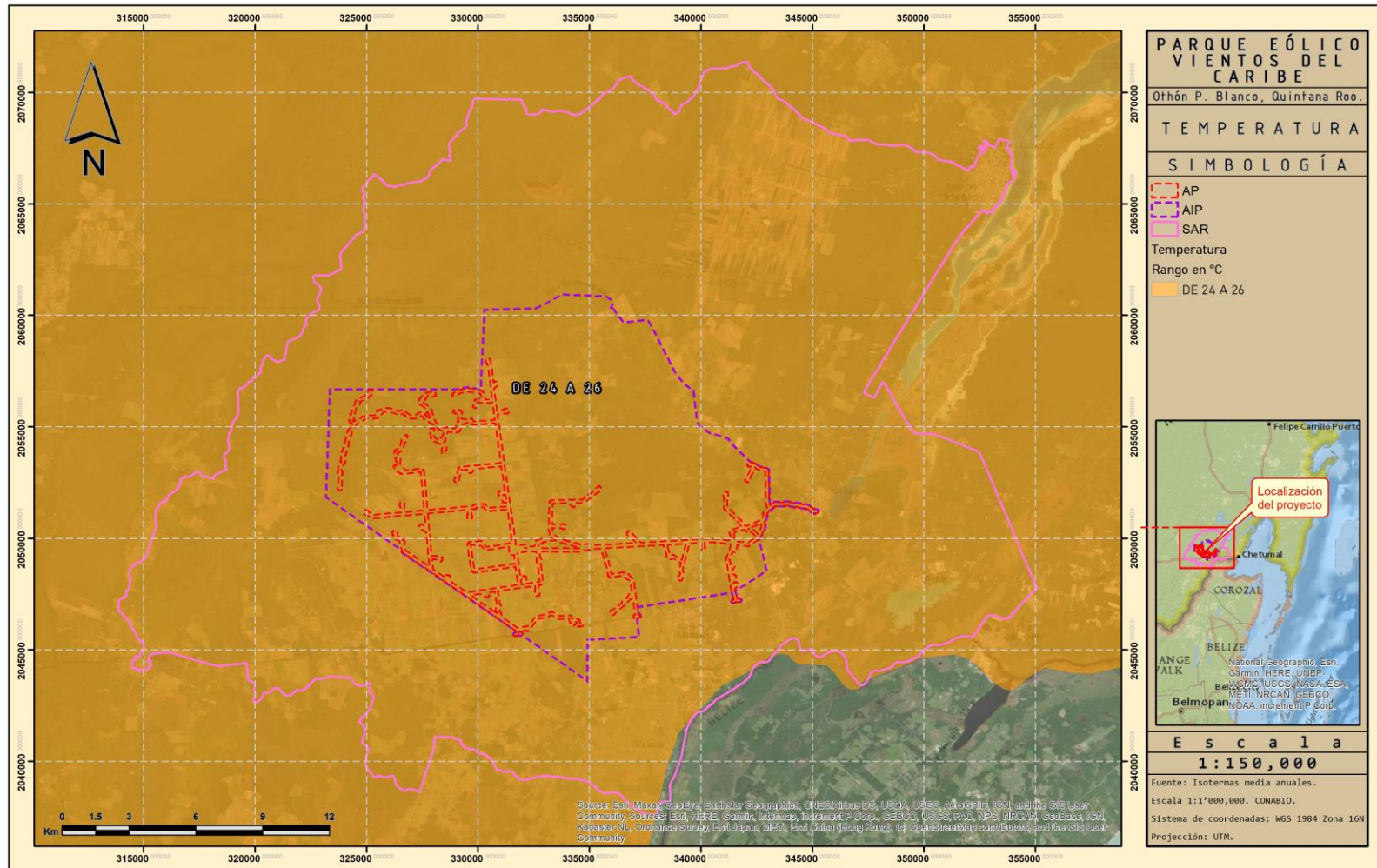


Figura 8: Rango de temperaturas (°C) en el área de estudio



4.2.1.2.1 Temperaturas extremas

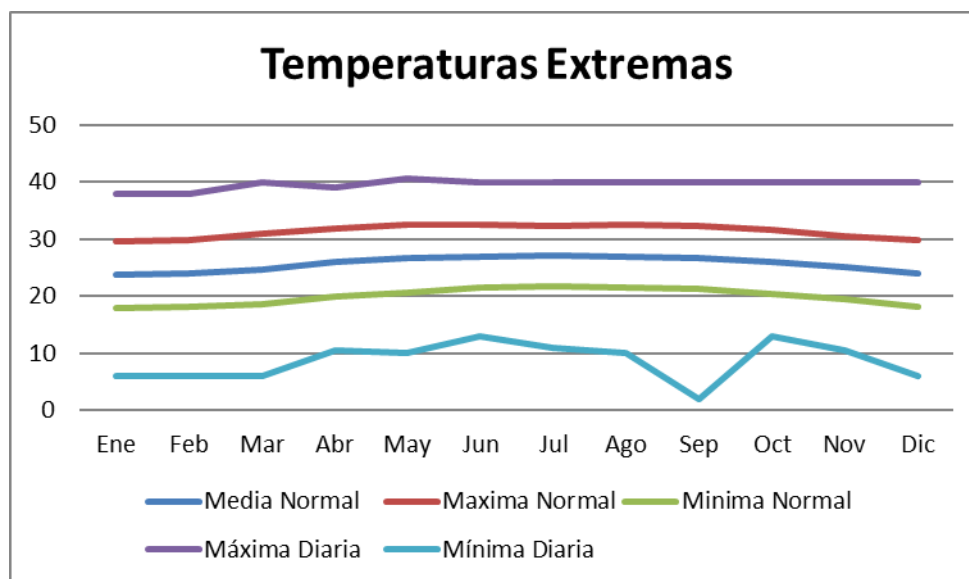
La temperatura máxima normal anual registrada es de 34.1°C; la máxima diaria más alta se registra durante el mes de mayo, con 43.5°C.

La temperatura mínima normal anual registrada es de 18.4°C y la mínima diaria más baja se registra durante el mes de octubre, con 2°C.

Tabla 2: Temperaturas Extremas registradas por la estación “Sergio Butron Casas” (14147) de CONAGUA

Temperaturas Extremas °C.													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Media Normal	23.7	24	24.7	25.9	26.6	26.9	27	26.9	26.7	26	25	24	25.6
Máxima Normal	29.5	29.8	31.0	31.9	32.6	32.4	32.3	32.5	32.2	31.6	30.5	29.8	31.3
Mínima Normal	17.8	18.1	18.5	19.8	20.5	21.4	21.7	21.4	21.3	20.3	19.4	18.1	19.9
Máxima Diaria	38.0	38.0	40.0	39.0	40.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
Mínima Diaria	6.0	6.0	6.0	10.4	10.0	13.0	11.0	10.0	2.0	13.0	10.5	6.0	
Coordenadas de Localización:			Latitud: 18°30'36" N. Longitud: 088°34'07" W. Altitud: 32 msnm										
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Temperatura Media en °C													

Figura 9: Rangos de temperaturas Extremas registradas por la estación “Sergio Butrón Casas” (14147) de CONAGUA



4.2.1.3 Precipitación

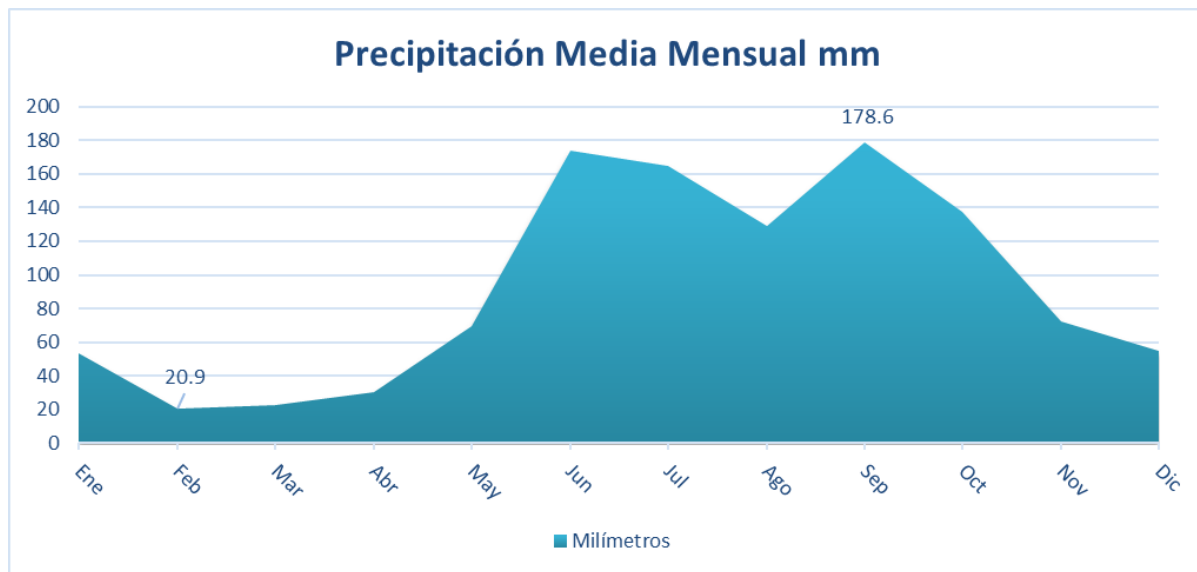
En el área de estudio, la temporada de lluvias se presenta dentro del periodo de mayo a octubre (régimen de lluvias de verano). El mes de septiembre presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un registro de 178.6 mm. Por el contrario, el mes más seco es febrero, con un valor promedio de 20.9 mm. Así mismo la precipitación normal anual en esta zona es de 1,108 mm.

La precipitación en la zona de estudio va de los 1,200 a los 1,500 mm, según los datos de **Precipitación total anual, escala 1:1'000,000 de CONABIO.**

Tabla 3: Precipitación media

Precipitación Media (mm)													
Estación	Meses												
Sergio Butron Casas (14147)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	53.5	20.9	22.9	30.4	69.5	173.5	165	129.0	178.6	137.7	72.2	54.8	1,108.00
Coordenadas de Localización: Latitud: 18°30'36" N. Longitud: 088°34'07" W. Altitud: 32 msnm.													
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Precipitación media en mm													

Figura 10: Grafico de precipitación media



El mes en el que se reporta la precipitación máxima mensual más alta es septiembre con 535.9 mm; en cambio, es durante el mes de junio que se registra la precipitación máxima diaria más alta con 280 mm.

Tabla 4: Precipitación normal, máxima mensual y máxima diaria

Precipitación Normal y Máximas (mm)													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	53.5	20.9	22.9	30.4	69.5	173.5	165	129	178.6	137.7	72.2	54.8	1,108
Máxima Mensual	224.0	106.0	149.0	169.9	306.5	506.9	492.5	343.6	535.9	374.5	273.0	261.7	
Máxima Diaria	100.0	50.5	49.0	140.8	65.0	280.0	142.5	190.0	120.5	218.0	58.0	80.0	
<i>Coordenadas de localización: Latitud: 18°30'36" N. Longitud: 088°34'07" W. Altitud: 32 msnm..</i>													
<i>Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Precipitación en mm</i>													

4.2.1.3.1 Evaporación

Los valores de evaporación para el área de estudio se calcularon mediante el método de Turc (1961), utilizando los datos climatológicos y de radiación solar proporcionados por la **estación “Sergio Butron Casas” (14147)** de CONAGUA y por la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) respectivamente.

Cálculo de la E.T.P. Evapotranspiración potencial mensual (mm)

$$ETP_{TURC} = f_i - [tm_i / (tm_i + 15)] * [R_i + 50] * C_i$$

Donde:

- f_i = Factor de corrección mensual: 0.37 para febrero; 0.4 para el resto de los meses.
- tm_i = Temperatura media mensual (C°).
- R_i = Radiación solar global media en el suelo (MJ/m-2/día-1), calculada por medio de la expresión:

$$R_i = R_A (0.18 + 0.62 * (n_i / N_i))$$

Donde:

- R_A = Radiación solar extraterrestre (MJ/m-2/día-1)
- n_i = Horas de insolación reales (h/día)
- N_i = Horas de insolación máxima (h/día)

Tabla 5: Radiación Solar global media

Ri (Radiación global incidente) cal/cm2/día Ri= Rtt ((0.18 + 0.62) * (n/N))												
	Ene	Feb	Maz	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Rtt	27.8	31.7	35.4	38.1	39	39.1	38.9	38.3	36.4	33	29.1	26.90
n	16.37	18.35	19.35	19.43	16.44	12.91	14.5	15.66	14.67	15.41	17.41	16.92
N	11.2	11.5	12	12.5	13	13.2	13.1	12.8	12.3	11.8	11.3	11.10
Ri	30.20	37.07	41.76	43.58	37.60	30.75	33.70	35.95	33.47	32.66	33.04	30.26

C_i = Factor de corrección para zonas áridas, en función de la humedad relativa del mes:

$$C_i = 1; \text{ si } HR > 50\%$$

$$C_i = 1 + [(50 - HR) / 70]$$

Tabla 6: Factor de corrección para zonas áridas

Factor de corrección para zonas áridas												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Humedad relativa	78.75	72.29	64.89	63.79	68.08	81.91	83.82	84.84	89.38	90.08	87.46	83.23
Ci	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Sustituyendo los datos en el cálculo para la ETP:

Tabla 7: Evapotranspiración mensual Turc (1961)

Evapotranspiración Mensual TURC													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
fi	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
tm(°C)	23.7	24.0	24.7	25.9	26.6	26.9	27.0	26.9	26.7	26.0	25.0	24.0	
Ri	30.20	37.07	41.76	43.58	37.60	30.75	33.70	35.95	33.47	32.66	33.04	30.26	
Ci	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Anual
ETP (mm/mes)	19.645	19.824	22.837	23.703	22.405	20.736	21.522	22.071	21.378	20.967	20.759	19.757	255.605

Por lo que, en el área de estudio, la evapotranspiración anual alcanza los 255.605 mm, lo que representa el 23.07 % de la precipitación total anual de 1,108 mm.

Tabla 8: Valores de Radiación Solar Extraterrestre¹

TABLA: RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE												
Lat °	HEMISFERIO NORTE Ra en MJ · m ⁻² · día ⁻¹											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Norte												
0.0	36.1	37.6	38.0	36.8	34.8	33.4	33.8	35.5	37.1	37.4	36.5	35.7
2.0	35.3	37.1	37.9	37.1	35.4	34.2	34.5	36.0	37.2	37.1	35.8	34.8
4.0	34.5	36.6	37.7	37.4	36.0	34.9	35.2	36.4	37.3	36.8	35.1	33.9
6.0	33.6	36.0	37.5	37.6	36.6	35.6	35.8	36.8	37.3	36.4	34.3	33.0
8.0	32.7	35.4	37.3	37.8	37.1	36.3	36.4	37.2	37.2	35.9	33.5	32.1
10.0	31.8	34.7	37.0	38.0	37.5	36.9	37.0	37.5	37.1	35.4	32.7	31.1
12.0	30.9	34.0	36.7	38.0	38.0	37.5	37.6	37.8	37.0	34.9	31.8	30.1
14.0	29.9	33.3	36.3	38.1	38.4	38.1	38.0	38.0	36.8	34.3	30.9	29.0
16.0	28.9	32.5	35.8	38.1	38.7	38.6	38.5	38.2	36.6	33.7	30.0	27.9
18.0	27.8	31.7	35.4	38.1	39.0	39.1	38.9	38.3	36.4	33.0	29.1	26.9
20.0	26.7	30.8	34.8	38.0	39.3	39.5	39.3	38.4	36.0	32.3	28.1	25.7

Tabla 9: Valores de Hora Sol Máximas²

NÚMERO DE HORAS DE SOL MÁXIMAS												
Tabla: Número de horas de sol máximas (h/día) para el hemisferio Norte (calculadas para el día 15 de cada mes).												
Lat. °	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
N												
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
2	12.0	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.0	12.0
4	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.9
6	11.8	11.9	12.1	12.2	12.4	12.5	12.4	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8
8	11.7	11.9	12.1	12.3	12.5	12.6	12.5	12.4	12.2	12.0	11.8	11.7
10	11.6	11.8	12.1	12.3	12.6	12.7	12.7	12.5	12.2	11.9	11.7	11.5
12	11.5	11.7	12.0	12.4	12.7	12.8	12.8	12.5	12.2	11.9	11.6	11.4
14	11.4	11.7	12.0	12.4	12.8	12.9	12.9	12.6	12.2	11.8	11.5	11.3
16	11.3	11.6	12.0	12.5	12.9	13.1	13.0	12.7	12.2	11.8	11.4	11.2
18	11.2	11.5	12.0	12.5	13.0	13.2	13.1	12.8	12.3	11.8	11.3	11.1
19	11.1	11.5	12.0	12.6	13.0	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.3	11.0
20	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9

¹Universidad Politécnica de Madrid: http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-RADIACION-SOLAR- EXTRATERRESTRE. pdf/view? set_ language=en

² Universidad Politécnica de Madrid: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-3/TABLA-NUMERO-DE-HORAS-DE-SOL-MAXIMAS.pdf>

4.2.1.3.2 Vientos dominantes (dirección y velocidad) en forma mensual

El viento es un elemento climatológico definido como el aire en movimiento y se describe por dos características: 1) la velocidad y 2) la dirección. Debido a esto es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección. Los meteorólogos crearon una gráfica llamada Rosa de los vientos que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento.

La información de cada rosa de viento muestra la: Frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad del viento para una localidad y un periodo de tiempo dado.

La velocidad del viento, según el “POWER Data Access Viewer” v1.1.1 perteneciente a la NASA, se obtuvo ingresando las coordenadas del Proyecto y seleccionando el parámetro de velocidad del viento a 2m del suelo (m/s). Esta herramienta cuenta con datos climatológicos, registrados en un periodo de 30 años (enero 1984 – diciembre 2013).

Tabla 10: Velocidad del viento a 2m del suelo dentro del área de estudio, según los datos registrados para el POWER Data Access Viewer (NASA, 1984-2013)

Velocidad de los vientos (m/s)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0.11	0.11	0.11	0.11	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11

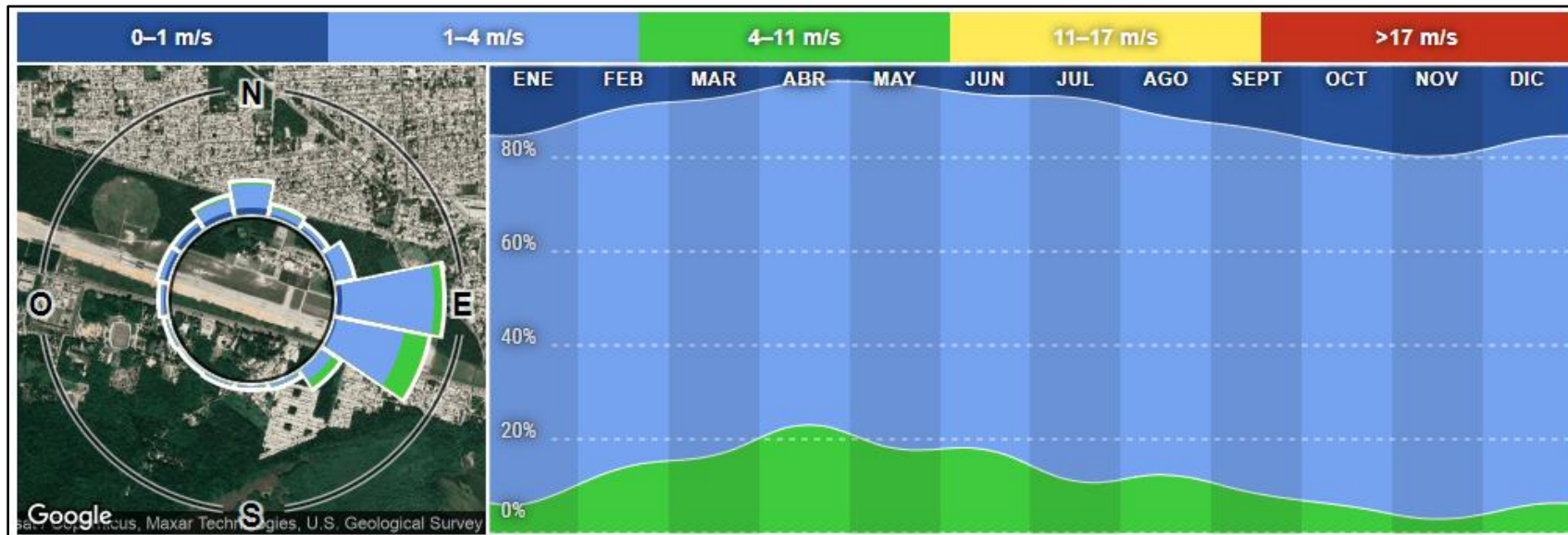
La dirección de los vientos dominante (Este-Sureste, ESE) se obtuvo de la estación meteorológica de WINDFINDER más cercana al AP, siendo esta la denominada “Chetumal Aeropuerto” a una distancia aproximada de 15 kilómetros al este (E) del AP.

Figura 12: Dirección dominante del Viento, estación “Chetumal Aeropuerto” (WINDFINDER)



Esta estación también cuenta un gráfico que indica la dirección de los vientos dominantes (rosa de los vientos), misma que se presenta en la siguiente figura:

Figura 13: Rosa de los vientos, según la estación “Chetumal Aeropuerto” de WINDFINDER



4.2.1.4 Fenómenos climatológicos

4.2.1.4.1 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la ubicación del área de estudio; el riesgo por bajas temperaturas es muy bajo.

4.2.1.4.2 Ciclones (huracanes)

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida.

Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riego en zonas semiáridas (CENAPRED).

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y debido a la localización del área de estudio; el riesgo por ciclones es alto.

Figura 14: Riesgo por Heladas

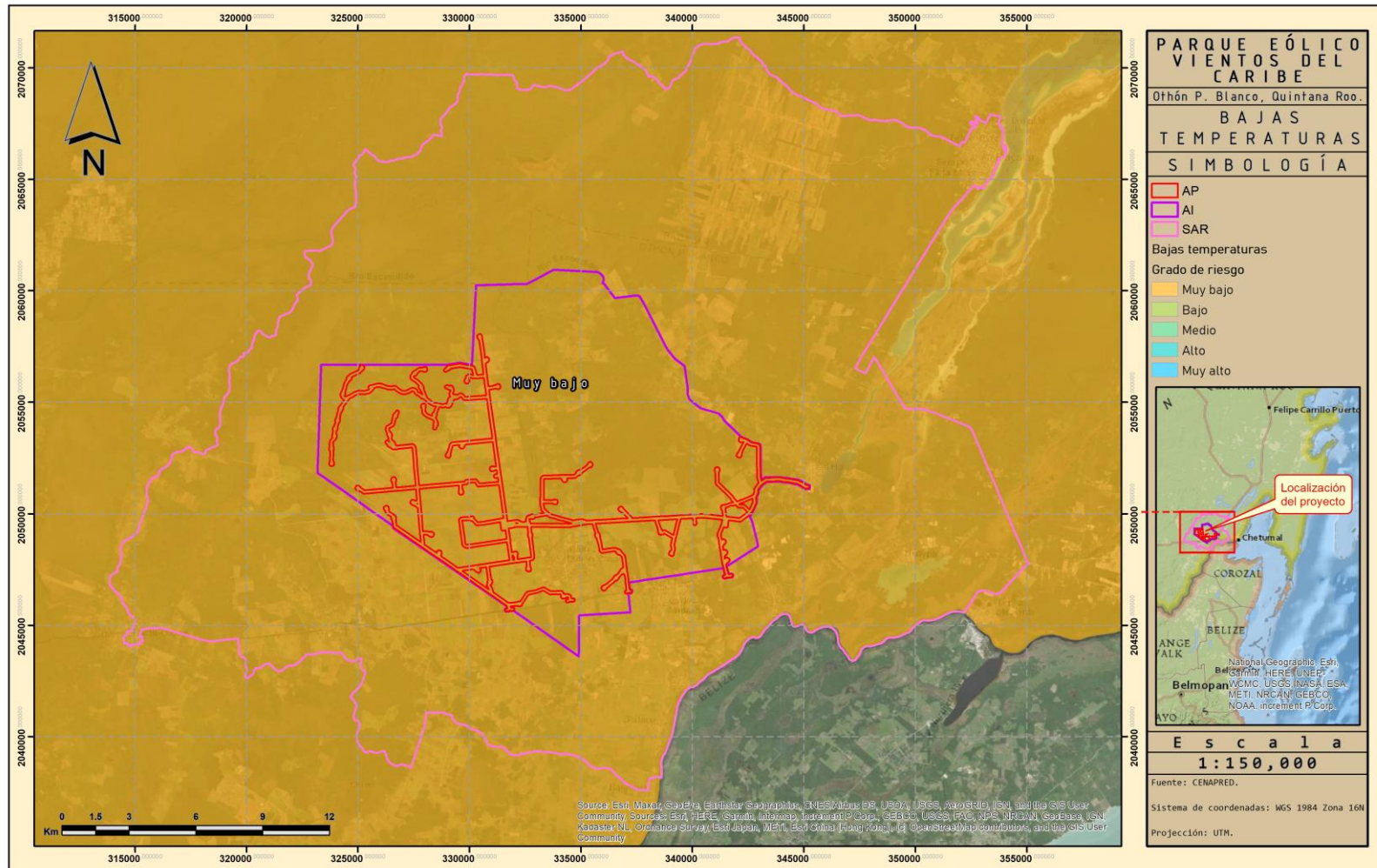
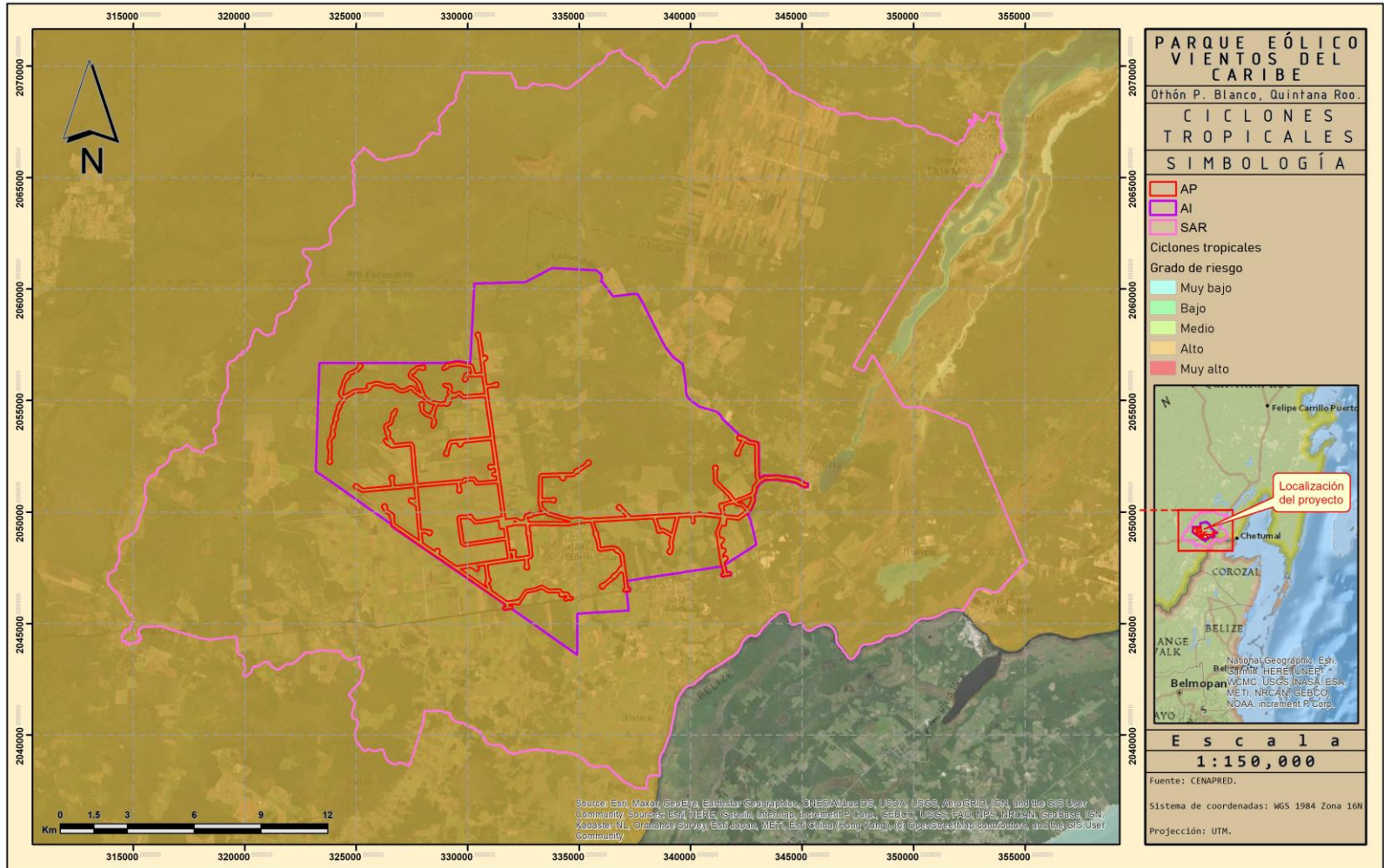


Figura 15: Riesgo por ciclones en el área de estudio



4.2.1.4.3 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por el CENAPRED, el área de estudio se encuentra en una zona sin granizadas.

4.2.1.4.4 Sequías

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como el cambio en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la región. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto de la sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, toda el área de estudio se encuentra en una zona con riesgo por sequía muy bajo.

Figura 16: Riesgo por granizo en el área de estudio

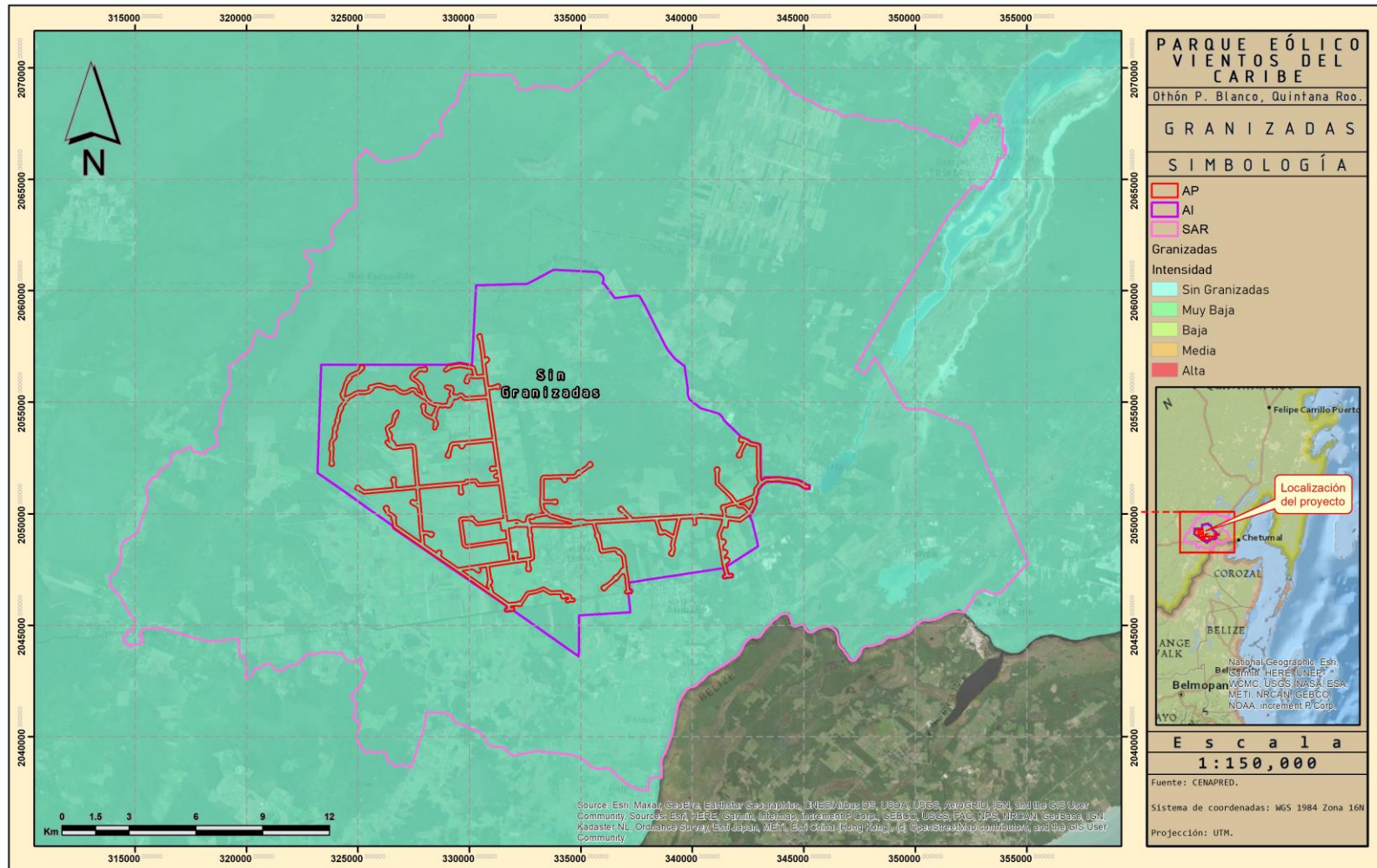
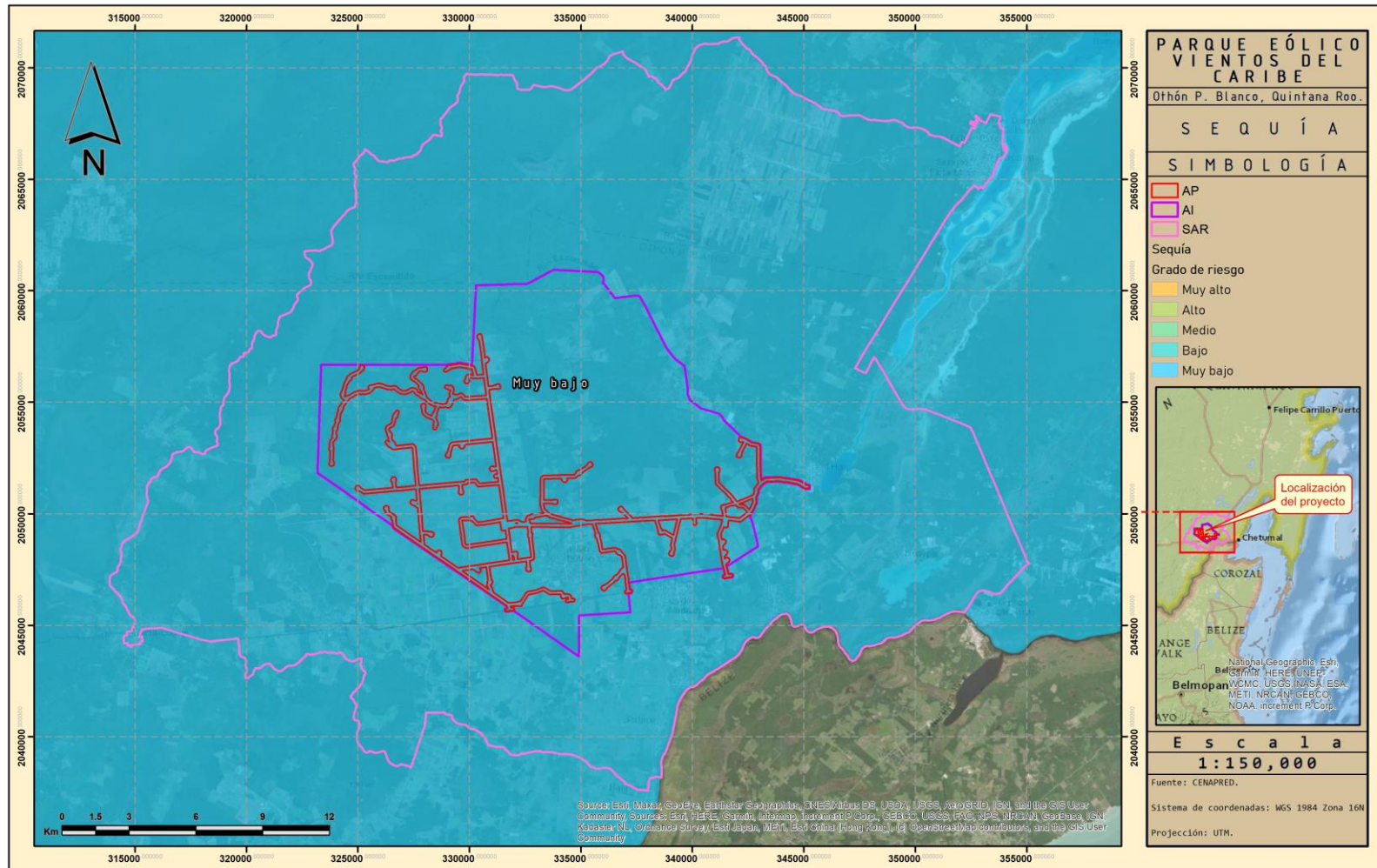


Figura 17: Riesgo por sequía en el área de estudio



4.2.1.4.5 Inundaciones

Acorde con el Glosario Hidrológico Internacional (OMM, 2012) la definición oficial de inundación es: **“Aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”**. En este caso, **“nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños**, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar pérdidas.

CENAPRED en su Atlas Nacional de Riesgo, cataloga el área donde se localizará el Proyecto como una zona con riesgo alto por inundaciones.

4.2.1.4.6 Conclusiones

Los riesgos más altos presentes en el área de estudio son los representados por la posible incidencia de ciclones (alto) e inundaciones (riesgo medio).

Sin embargo, el desarrollo del Proyecto no influirá en la vulnerabilidad del sitio ante estos fenómenos; en el caso de las inundaciones, se han diseñado medidas de mitigación que ayudarán a mantener la capacidad de infiltración del suelo, estas medidas se encuentran descritas en el capítulo 6 del presente documento.

4.2.1.5 Geomorfología

La topografía de la región es muy suave, el suelo es altamente permeable y la existencia de fallas y fracturas en su conjunto, favorecen la infiltración del agua al subsuelo, que aunada a la naturaleza calcárea de las rocas producen el medio kárstico, característico de la región y originan la recarga del acuífero, que es la única fuente de abastecimiento de agua.

Las formas kársticas se producen por disolución del carbonato cálcico de las rocas calizas debido a la acción del agua al infiltrarse y desplazarse a través del subsuelo, que van disolviendo la roca y creando oquedades e incluso cuevas o cavernas, en las que si el techo sufre hundimiento parcial se forman dolinas y si el hundimiento o derrumbe del techo de las cavernas es total, se forman cenotes. Estas geoformas kársticas tienen formas circulares, alargadas e irregulares, y están asociadas al fracturamiento que incrementa la permeabilidad y la capacidad de infiltración, por tanto, el grado de karsticidad.

Otras geoformas características de la región son las lagunas y llanuras de inundación. En la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

4.2.1.5.1 Fisiografía

El área de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica “**Península de Yucatán**”; en **la subprovincia “Costa baja de Quintana Roo**”. En el caso del SAR, una porción del mismo **se encuentra dentro de la subprovincia “Carso y Lomeríos de Campeche”**.

Provincia fisiográfica “**Península de Yucatán**”

La Región fisiográfica “Península de Yucatán”, es una provincia que se encuentra ubicada en el sureste de México. Se encuentra limitada al norte y al este por el golfo de México, al sur por Belice y al oeste por el Golfo de México y la provincia de la llanura costera del golfo sur. Políticamente abarca la totalidad del estado de Yucatán y Quintana Roo y la mayor parte de Campeche.

El terreno de la provincia “Península de Yucatán” es predominantemente plano. Su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años; la parte norte de la península se considera resultado de un periodo más reciente. Existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul.

En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la profusión de cenotes (dolinas) y úvalas que muestran la red de drenaje subterráneo. En la parte sur de Campeche existen algunos ríos como El Palizada, El Candelaria y El Champotón, y en los límites entre Quintana Roo y Belice, el río Hondo.

En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán. Un rasgo topográfico característico de

la Península es la presencia de las denominadas "aguadas", lagunas de aguas someras ordinariamente de pequeño tamaño que se forman a partir de cenotes antiguos que, por erosión, pierden la verticalidad de sus paredes y su fondo se va rellenando por el depósito de arcillas poco permeables, que lo elevan y terminan por colocarlo por encima del nivel de circulación de las aguas subterráneas.

En otros casos, el hundimiento de la bóveda de las cavernas no llega al nivel de circulación de las aguas subterráneas formándose un tipo de dolina (cenote), cuyo fondo se va rellenando de suelo rojizo; estos hundimientos en forma de embudo y sin agua en el fondo reciben el nombre de "joyas" (hoyas).

Subprovincia fisiográfica "Costa Baja de Quintana Roo"

Limita al este con el mar Caribe y al sur con el río Hondo. Destacan en el extremo oriental lagunas costeras que alternan con tres bahías: "Ascensión" al norte, "Espíritu Santo" al este y al sur la bahía de Chetumal. Esta subprovincia la conforman ocho sistemas de topoformas, cinco tipos de llanuras y tres playas o barras, los suelos son poco profundos y mayormente salinos, por lo que no son propios para la agricultura.

Subprovincia fisiográfica "Carso y Lomeríos de Campeche"

Presenta relieve ligeramente ondulado debido a la presencia de lomeríos que alternan con hondonadas o llanuras que lo distinguen de las zonas aledañas, está constituida mayormente por calizas cársticas del Paleoceno y Eoceno. Dentro de esta subprovincia se localiza el rasgo fisiográfico más preponderante de la Península, que corresponde a la Sierrita de Ticul, donde la mayor elevación es de 210 m s.n.m. y se ubica en el cerro Benito Juárez; dentro de esta subprovincia se encuentran 9 sistemas de topoformas, cuatro tipos de lomeríos, cuatro de llanuras y un tipo de sierra.

Figura 19: Provincia fisiográfica donde se ubica el área de estudio

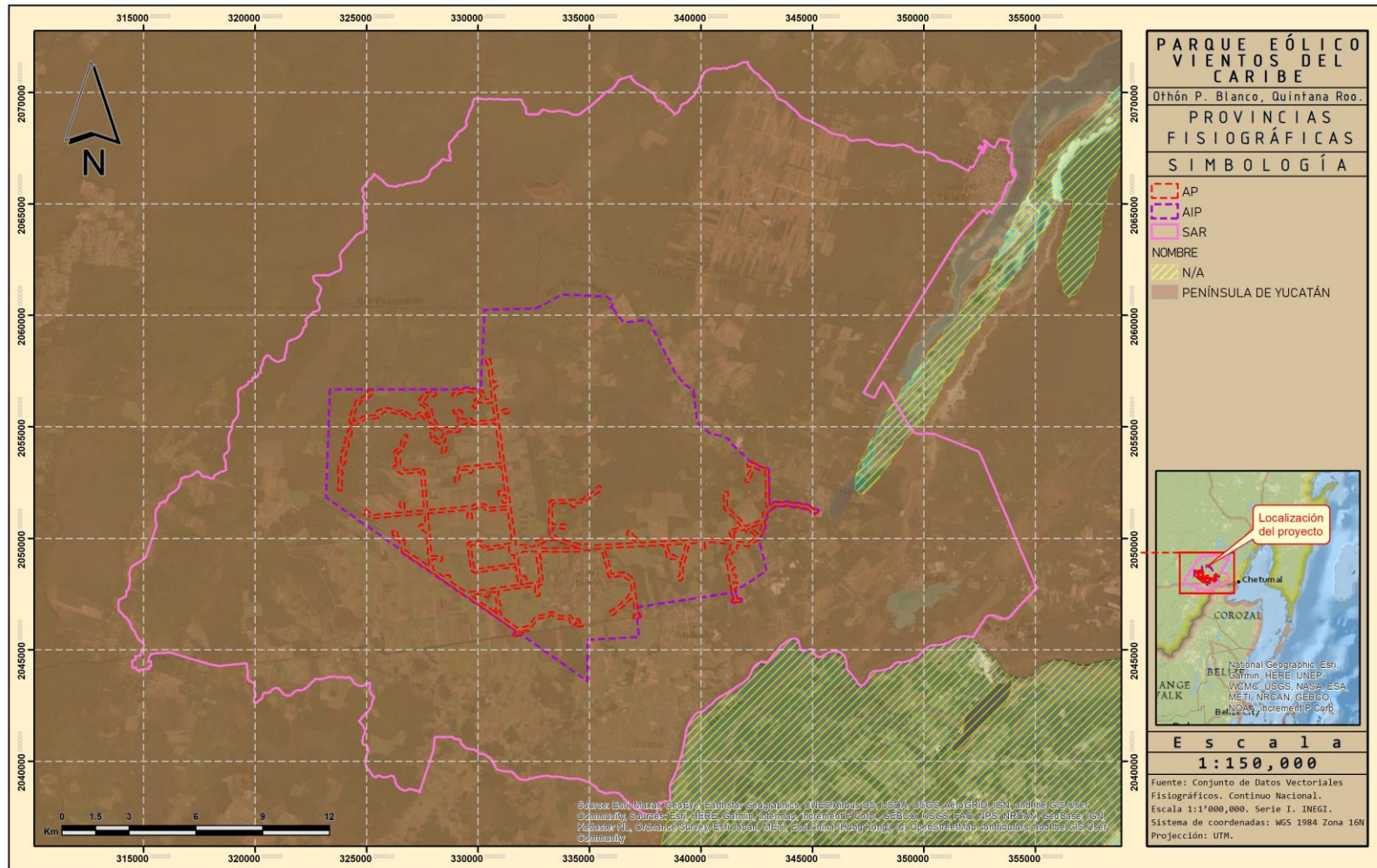
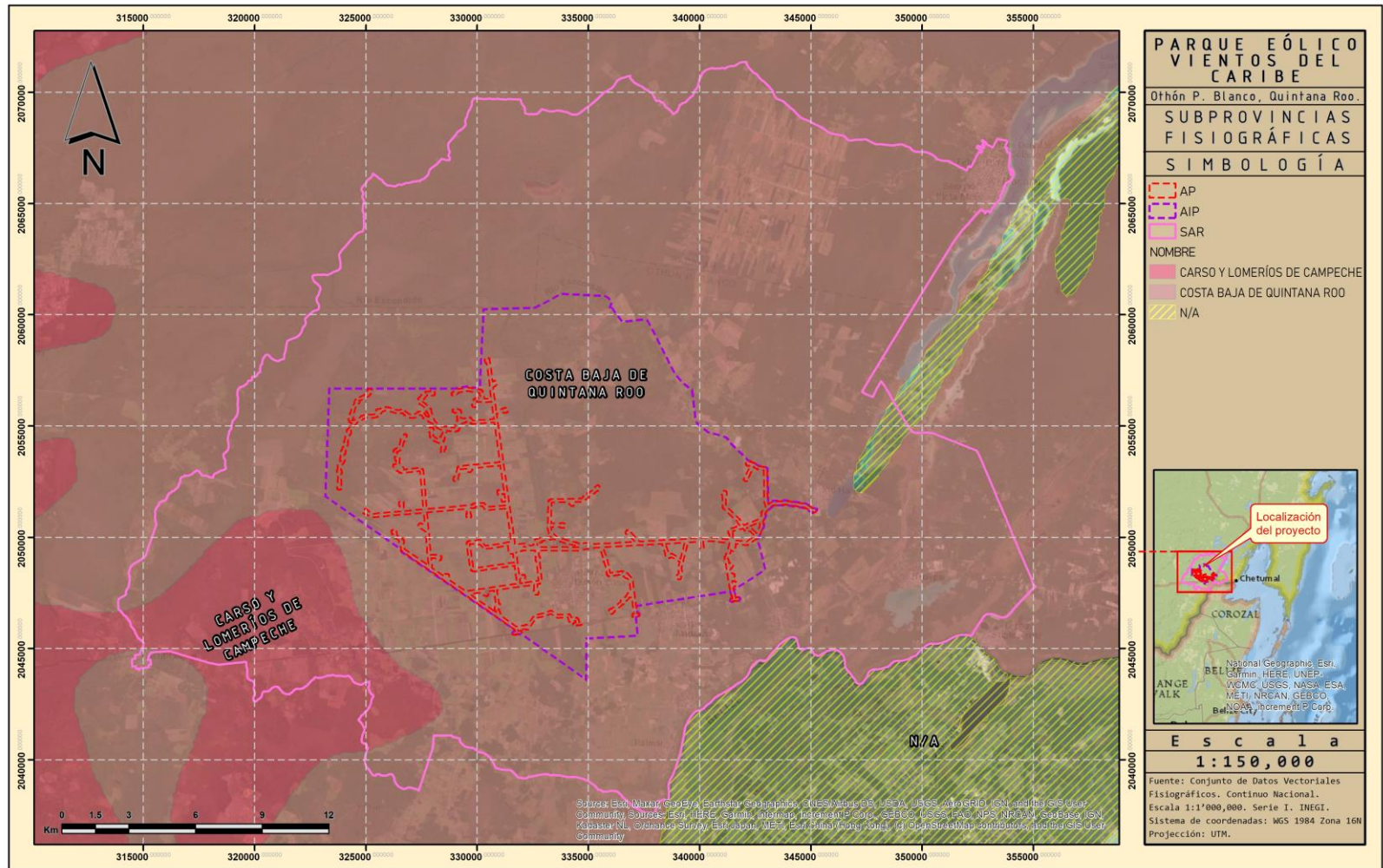


Figura 20: Subprovincias fisiográficas en la zona de estudio



4.2.1.5.2 Geología

La constitución geológica de la superficie es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas calizas y derivadas de éstas, tratándose de un material amorfo, muy deleznable, de color blanco, gris y amarillento, formado por margas calíferas y calizas que contiene también restos de foraminíferos, conchas de moluscos, inclusiones de dolomitas, arcilla y óxidos de hierro de origen marino.

En forma particular, esta área se clasifica como planicie de acumulación que dio origen a una facies lagunar estructural con una costa en equilibrio, excepto en la desembocadura del Río Hondo, en donde se da el retroceso de la línea de costa hacia el continente por sumersión y/o inactividad deltaica. Las manifestaciones cársticas están asociadas al sistema de fallas estructurales, el cual presenta una orientación casi paralela a la línea de la costa.

De igual manera, se realizó un estudio en el que se analizan las muestras de 16 pozos a cielo abierto distribuidos dentro de la superficie de los predios que conforman el AIP; en este estudio se describen las características geológicas de cada muestra.

Los resultados de este estudio detectan la presencia de una capa de tierra vegetal de profundidad variable en cada uno de los pozos, siendo su profundidad mínima de 0.10m y su máxima de 0.55m; esta capa se encuentra sobre distintos tipos de material, reportados en el análisis de cada muestra. **Para mayores detalles ver anexo 4.4.16 “Estudio de Suelo”.**

4.2.1.5.3 Estratigrafía

A continuación, se presenta la descripción de las unidades crono-estratigráficas reportadas en el “Estudio de Información Integrada del acuífero cárstico “Península de Yucatán” (INEGI,2016), zona dentro de la cual se encuentra el área de estudio:

- **Caliza-Yeso Tpal(cz-y).** Data del Paleoceno, 71-59 Millones de años (Ma) (Paleógeno), también conocida como formación Icaiché, es una secuencia constituida por calizas y yesos, los horizontes de arcilla comúnmente contienen concreciones de sílice; cerca de la localidad de Xpujil, Camp. afloran estratos de diferentes espesores, sobre todo de yeso de colores claros con tonalidades verdosas y café con intercalaciones de horizontes de yeso fibroso de color blanco; este tipo de rocas se distribuye en la parte sur de la península, en el cuadrángulo formado por las localidades de Tikinmul y Chan Laguna en Campeche y Naranja Poniente y La Unión en Quintana Roo.
- **Caliza-Marga Te(cz-mg).** Secuencia litológica del Eoceno, 59-37Ma- (Paleógeno), constituida por rocas interestratificadas de capas medianas a gruesas de calizas y margas; esta última es de colores blanco, gris y crema con intercalaciones de arcillas del mismo color, así como calizas gris crema compacta; esta secuencia de unidades litológicas se conoce como formación Chichén Itzá, la cual descansa concordante sobre la Formación Icaiché, esta litología refleja cambio de facies hacia roca carbonatada. Se localiza en la porción centro-este y extremo suroeste de la península; los afloramientos más representativos se encuentran al sur de la Sierrita de Ticul y en la parte este del Valle Yohaltún, donde la orografía es más definida.

- **Caliza-Coquina Te(cz-cq).** Unidad litológica que data del Eoceno, 59-37Ma- (Paleógeno), está representada por rocas carbonatadas de diferente textura y estructuras, son de colores crema y blanco, es clara la exposición de microfósiles, principalmente de pelecípodos y fragmentos coralinos. El afloramiento se reduce a la porción centro-norte, en las inmediaciones de los poblados Holcá y Chumbec, ambas localidades al este de la ciudad de Mérida en Yucatán.
- **Caliza-Dolomía Tm(cz-do).** Rocas del Mioceno, 28-7Ma- (Neógeno) que comprenden una alternancia de calizas y dolomías; esta última es indicativa de cambio de facies durante la formación de la unidad, lo que refleja la evolución de las condiciones climáticas y de sedimentación. Los afloramientos son de color ocre a blanco, en estratos medianos a gruesos, salvo laminaciones de material limo arcilloso; esta unidad litológica se identifica como Formación Estero Franco y descansa concordantemente a la Formación Icaiché; se localiza en una franja que va desde el sur, en la intersección de los ríos Azul y Hondo en la frontera con Belice, hasta el norte, en las cercanías de los poblados San Román y Reforma en el estado de Quintana Roo, lateralmente la franja se extiende desde el poblado de Nicolás Bravo hasta Huay-Pix, Q. Roo, en el oeste.
- **Caliza Tm (cz).** Data del Mioceno 28-7Ma (Neógeno), es un cambio de facies lateral de la unidad Tm (czdo) hacia una carbonatación dominante que dio lugar a la roca caliza, de esa manera son correlacionables en tiempo, a esta unidad se le conoce como formación Bacalar, se ubica en una franja alineada al noreste si se parte desde Chetumal y Xul-Ha hasta el poblado Buena Vista, la Formación Bacalar, en parte, concuerda con la depresión topográfica denominada Bacalar.
- **Caliza-Coquina Tmpl (cz-cq).** Unidad del Mioceno 28-4Ma- (Neógeno) formada por roca caliza con variantes de brecha calcárea, como se aprecia en el cenote Chemuyil; se tienen variaciones en sus texturas, con la que se identifican boundstone, packstone, grainstone y wackestone, como puede apreciarse en las cercanías de la localidad de Tecoh, Yuc.; todo el conjunto constituye la Formación Carrillo Puerto, que sobreyace a la formación Chichén Itzá de manera discordante, es la unidad litológica más extensa, se distribuye de forma dominante en la porción noroeste, norte, noreste y oriente del acuífero. Esta formación litológica en ocasiones presenta alteraciones de coloración, generalmente de rojizas a crema, como las presentes en las cercanías de localidad Trapiche en el estado de Quintana Roo.
- **Qpt? (cq-ar) (Cuaternario).** De 4–0.126Ma, la unidad está conformada por depósitos indiferenciados asignados tentativamente al Pleistoceno por su relación estratigráfica con la unidad pliocénica Tmpl (cz-cq); la litología está constituida por coquina y arenisca, esta última mal consolidada y de madurez textural de media a baja, los componentes clásticos son de calcita; la arenisca presenta lentes irregulares de conchas dispuestas de forma caótica, con poca cohesión, cuando la arenisca se erosiona tiende a derrumbarse. La unidad es de escasa extensión, se extiende en una franja paralela a la Laguna Ría Lagartos, en las inmediaciones de la localidad San Felipe, Yuc., en la parte norte de la península.

- **Qpt? (ar).** Unidad litológica que al igual que la anterior, se asigna tentativamente al Pleistoceno, es poco consolidada y está constituida por arenisca cuyos componentes son bioclastos donde predominan restos de pelecípodos y gasterópodos, esta arenisca al erosionarse forma arenas blancas, poco densas y vulnerables a la erosión eólica. La unidad es poco extensa, se presenta en la zona costera en el extremo noreste del acuífero cárstico, desde el poblado Alfredo V. Bonfil hasta Nicté-Ha, Quintana Roo.
- **Qpt? (cq-cz).** Unidad del Pleistoceno formada por caliza y coquina, predomina el conglomerado y la brecha sedimentaria, salvo la madurez textural inherente a cada una, los componentes clásticos son por igual, clastos de caliza, coquina, arenisca, sílice, formaciones irregulares de lentes de conchas. Tanto el conglomerado como la brecha están cementados con arenas finas formadas por bioclastos y calcita. La unidad es muy restringida en cuanto a su extensión, se presenta al sur del poblado de Xkeulil y La Joya, en una franja paralela a la costa y con vecindad al mar en el estado de Campeche.
- **Arenisca-Caliza Qpt (ar-cz).** Secuencia litológica del Pleistoceno, ya en el Cuaternario, es la unidad consolidada más reciente, formada por arenisca oolítica bien cementada, en tanto los materiales carbonatados son representados por texturas tipo grainstone y boundstone, el afloramiento se distribuye en una franja paralela a la costa en la porción oriente, al norte del poblado de Mahahual en Quintana Roo.
- **Lagunar Qho (la).** Unidad del Holoceno, 0.126 a 0.01 Ma antes del presente, está formada por arenas de grano fino a mediano, limo, arcilla, arcillas calcáreas y carbonatadas mezcladas con materia orgánica, la de origen vegetal es de ambiente lagunar, en tanto los que contienen fragmentos de bioclastos carbonatados son de ambiente de tipo evaporítico, los afloramientos se localizan en concordancia a las estructuras orientadas noreste-suroeste en la porción sureste de la Península de Yucatán, afloramientos dispersos se encuentran cerca del Lago Ik, en los alrededores del Valle Chunchintok y en la franja costera de toda la península, excepto una porción entre Puerto Morelos y Ciudad Chemuyil en Quintana Roo.
- **Litoral Qho (li).** Unidad litológica formada a lo largo de la línea de costa con influencia de condiciones eólicas, está conformada principalmente por bioclastos con variedad de organismos, aunque sobresalen los de coral, equinodermos, esponjas, gasterópodos, ostrácodos, huesos y peces.
- **Aluvión Qho (al).** Consiste de material clástico no consolidado formado por materiales arcillosos y limosos, arenas finas y escasos elementos gruesos como gravas y boleos, se extiende en las zonas sujetas a inundación, son valles producto de depresiones. Esta unidad generalmente circunda los depósitos lacustres, se distribuye en la parte sur-sureste de la península hacia la zona suroeste de la Laguna Bacalar, los afloramientos típicos se presentan en los valles de Edzná y Yohaltún en el estado de Campeche, igualmente en los valles estrechos del extremo suroeste.

A continuación, se presenta la distribución porcentual de las unidades cronoestratigráficas correspondientes a la zona:

Distribución porcentual de las unidades cronoestratigráficas							Cuadro 2.1	
Era	Periodo	Sistema	Época	Litología	Clave	Porcentaje		
Cenozoico	Terciario	Paleógeno	Paleoceno	Caliza-Yeso	Tpa(cz-y)	21.64		
			Eoceno	Caliza-Marga	Te(cz-mg)	20.32		
			Oligoceno	Caliza-Coquina	To(cz-cq)	0.38		
		Neógeno	Mioceno	Caliza-Dolomía	Tm(cz-do)	1.43		
				Caliza	Tm(cz)	0.38		
			Plioceno	Caliza-Coquina	Tmpl(cz-cq)	41.98		
				Coquina-Arenisca	Qpt(cq-ar)	0.05		
	Cuaternario				Arenisca	Qpt(ar)	0.24	
					Caliza-Coquina	Qpt(cq-cz)	0.02	
				Pleistoceno		Arenisca-Caliza	Qpt(ar-cz)	0.13
						Lagunar	Qho(la)	6.28
						Litoral	Qho(li)	0.26
						Aluvial	Qho(al)	6.4
No Aplica						0.49		

Fuente: SGM-INEGI. Cartografía Geología de la República Mexicana, escala 1:250 000.

Tomado del "Estudio de Información Integrada del acuífero cárstico "Península de Yucatán", INEGI,2016

En el estudio geológico elaborado dentro del AIP se analizan las muestras de 16 pozos a cielo abierto distribuidos dentro del mismo, en este estudio se describen los estratos de las 16 muestras. Los detalles de cada muestra de encuentran en el documento anexo 4.4.16 “**Estudio de Suelo**”.

4.2.1.6 Topoformas

Los sistemas de topoformas presentes en el área de estudio, de acuerdo al conjunto de datos vectoriales fisiográficos, Continuo Nacional, escala 1:1'000,000, serie I de INEGI (2001), es el siguiente:

SAR

- **Llanura rocosa de piso rocoso o cementado e inundable.**
- **Lomerío bajo con llanuras.**

AIP y AP

- **Llanura rocosa de piso rocoso o cementado e inundable.**

Figura 21: Geología

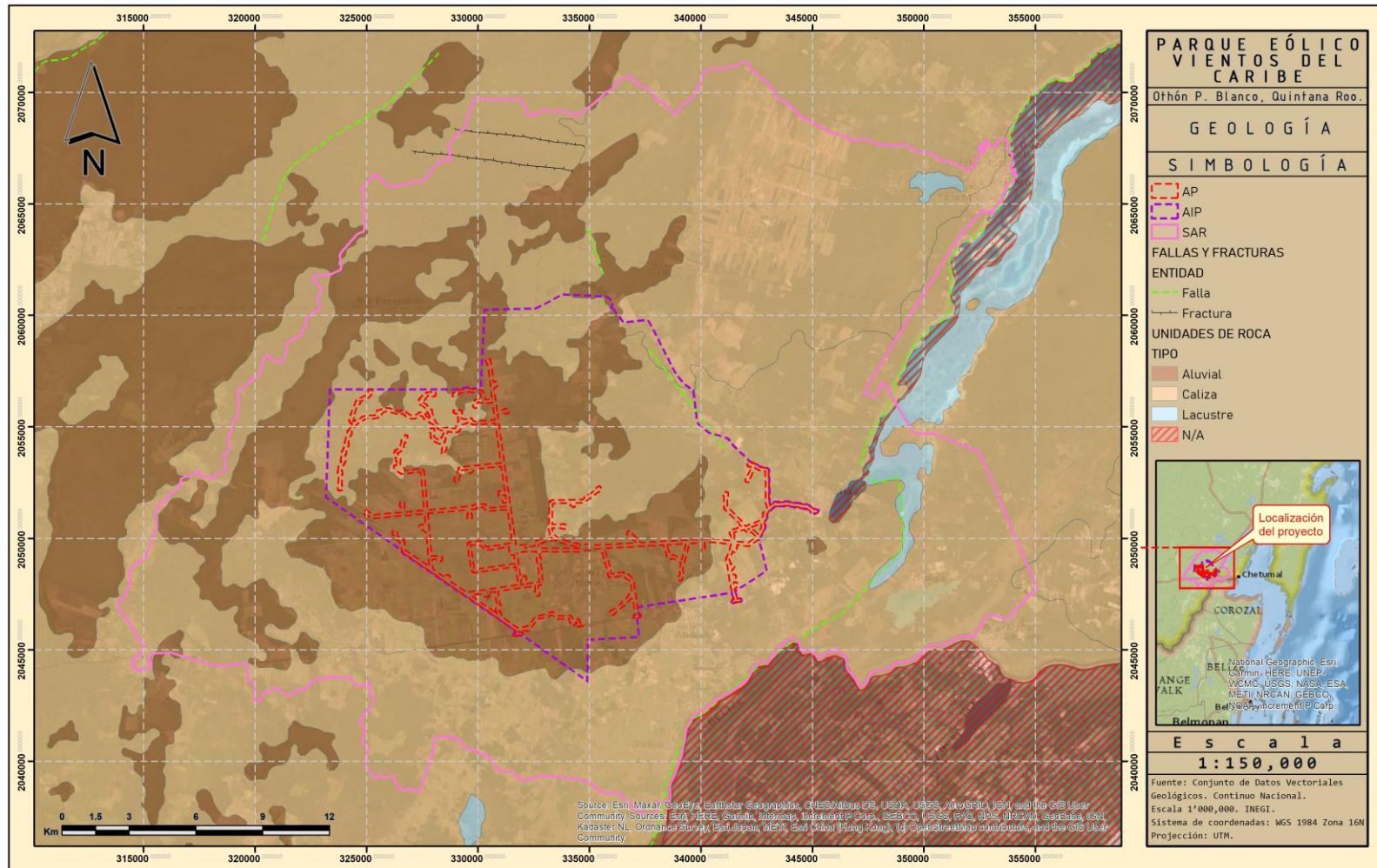
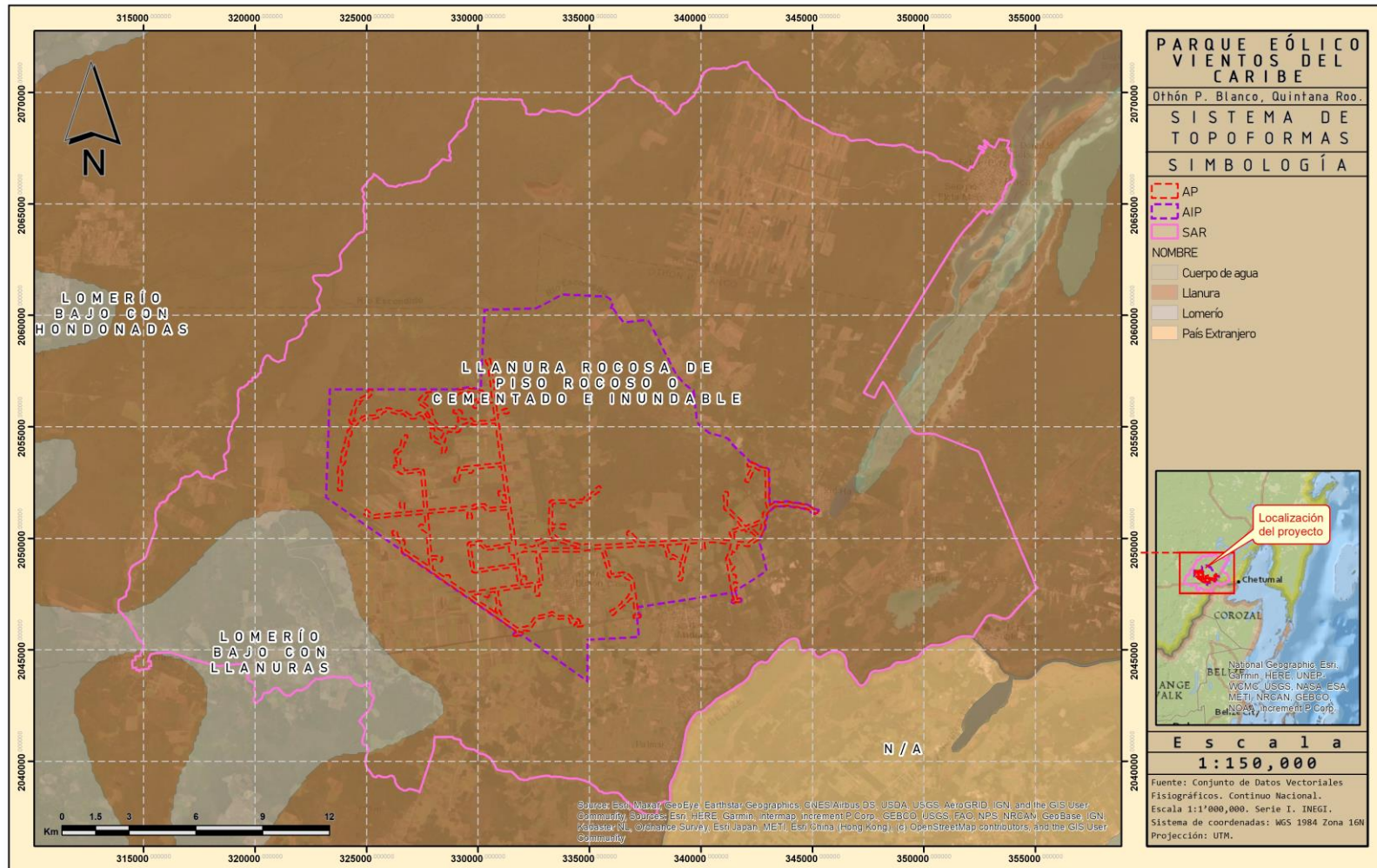


Figura 22: Sistema de Topoformas



4.2.1.7 Pendiente y relieve

Para la estimación de la pendiente media, se utilizaron los datos del Sistema de Información Geográfica; mediante la división de la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Se calculó la pendiente para el SAR, AIP y AP; mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Hf - Hi}{L} \times 100$$

Donde:

- S = Pendiente media predominante del terreno (%)
- Hf = Altura más alta del terreno (m)
- Hi = Altura más baja del terreno (m)
- L = Longitud del terreno (m)

Sistema Ambiental Regional:

$$s = \frac{115 - 4}{27,658} \times 100$$

S = 0.40%

Área de Influencia del Proyecto

$$s = \frac{115 - 27}{17,082} \times 100$$

S = 0.52%

Área del Proyecto:

$$s = \frac{37 - 30}{1,296} \times 100$$

S = 0.54%

Área de CUS:

$$s = \frac{102 - 75}{1,515} \times 100$$

S = 1.78%

Las pendientes medias del SAR, AIP, AP y área de CUS se registran en porcentajes, dando como resultado 0.40% para el SAR, 0.52% para el AIP, 0.54% para el AP y 1.78% para el área de CUS, resultados que de acuerdo a la siguiente tabla se clasifican como pendientes planas (tabla 11).

Tabla 11: Valores y equivalencias de la Pendiente Media

Pendiente (%)	Clasificación
0 – 10	Plano
11 – 20	Pendiente suave
21 – 30	Pendiente moderada
31 – 40	Pendiente fuerte
41 – 50	Pendiente muy fuerte
51 – 60	Escarpada
61 – 70	Escarpada
71 – 80	Escarpada
81 – 90	Escarpada
91 – 100	Escarpada

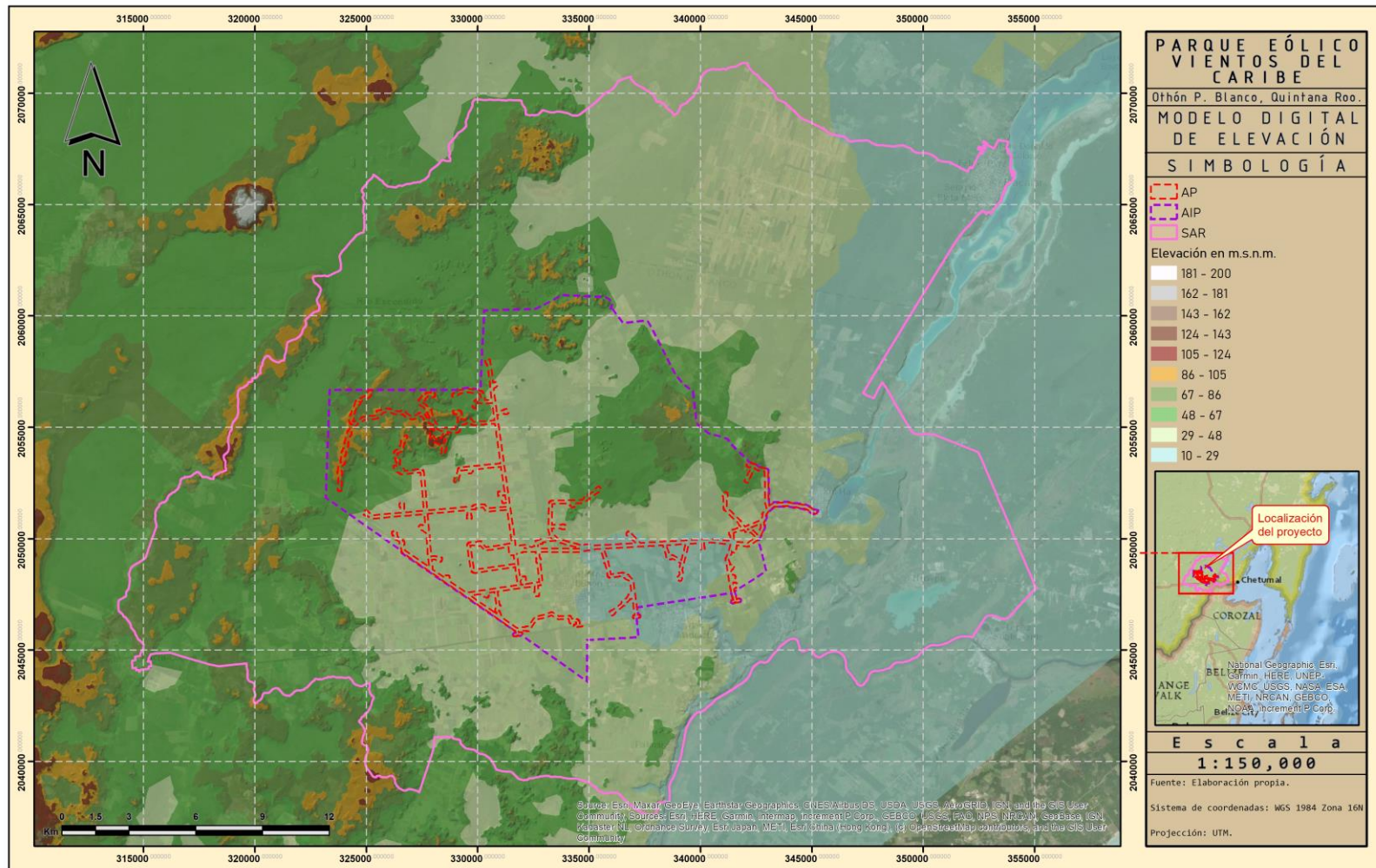
4.2.1.8 Presencia de fallas y fracturas

Existen tres fallas dentro del área de estudio, dos de ellas se encuentran en la porción centro-norte del SAR y la restante se localiza a lo largo de todo el límite este del mismo. En cuanto a la presencia de fracturas, existen dos de estas, las cuales se ubican en el extremo NNO del SAR. La localización de las fallas y fracturas, respecto al área de estudio, se puede ver en la figura 21 “**Geología**”.

- **Falla**
Traza del plano de ruptura de la roca, a lo largo del cual se produce un desplazamiento relativo entre los bloques que separa.
- **Fractura**
Una grieta o superficie de rotura producida en la roca, no relacionada con un fenómeno de foliación o clivaje en las rocas metamórficas, a lo largo de la cual no ha habido ningún movimiento.

Es importante mencionar que ninguna de estas se encuentra dentro del AP, por lo que no representan un riesgo para el desarrollo del Proyecto. Además, la presencia del mismo no modifica las condiciones geológicas del terreno.

Figura 23: Modelo Digital de Elevación del área de estudio



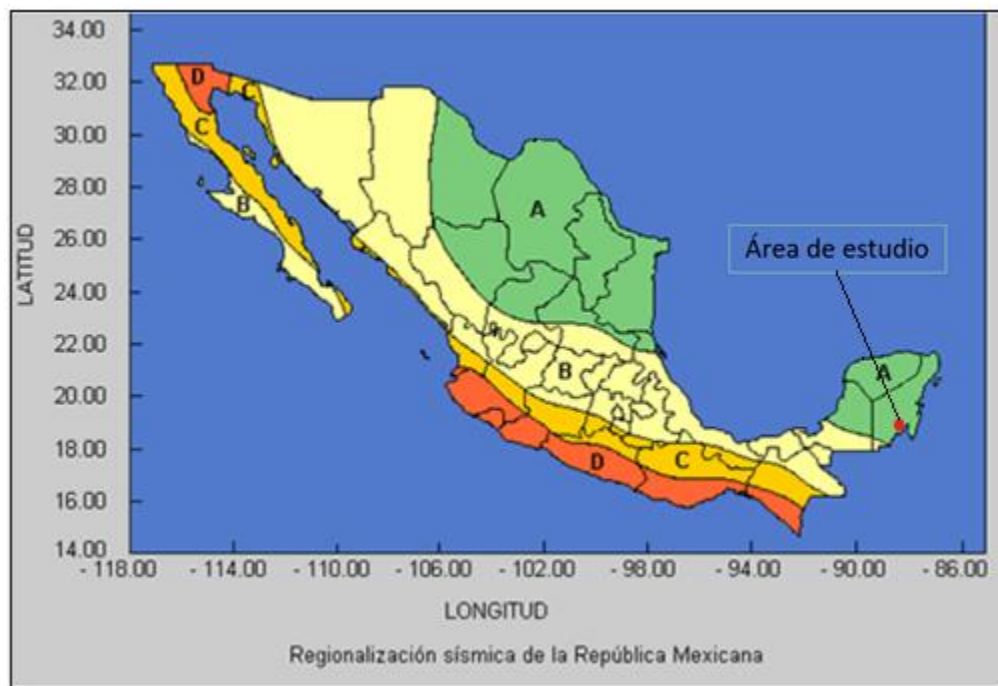
4.2.1.9 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

4.2.1.9.1 Sismos

Fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

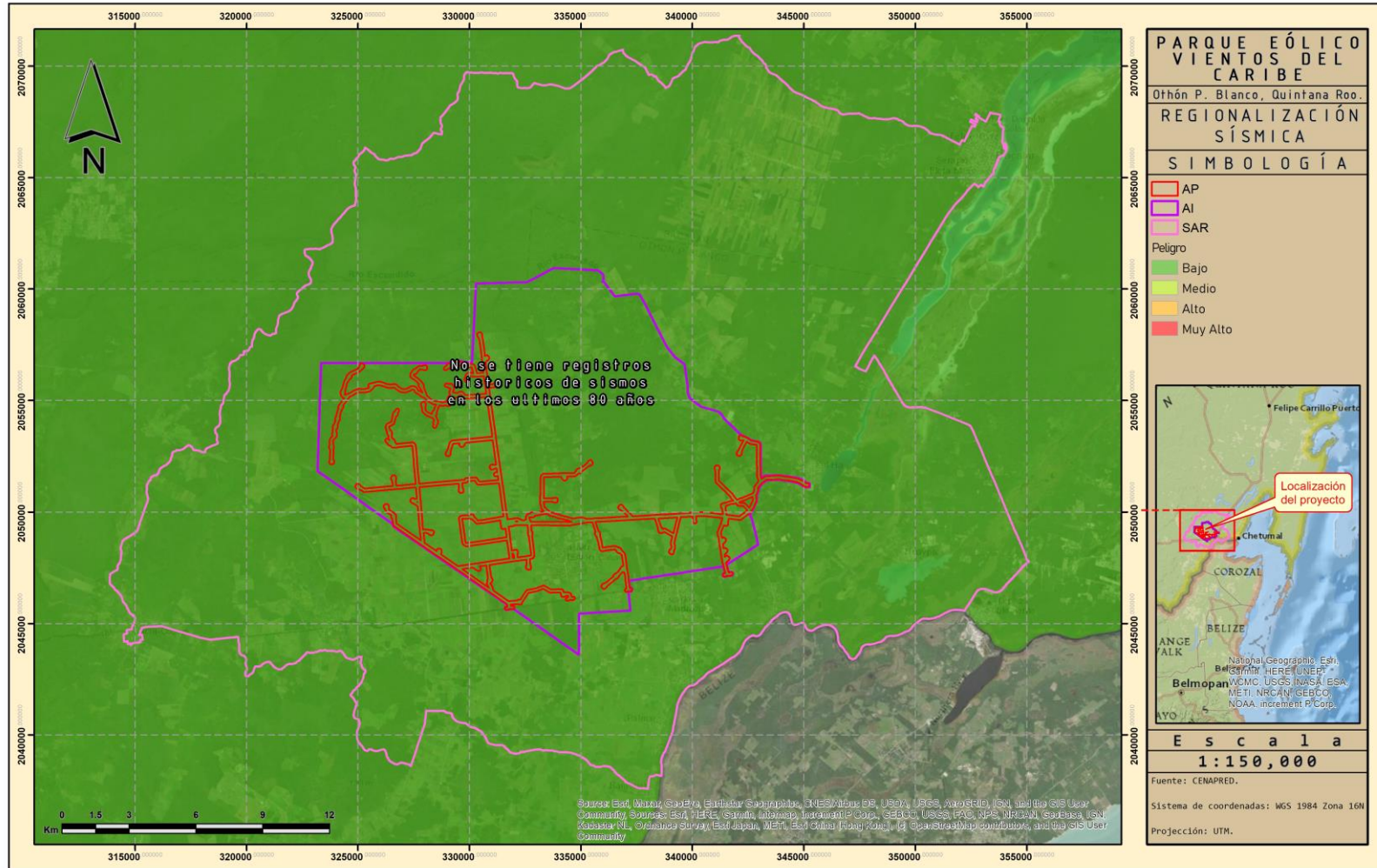
De acuerdo a la zonificación sísmica de la República Mexicana se localiza en la zona A. es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Figura 24: Regionalización sísmica de la República Mexicana



Fuente: Servicio Sismológico Nacional.

Figura 25: Riesgo de sismos en el área de estudio



4.2.1.9.2 Deslizamientos

El deslizamiento se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: Caídos, deslizamientos y flujos. (CENAPRED).

Con base al Atlas Nacional de Riesgos (CENAPRED), el área de estudio, no presenta riesgo por deslizamientos.

4.2.1.9.3 Volcanes

El territorio mexicano cuenta con poco más de 2,000 volcanes, la mayoría de los cuales ya no están en actividad, por lo que no representan ningún peligro. Estos se encuentran en Baja California Sur, las Islas Revillagigedo, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, CDMX, Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas.

El volcán llamado “El Chichón” o “Chichonal” es el más cercano al Área del Proyecto y se encuentra a aproximadamente 500 kilómetros al OSO, por lo que no representa un riesgo potencial para el desarrollo del Proyecto.

4.2.1.10 Conclusiones

Los riesgos geológicos que pudieran ocurrir en la región no comprometen o condicionan el desarrollo del proyecto; esto debido a que el área de estudio se encuentra en una zona en la que no se han reportado sismos en los últimos 80 años, sin susceptibilidad a deslizamientos, a una distancia aproximada de 500km del volcán activo más cercano y a que no existen fallas o fracturas dentro del AP. Además, la presencia del Proyecto no modifica de ninguna manera el riesgo actual de la zona ante cualquiera de estos fenómenos.

Figura 26: Riesgo por deslizamientos

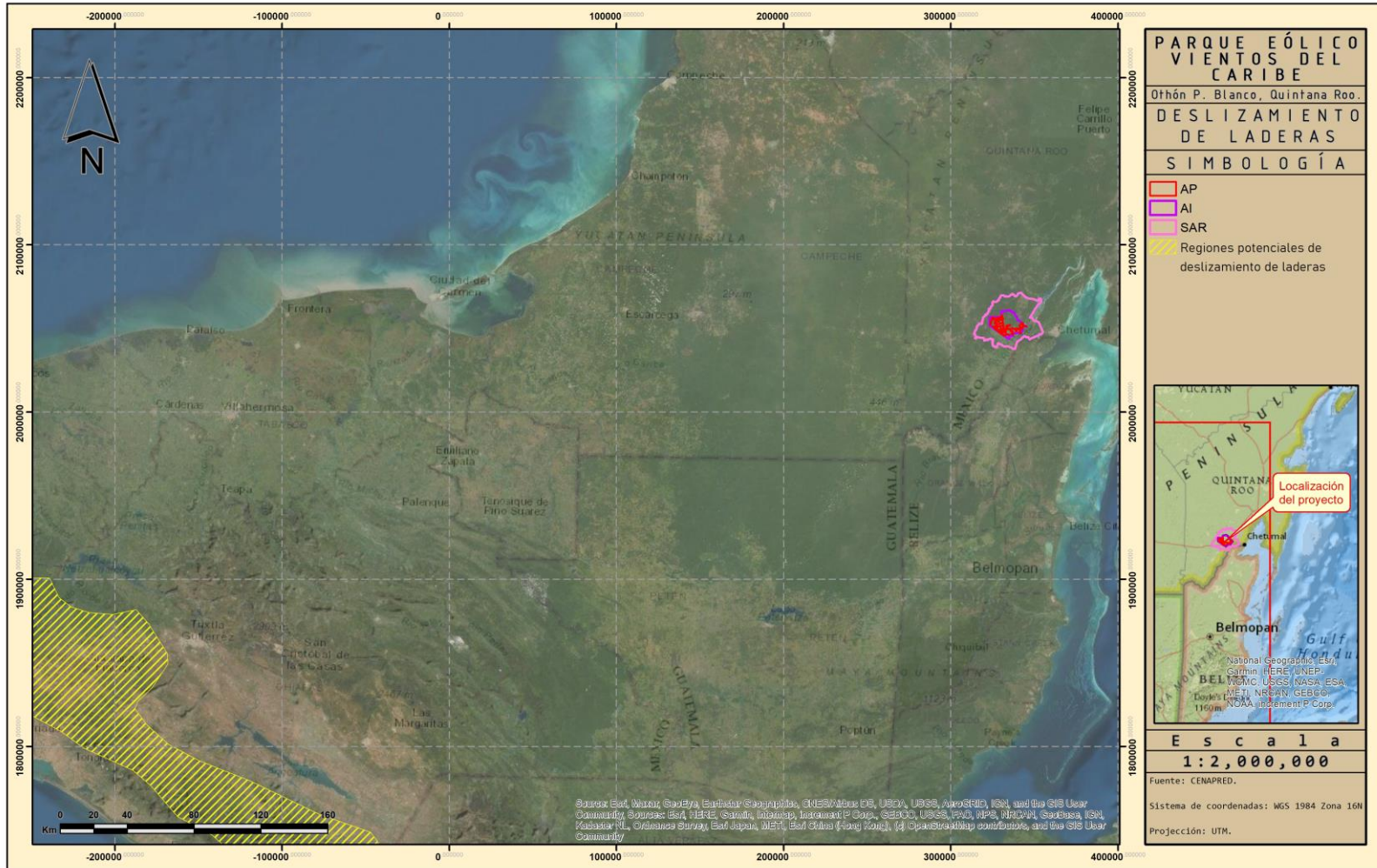
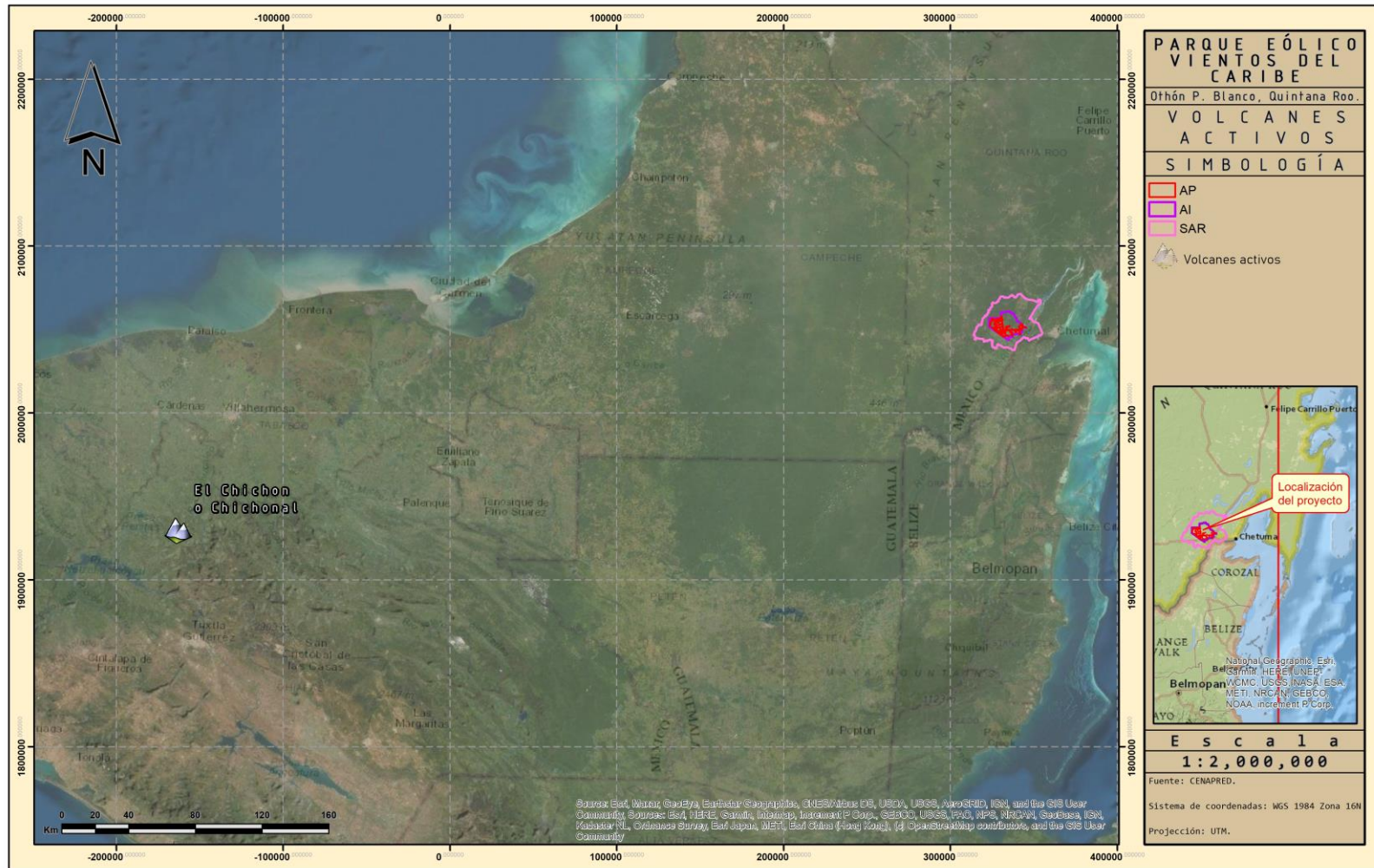


Figura 27: Volcanes activos

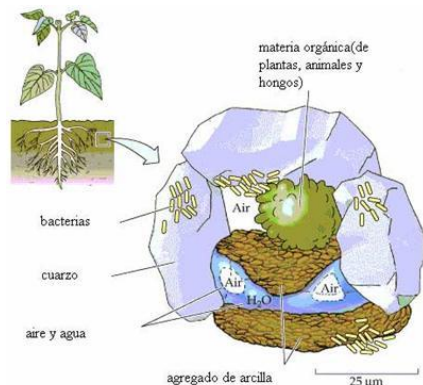


4.2.1.11 Suelo

El suelo como cuerpo natural

El suelo es la capa de transición que existe entre la Litósfera y la Biósfera. Aparece como producto de la transformación de la corteza sólida terrestre debido al influjo de condiciones ambientales específicas dentro de un hábitat biológico determinado, que dan como resultado un desarrollo específico, en función de su situación geográfica. Partiendo de este concepto, el suelo es el resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie que es donde se asienta la mayor actividad biológica.

Los factores que condicionan la evolución de un suelo, son el clima, la topografía, los organismos vivos, material geológico, el tiempo transcurrido y el hombre (por las actividades que este desarrolle sobre él); el resultado es la formación de un perfil de suelo, sucesión típica de capas horizontales que denota el conjunto de factores que han intervenido en su formación.



Desde el punto de vista de su composición, el suelo es un material complejo compuesto por sólidos (material orgánico y mineral), líquidos (sobre todo el agua), gases (aire y vapor de agua, esencialmente) y una gran cantidad de microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, algas, protozoarios).

Servicios ambientales

Dentro de este ciclo natural, el suelo tiene una serie de funciones vitales para el ecosistema en su conjunto. De acuerdo con Blum (1988), se reconocen cinco funciones propias del suelo en la naturaleza en general y en los ecosistemas en lo particular; dos de ellas están relacionadas con aspectos socioeconómicos del hombre y las otras tres, tienen una relación eminentemente ecológica.

Producción de biomasa. El suelo es el sostén para el desarrollo de las plantas que viven en él, los microorganismos edáficos contribuyen a crear un medio que resulta indispensable para la producción primaria de los ecosistemas terrestres. Aunque todas las funciones del suelo son importantes, la producción de biomasa es probablemente la más reconocida, tanto en términos de actividades agrícolas y forestales, como en su proyección para proporcionar biodiversidad y diferenciación paisajística.

Los microorganismos edáficos son responsables de la descomposición, conversión y síntesis de sustancias orgánicas que influyen en las propiedades físicas, químicas de los materiales minerales, creando un medio biótico que proporciona el sustrato de enraizamiento para las plantas y sirve como fuente de suministro de nutrientes, agua y oxígeno.

Filtrado, amortiguación (buffer) y transformación de sustancias. Como ya se comentó anteriormente los fenómenos más intensos tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie donde se asienta la actividad biológica. Estas pueden visualizarse como parte de una función más general de regulación (Rubio, 1997). Tal función opera sobre los procesos de movimiento, transporte y transformación de flujos de nutrientes, sustancias y energía. Puede ser considerada como un conjunto de mecanismos internos del suelo que influyen para la génesis, evolución y diferenciación del perfil del suelo y también como la función para regular el intercambio de componentes con la atmósfera, cobertura vegetal, hidrosfera y ecosistemas circundantes (otras unidades de suelos o de materiales litológicos). Entre los muchos procesos implicados en esta función pueden incluirse: filtrado de sustancias procedentes de la lluvia, capacidad amortiguadora para sustancias químicas, infiltración y drenaje, capacidad de almacenamiento de sustancias y nutrientes, regulación del intercambio de energía, y el papel del suelo como fuente y sumidero de gases entre ellos los de efecto invernadero.

Hábitat biológico y reserva nutrimental. Las relaciones entre el suelo y los individuos biológicos están bien definidas y delimitadas. Por ejemplo, es fundamental el papel de los organismos edáficos en la sincronización de los ciclos biogeoquímicos de los elementos minerales, por lo tanto, en la estabilidad de los ecosistemas terrestres.

La degradación del suelo como elemento biológico produce importantes secuelas. Un suelo degradado física o químicamente moviliza componentes tóxicos alterando el ciclo de los nutrientes y afectando directamente todos los procesos microbiológicos como la mineralización, humificación y génesis de su estructura.

La reserva genética del suelo se constituye en una importante reserva potencial para procesos biotecnológicos en los campos de la industria farmacéutica y producción agroalimentaria.

Medio físico y fuente de materias primas. Esta función se refiere a la producción de bienes y servicios. Bajo esta perspectiva el suelo tiene una función económica, la cual es más o menos intensa dependiendo del uso del territorio: tierras productivas versus áreas marginales, producción agrícola, producción forestal, producción de pastos, carreteras, etc.

El suelo en el entorno o proximidades de las ciudades, bajo secano o regadío, alcanza un gran valor económico cuando se convierte en terreno urbanizable para actividades industriales, zonas residenciales o para infraestructuras turísticas. Estos cambios en el uso del suelo son generalmente llevados a cabo sin tomar en consideración la calidad y productividad del mismo. Como consecuencia muchas hectáreas de suelos de alta productividad situados alrededor de los núcleos urbanos están siendo irreversiblemente eliminadas por la expansión urbana e industrial que cubre la superficie del suelo con edificaciones, carreteras y otras infraestructuras.

Medio histórico. El territorio y los paisajes actuales constituyen la herencia de procesos climáticos, geomorfológicos y edafológicos pasados. Sobre esos escenarios el hombre ha desarrollado numerosas actividades (agricultura, ganadería, usos forestales, usos socioeconómicos, usos culturales, usos de recreo), cuya reconstrucción es de gran interés para los estudiosos que tratan de conocer la historia y los acontecimientos paleo ambientales importantes.

4.2.1.11.1 Tipos de suelos presentes en el área de estudio.

Según el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250,000 Serie II (Continuo Nacional) de INEGI (2014) y de acuerdo con la clasificación de la **World Reference Base for Soil Resources** por sus siglas inglés de WRB (2015), dentro del área de estudio se identifican cinco tipos de suelo, formando quince asociaciones. En la siguiente tabla se muestran las asociaciones presentes dentro de cada superficie del área de estudio:

Tabla 12: Asociaciones de suelo dentro del área de estudio, clasificación WRB (2015)

Asociación	SAR	AIP	AP	CUS
GLhuvr/3	X	X	X	--
GLhuvr+VRhugln/3	X	--	--	--
GLhuvr+VRszwgl+LPhurz/3	X	X	--	--
LPcahu+LPhurz+LPhuli/3	X	--	--	--
LPhurz+LPhuli/3	X	X	X	X
LPhurz+LPhuli+PHhulen/3	X	X	X	X
LPhurz+VRhugl+LPhuli/3	X	--	--	--
LPhurz+VRhugl+LVcrlep/3	X	X	X	X
LPhurz+VRmzpe/3	X	--	--	--
LPhurz+VRmzpe+LPhuli/3	X	--	--	--
VRhugl+GLvr/3	X	--	--	--
VRhugl+VRccnlen+LPhurz/3	X	X	X	X
VRmzpe+GLhuvr/3	X	X	--	--
VRmzpe+LPhurz+LPhuli/3	X	X	--	--

Asociación	SAR	AIP	AP	CUS
VRszwgl+VRhugl+LPhurz/3	X	X	--	--

Donde:

Tipos de suelo

- **GL:** Gleysol.
- **VR:** Vertisol.
- **LP:** Leptosol.
- **PH:** Phaeozem.
- **LV:** Luvisol.

Calificadores

- **hu:** Húmico.
- **vr:** Vértico.
- **gln:** Endoglético.
- **szw:** Hiposálico.
- **rz:** Réndzico.
- **ca:** Calcárico.
- **li:** Lítico.
- **len:** Endoléptico.
- **lep:** Epiléptico.
- **mz:** Mázico.
- **pe:** Pélico.
- **ccn:** Cumulicarbonático
 - **c:** Prefijo “Cumuli-”
 - **cn:** Carbonático

Textura del suelo

- **3:** Fina.

Según el estudio geológico elaborado dentro del AIP, las 16 muestras analizadas presentan una capa de tierra vegetal, la profundidad de la misma es variable en cada una de las muestras, siendo su profundidad mínima de 0.10m y su máxima de 0.55m; bajo esta capa, se encuentran estratos, de espesor variable, conformados por distintos tipos de material.

La descripción detallada, así como el ensayo de laboratorio, realizados para cada muestra se encuentra en el documento anexo 4.4.16 “**Estudio de Suelo**”.

4.2.1.11.2 Tipos de suelo

El primer nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente está definido por el horizonte de diagnóstico y corresponde a la unidad principal del suelo.

A continuación, se describe cada tipo de suelo encontrado dentro del área de estudio, de acuerdo con la información de INEGI (2014) y la clasificación de la WRB (2015):

Las definiciones de cada tipo de suelo fueron obtenidas de la Guía para la Identificación Cartográfica Edafológica de INEGI (2004), de los Diccionarios de Datos Edafológicos (1999 y 2009):

Gleysol (GL): Del ruso “**gley**”: **pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad, como las llanuras costeras de Veracruz y Campeche, así como en las llanuras y pantanos tabasqueños donde son los suelos más importantes por su extensión. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Son muy variables en su textura, pero en México predominan más los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Se usan en el sureste de México para la ganadería de bovinos con resultados moderados a altos. En algunos casos se pueden destinar a la agricultura con buenos resultados en cultivos como el arroz y la caña que requieren o toleran la inundación.**

Luvisol (LV): Del latín “**luvi**”, “**luo**”: lavar. Literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los Altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Nayarit, aunque en algunas ocasiones también pueden encontrarse en climas más secos como los Altos de Jalisco o los Valles Centrales de Oaxaca. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se destinan principalmente a la agricultura con rendimientos moderados. En algunos cultivos de café y frutales en zonas tropicales, de aguacate en zonas templadas, donde registran rendimientos muy favorables. Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. Los aserraderos más importantes del país se encuentran en zonas de Luvisoles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que son suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En México 4 de cada 100 hectáreas está ocupada por Luvisoles.

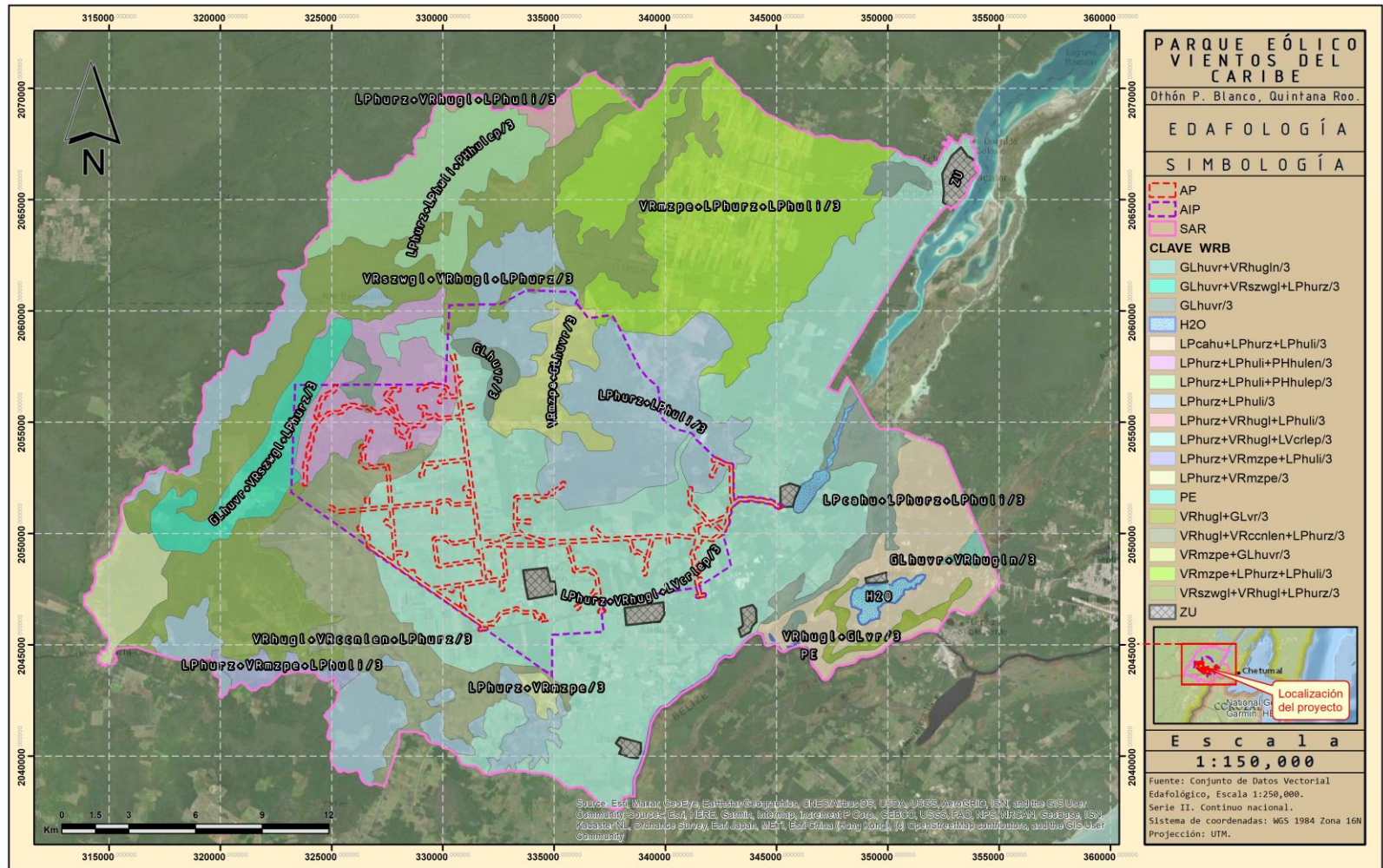
Leptosol (LP): Los Leptosoles son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas, es decir muy pedregosos). Pueden considerarse como el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras. Por tanto, se presentan en donde la erosión natural impide que el suelo alcance un cierto espesor (vertientes abruptas de las montañas), o en regiones con ciertas pendientes que sufrieron una erosión muy severa de los suelos precedentes, generalmente, por la acción del hombre. Por tanto, la principal

diferencia que les separa de otros tipos de suelos deviene de su escasa profundidad. Debido a que el material apenas ha comenzado a alterarse por la acción del clima y la vegetación, muchas de sus propiedades se relacionan con las rocas que los han originado, por lo que son muy variadas. El Grupo de Suelos de Referencia de los Leptosoles incluye suelos muy someros sobre roca dura o material altamente calcáreo, pero también suelos más profundos que son extremadamente gravosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales con un solum incompleto y/o sin rasgos morfológicos claramente expresados. Resultan ser particularmente comunes en áreas de montaña, se correlacionan con “Litosoles”, **taxa de muchos sistemas de clasificación internacional (USA, FAO) y con subgrupos “Lítico” de otras agrupaciones de suelos. En muchos sistemas, los Leptosoles sobre roca calcárea, son denominados “Rendzinas”; aquellos sobre rocas ácidas son llamados “Rankers”.**

Phaeozem (PH): Del griego “*phaeo*”: pardo; y del ruso “*zemljá*”: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems (Phaeozems) son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.

Vertisol (VR): El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen. Se encuentran en depresiones de áreas llanas o suavemente onduladas. El clima suele ser tropical, semiárido a subhúmedo o mediterráneo con estaciones contrastadas en cuanto a humedad. La vegetación cimácica suele ser de sabana, o de praderas naturales o con vegetación leñosa. Los Vertisoles se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.

Figura 28: Tipos de suelos presentes en el área de estudio (WRB, 2015)



4.2.1.12 Erosión

4.2.1.12.1 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo por efectos de la acción del agua. Como agente activo, el agua erosiona al suelo de dos maneras: la primera por el impacto de la lluvia y la segunda por la fricción del escurrimiento superficial sobre el terreno, este proceso se desencadena básicamente cuando el hombre provoca con sus actividades el deterioro de la cobertura vegetal.

La erosión acelerada del suelo por acción del agua trae consigo impactos ambientales tales como la perturbación en la regulación del ciclo hidrológico; bajos rendimientos en la producción agrícola y pecuaria; degradación de la cubierta vegetal; pérdida de la biodiversidad; disminución de la vida útil de las obras hidráulicas por la cantidad de sedimentos que transporta el agua; sedimentación en el lecho de los ríos, desestabilización de laderas y disminución de tierras agrícolas (Montes-León **et al**, 2011).

Por lo tanto, es de importancia poder calcular esta, para modelar y diseñar medidas que controlen efectivamente la erosión en los sitios requeridos. Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Este modelo permite estimar con datos de campo y bibliográficos, la erosión actual y potencial. Constituye un instrumento de planeación para establecer el grado actual de la erosión, así como, el tipo y número de obras de conservación de suelo que serán necesario realizar para disminuir o igualar las tasas permisibles de erosión (SAGARPA, 2005).

Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS)

La EUPS fue desarrollada por Wischmeier y Smith en 1978 con la finalidad de estimar la pérdida de suelo anual, así como el valor promedio de un periodo representativo de años, que se genera en un determinado lugar, a partir de las distintas formas de erosión ante determinadas condiciones de clima, suelo, vegetación, y usos de suelo:

$$A= R K L S C P$$

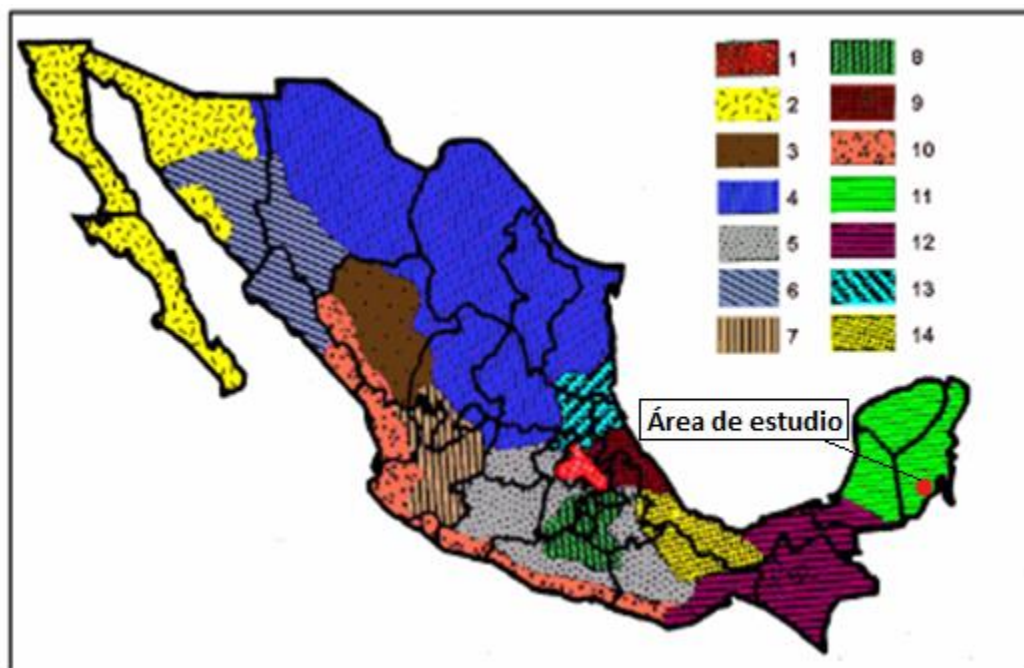
La EUPS es un modelo empírico, en el que la pérdida de suelo está expresada como masa por unidad de área por unidad de tiempo y es una función del efecto combinado de seis factores: Factor de erosividad de la lluvia (R); Factor de erosionabilidad del suelo (K); Factor longitud de pendiente (L); Factor grado de la pendiente (S); Factor manejo del cultivo (C) y Factor prácticas de conservación (P). EUPS ayuda a predecir las variaciones en la erosión en función de los cambios en el uso y manejo del suelo y vegetación, a la vez que auxilia en la selección de éstos.

Factor de erosividad (R)

La erosividad es la capacidad potencial que tienen las gotas de agua de lluvia para causar erosión. Existen muchas formas de determinarla, una de ellas es a través del índice de erosividad EI_{30} (Wischmeier and Smith, 1978). Con base a esta ecuación, Cortés (1991, citado en SAGARPA-INIFAP, 2007) propone catorce modelos de regresión a partir de datos de precipitación media anual para estimar el valor de R de la EUPS. De acuerdo con dicha

zonificación, el proyecto se ubica en la región número 11 y le corresponde la ecuación 11 para el cálculo del factor de R (Montes-León **et al**, 2011):

Figura 29: Mapa de regiones con Igual Erosividad en la República Mexicana (SAGARPA-INIFAP, 2007)



$$R = 3.77448 * P + 0.004540 * P^2$$

Tabla 13: Ecuaciones regionalizadas para la República Mexicana (Cortés, 1991)

Región	Ecuación	R ²
1	R= 1.20785 * P + 0.002276 * P ²	0.92
2	R= 3.45552 * P + 0.006470 * P ²	0.93
3	R= 3.67516 * P – 0.001720 * P ²	0.94
4	R= 2.89594 * P + 0.002983 * P ²	0.92
5	R= 3.48801 * P – 0.000188 * P ²	0.94
6	R= 6.68471 * P + 0.001680 * P ²	0.9
7	R= 0.03338 * P + 0.006661 * P ²	0.98
8	R= 1.99671 * P + 0.003270 * P ²	0.98
9	R= 7.04579 * P – 0.002096 * P ²	0.97
10	R= 6.89375 * P + 0.000442 * P ²	0.95
11	R= 3.77448 * P + 0.004540 * P²	0.98
12	R= 2.46190 * P + 0.006067 * P ²	0.96
13	R= 10.74273 * P – 0.001008 * P ²	0.97
14	R= 1.50046 * P + 0.002640 * P ²	0.95

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

P = Precipitación media anual.

Tabla 14: Precipitación normal anual

Precipitación normal anual (mm)														
Estación	Periodo	Meses												
Sergio Butron Casas (14147)	1951- 2010	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
		53.5	20.9	22.9	30.4	69.5	173.5	165	129	178.6	137.7	72.2	54.8	1108.0
Coordenadas de Localización: Latitud: 18°30'36" N. Longitud: 088°34'07" W. Altitud: 32 msnm..														
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Precipitación Media en mm														

$$R = 3.77448 * 1,108 + 0.004540 * 1,108^2$$

$$R = 9,755.718 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K)

El término erosionabilidad del suelo se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a la erosión (Figueroa **et al.** 1991). La erosionabilidad de suelos está influida por algunas de sus propiedades, tales como distribución del tamaño de las partículas primarias, materia orgánica, estructura del suelo, óxidos de hierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Para su estimación se utilizan los datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, en este caso el valor es de 0.007 para el área de estudio, ya que el tipo de suelo con mayor extensión dentro de la misma corresponde al Leptosol de textura fina.

A razón de elaborar un cálculo que permita estimar el incremento en la pérdida de suelo debido al desarrollo del Proyecto, se tomaron en cuenta los dos tipos de suelo presentes dentro del área de CUS; la superficie del mismo corresponde a Leptosol de textura fina (37.088ha) y Vertisol de textura fina (1.414ha), cuyos valores son de 0.007 y 0.026 respectivamente.

Los valores del factor K se definieron según los datos de la siguiente tabla:

Tabla 15: Factor K de acuerdo con el tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB (tomado de Montes-León et al., 2011)

Orden	Textura		
	G	M	F
AC	0.026	0.04	0.013
AL	0.026	0.04	0.013
AN	0.026	0.04	0.013
AR	0.013	0.02	0.007
CH	0.013	0.02	0.007
CL	0.053	0.079	0.026
CM	0.026	0.04	0.013
DU	0.053	0.079	0.026
FL	0.026	0.04	0.013
FR	0.013	0.02	0.007
GL	0.026	0.04	0.013
GY	0.053	0.079	0.026
HS	0.053	0.02	0.007
KS	0.026	0.04	0.013
LP	0.013	0.02	0.007
LV	0.026	0.04	0.013
LX	0.013	0.02	0.007
NT	0.013	0.02	0.007
PH	0.013	0.02	0.007
PL	0.053	0.079	0.026
PT	0.026	0.04	0.013
RG	0.026	0.04	0.013
SC	0.026	0.04	0.013
SN	0.053	0.079	0.026
UM	0.026	0.04	0.013
VR	0.053	0.079	0.026

Longitud y grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo. Para calcular LS se utilizó la fórmula mencionada en el folleto técnico “Predicción de riesgo a la erosión hídrica” (SAGARPA-INIFAP, 2007):

$$LS = (\lambda/22.13) m (0.065 + 0.045 S + 0.0065 S^2)$$

Donde:

- LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.
 λ = Longitud de la pendiente
S = Pendiente media del terreno.
m = Coeficiente que depende del grado de la pendiente (varía de 0.2-0.5)

Tabla 16: Valores que toma m en función del grado de pendiente (Becerra,1999)

Grado de pendiente (%)	Valor de m
<1	0.2
1-3	0.3
3-5	0.4
>5	0.5

Sistema Ambiental Regional

- Pendiente media del terreno 0.40%
- Longitud: 27,658 m
- Valor de m: 0.2
- **LS=0.350**

Área de Influencia del Proyecto

- Pendiente media del terreno 0.52%
- Longitud: 17,082 m
- Valor de m: 0.2
- **LS=0.340**

Área del Proyecto

- Pendiente media del terreno: 0.54%
- Longitud: 1,296 m
- Valor de m: 0.2
- **LS=0.206**

Área de CUS

- Pendiente media del terreno: 1.78%
- Longitud: 1,515 m
- Valor de m: 0.3
- **LS=0.589**

4.2.1.12.1.1 Erosión actual (Ea)

Para estimar la erosión actual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión, por medio de la siguiente fórmula:

$$Ea \text{ (Erosión actual)} = R K LS C$$

Donde:

Ea	=	Erosión actual
R	=	Erosividad de la lluvia
K	=	Erosionabilidad del suelo
LS	=	Longitud y grado de pendiente
C	=	Factor de protección del suelo

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección, se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés (o vegetación) y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0.

En este caso el valor de C es de 0.45 para el SAR, AIP y CUS ya que la vegetación con mayor cobertura dentro de estos, según lo observado en campo, corresponde a **Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia**; por lo que se tomó el valor para Selva Mediana Subcaducifolia. En el caso del AP, el uso de suelo con mayor extensión dentro del mismo corresponde a Agricultura de Temporal, por lo que el valor utilizado para esta superficie es de 0.75.

El valor del factor C para la zona de estudio se determinó según los datos de la siguiente tabla:

Tabla 17: Factor de C, valores tomados de Montes –León et al., 2011

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Bosque de ayarín	0.01	Pastizal gipsófilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófito	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de táscate	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque mesófilo de montaña	0.01	Selva alta perennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva alta subperennifolia	0.45
Manglar	0.1	Selva baja caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5

Vegetación y/o Uso de Suelo	C	Vegetación y/o Uso de Suelo	C
Matorral desértico micrófilo	0.25	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico rosetófilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral rosetófilo costero	0.25	Tular	0.1
Matorral Sarcocaulle	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura de riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Para el SAR, sustituyendo los valores tenemos:

$$Ea = (9,755.718) (0.007) (0.350) (0.45)$$

$$Ea = 10.759 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del SAR (85,841.653 ha), equivale a una pérdida total actual 923,563.766 t/año.

Para el AIP, sustituyendo los valores tenemos:

$$Ea = (9,755.718) (0.007) (0.340) (0.45)$$

$$Ea = 10.444 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del AIP (20,642.305 ha), equivale a una pérdida total actual 215,592.990 t/año.

Para el AP, sustituyendo los valores tenemos:

$$Ea = (9,755.718) (0.007) (0.206) (0.75)$$

$$Ea = 10.543 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del AP (1,871.212ha), equivale a una pérdida total actual 19,727.397t/año.

Para el área de CUS, sustituyendo los valores tenemos:

$$\begin{aligned} & \text{Superficie con Leptosol de textura fina (0.007)} \\ E_a &= (9,755.718) (0.007) (0.589) (0.45) \\ E_a &= 18.109 \text{ t/ha/año} \end{aligned}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del área de CUS correspondiente a este tipo de suelo (37.088 ha), equivale a una pérdida de 671.63 0t/año.

$$\begin{aligned} & \text{Superficie con Vertisol de textura fina (0.026)} \\ E_a &= (9,755.718) (0.026) (0.589) (0.45) \\ E_a &= 67.262 \text{ t/ha/año} \end{aligned}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo alta y que, considerando la superficie del área de CUS correspondiente a este tipo de suelo (1.414 ha), equivale a una pérdida de 95.109 t/año.

Tomando en cuenta los resultados para ambos tipos de suelo presentes dentro del área de CUS, se obtiene una erosión hídrica actual de 766.739 t/año para las 38.502 ha de CUS.

4.2.1.12.1.2 Erosión Potencial (Ep)

$$E_p \text{ (Erosión potencial)} = R K LS$$

La erosión potencial se interpreta como el cambio o incremento que se presentará en el sitio una vez realizado el CUS; por lo que, para su estimación, se utiliza la misma fórmula descartando el factor C (protección del suelo):

Donde:

$$\begin{aligned} E_p &= \text{Erosión potencial} \\ R &= \text{Erosividad de la Lluvia} \\ K &= \text{Erosionabilidad del suelo} \\ LS &= \text{Longitud y grado de pendiente} \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores para el área de CUS tenemos:

$$\begin{aligned} & \text{Superficie con Leptosol de textura fina (0.007)} \\ E_p &= (9,755.718) (0.007) (0.589) \\ E_p &= 40.242 \text{ t/ha/año} \end{aligned}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del área de CUS correspondiente a este tipo de suelo (37.088 ha), equivale a una pérdida de 1,492.510 t/año.

$$\begin{aligned} & \text{Superficie con Vertisol de textura fina (0.026)} \\ E_p &= (9,755.718) (0.026) (0.589) \\ E_p &= 149.472 \text{ t/ha/año} \end{aligned}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo alta y que, considerando la superficie del área de CUS correspondiente a este tipo de suelo (1.414 ha), equivale a una pérdida de 211.353 t/año.

Tabla 18: Riesgo de Erosión

Erosión	Perdida de suelo	
	Clases	t/ha/año
Nula o Ligera	<10	<0.6
Moderada	10-50	0.6-3.3
Alta	50-200	3.3-13.3
Muy Alta	>200	>13.3

Tomando en cuenta los resultados para ambos tipos de suelo presentes dentro del área de CUS, se obtiene una erosión hídrica potencial de 1,703.864 t/año para las 38.502 ha de CUS.

Considerando los resultados de erosión hídrica actual y potencial para el área de CUS, se observa que, una vez realizado el Cambio de Uso de Suelo, la erosión hídrica pasará de las 766.739 t/año a las 1,703.864 t/año. Esta modificación equivale a un incremento en la erosión hídrica dentro del área de CUS de 937.125 t/año, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19: Incremento en la erosión hídrica, una vez realizado el CUS

Erosión hídrica Actual del área de CUS (t/año)	Erosión hídrica Potencial del área de CUS (t/año)	Incremento en la erosión hídrica debido al CUS (t/año)
766.739	1,703.864	937.125

Este incremento en la erosión hídrica del CUS, afectará a la erosión actual del AP, AIP y SAR de la siguiente manera:

Tabla 20: Erosión hídrica potencial del AP

Erosión hídrica Actual AP (t/año)	Erosión hídrica Potencial AP (t/año)	Incremento en la erosión hídrica debido al CUS (t/año)
19,727.397	20,664.522	937.125

Donde se observa que, debido al incremento de 937.125 t/año en la erosión hídrica ocasionado por el CUS, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AP pasará de las 19,727.397 t/año a las 20,664.522 t/año; lo que representa un incremento en la erosión del 4.75 % respecto al valor actual.

Tabla 21: Erosión hídrica potencial del AIP

Erosión hídrica Actual AIP (t/año)	Erosión hídrica Potencial AIP (t/año)	Incremento en la erosión hídrica debido al CUS (t/año)
215,592.990	216,530.115	937.125

Donde se observa que, debido al incremento de 937.125 t/año en la erosión hídrica ocasionado por el CUS, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del AIP pasará de

las 215,592.990 t/año a las 216,530.115 t/año; lo que representa un incremento en la erosión del 0.435 % respecto al valor actual.

Tabla 22: Erosión hídrica potencial del SAR

Erosión hídrica Actual SAR (t/año)	Erosión hídrica Potencial SAR (t/año)	Incremento en la erosión hídrica debido al CUS (t/año)
923,563.766	924,500.891	937.125

Donde se observa que, debido al incremento de 937.125 t/año en la erosión hídrica ocasionado por el CUS, la pérdida de suelo por erosión hídrica dentro del SAR pasará de las 923,563.766 t/año a las 924,500.891 t/año; lo que representa un incremento en la erosión del 0.101 % respecto al valor actual.

4.2.1.12.2 Erosión eólica

El cálculo de la erosión eólica en la superficie de obras se realizó mediante la ecuación de erosión eólica WEQ, que de acuerdo al modelo dependerá de cinco factores:

$$E' = f(I, K, V, L, C)$$

Donde:

- I = índice de erosionabilidad del viento
- K = Factor de rugosidad
- C = Factor climático local
- L = Longitud del terreno en la dirección prevaleciente de los vientos
- V = Equivalente de cobertura de vegetación

Índice de erosionabilidad del viento

El índice de erosionabilidad al viento (I), de acuerdo a los grupos de erosionabilidad al viento (WEG) y al tipo de suelo presente el área (arcillo-limoso-calcáreo), es de 86 t/ha/año. Por lo que:

$$E_1 = I$$

$$E_1 = 86$$

Factor de rugosidad

El factor (K) toma en cuenta la resistencia que tienen las crestas a la erosión eólica, este factor está representado por la relación entre la altura y el espacio de la cresta. Debido a que no existían crestas establecidas en el área estudiada, se asignó el valor de 1 al factor K.

$$E_2 = IK$$

$$E_2 = 86 * 1 = 86$$

Factor climático local

El factor climático propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) modificado en 1979, se considera con un índice para la erosión eólica y es influenciado por la precipitación (P), la evapotranspiración potencial (PE) y la velocidad media de los vientos, utilizando la siguiente ecuación:

$$C = 1/100 \sum U^3 (PE_i - P_i) / PE_i D$$

Donde U es la velocidad media mensual del viento (m/s), que corresponde a los datos reportados por el **“POWER Data Access Viewer” v1.1.1 perteneciente a la NASA**; PE_i es la evapotranspiración potencial mensual (mm), obtenida mediante el método de Turc; P es la cantidad de lluvia mensual (mm), reportada por la estación climatológica **“Tekax Unidad” de CONAGUA**; y D es el número de días en el mes correspondiente.

De acuerdo a lo anterior se calculó el factor C y resulta como sigue:

Estimación de erosionabilidad del suelo	
$C = 1/100 \sum U^3 ((Pe_i - Pi) / Pe_i) D$	
U=	Velocidad media del viento mensual a 2m de altura
PE=	evapotranspiración potencial mensual (mm)
P=	cantidad de lluvia mensual (mm)
D=	número de días en el mes correspondiente
Resultado de la estimación de erosionabilidad del suelo	

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
U	0.11	0.11	0.11	0.11	0.1	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.1	0.11
PE	19.645	19.824	22.837	23.703	22.405	20.736	21.522	22.071	21.378	20.967	20.759	19.757
P	53.5	20.9	22.9	30.4	69.5	173.5	165	129	178.6	137.7	72.2	54.8
D	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
$U^3((Pe_i - Pi)/Pe_i)D$												
	-0.071	-0.002	0.000	-0.011	-0.065	-0.161	-0.151	-0.109	-0.161	-0.126	-0.074	-0.073
$C = 1/100 \sum U^3((Pe_i - Pi)/Pe_i)D$												
-0.010												

Por lo tanto, C= -0.010

$$E_3 = E_2 * C$$

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
-0.061	-0.002	0.000	-0.010	-0.056	-0.139	-0.130	-0.094	-0.138	-0.108	-0.064	-0.063	-0.864

4.2.1.12.2.1 Erosión eólica actual

Actualmente no existe degradación del suelo por erosión eólica, ya que el terreno cuenta con una cobertura de vegetación conformada por Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia y de Agricultura de Temporal, para el caso del AP, las cuales brindan protección al suelo.

4.2.1.12.2.2 Erosión eólica potencial

La erosión eólica potencial se limita a las zonas desprovistas de vegetación, como será el caso del área de CUS una vez removida la cubierta vegetal. Por lo que para estimar la pérdida de suelo por erosión eólica se consideraron los datos anteriores y se aplicó la siguiente ecuación:

Inclusión de la longitud de campo:

$$E_4 = (WF^{0.348} + E_3^{0.348} - E_2^{0.348})^{2.87}$$

Dónde:

$$Wf = E_2(1.0 - 0.122(L/L_0) - 0.383) \exp(-3.3 L/L_0)$$

- WF = es el factor de la longitud del campo, donde:
L = es la longitud de campo en dirección al viento (495 m)
L₀ = es la longitud máxima de campo (2,515 m)

Sustituyendo las variables de la fórmula

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

E₄ = 0 t/ha/año

El cálculo anterior no refleja una pérdida de suelo suficiente para ser cuantificada, siendo esta nula. Lo anterior es debido al tipo de vegetación circundante al área de CUS donde la cubierta vegetal es basta, con árboles que alcanzan grandes tallas, y que actúan como barreras rompevientos, así también debido al tipo de suelo, a la pendiente plana del terreno, a la baja velocidad del viento y a la precipitación.

Tabla 23: Clasificación de la erosión

Erosión	Perdida de suelo	
	Clases	t/ha/año
Nula o Ligera	<10	<0.6
Moderada	10-50	0.6-3.3
Alta	50-200	3.3-13.3
Muy Alta	>200	>13.3

Degradación de suelos

La degradación de suelos es un cambio en el estado del mismo que resulta en una disminución de su capacidad inicial para proveer bienes y servicios

Los procesos de degradación que llevan al suelo a disminuir su capacidad productiva inicial se conocen como **“Procesos de degradación”** los cuales son: Erosión, Degradación física, Degradación biológica, Degradación química y Desertificación.

La Erosión ocurre cuando se produce pérdida de suelo y esta puede ser mínimamente imperceptible o bien de gran alcance cada vez que ocurre el proceso. El agente del clima que **“mueve” al suelo desde su lugar original puede ser el agua** (erosión hídrica), o bien el viento (erosión eólica). El suelo perdido es la fracción más superficial y por ende la más rica en nutrientes. Su ocurrencia en suelos poco profundos o pobres naturalmente o bien con altos contenidos de arenas a determinada profundidad, puede ser extremadamente crítica, revirtiendo la aptitud de estos suelos y pudiendo perder su capacidad para la producción.

Degradación física: vinculadas a ésta existen una serie de microprocesos que alteran el espacio libre **“poroso” que tiene el suelo para que se pueda “mover” el aire y el agua. Se producen cambios** adversos en el suelo que afectan las condiciones físicas relacionadas con el desplazamiento del aire, del agua y nutrientes, y el desarrollo de las raíces. Estos procesos pueden ocurrir a nivel de superficie del suelo o subsuperficialmente, y los efectos más comúnmente observados son capas compactadas (piso de pezuña o de arado), sellamiento de la superficie del suelo (planchado) y costras. Junto al proceso de erosión hídrica es de los más frecuentes, encontrándose ampliamente generalizado en las tierras agrícolas.

Degradación Biológica: La pérdida de la biodiversidad (organismos vivos) y de la materia orgánica (organismos de origen animal y vegetal, parcial y/o totalmente descompuestos o transformados) constituyen los efectos más notorios debidos a la ocurrencia de los procesos de degradación biológica. Esto repercute en las diferentes funciones de suelo como la asimilación de los nutrientes por las plantas. También el acomodamiento y la persistencia de los minerales del suelo en unidades específicas (estructura) que contribuyen a sostener el espacio poroso que va a asegurar el traslado del agua de lluvia y/o de riego por el suelo y la eliminación de los excesos. Además del desplazamiento del aire dentro y fuera del suelo.

Degradación Química: Varios de los procesos de degradación química están vinculados a la degradación biológica y suelen ocurrir en condiciones extremas de la ocurrencia de este último. Ejemplo de esto son el agotamiento de nutrientes y la acidificación del suelo que resultan como consecuencia de, entre otras causas, el agotamiento de la materia orgánica. La contaminación del suelo es otro proceso de degradación química que generalmente está asociado a la contaminación de aguas (superficiales y subterráneas), al inadecuado uso y manejo de insumos y desechos de la agricultura (como metales tóxicos, lodos residuales, desechos de fundición, escombros de minería).

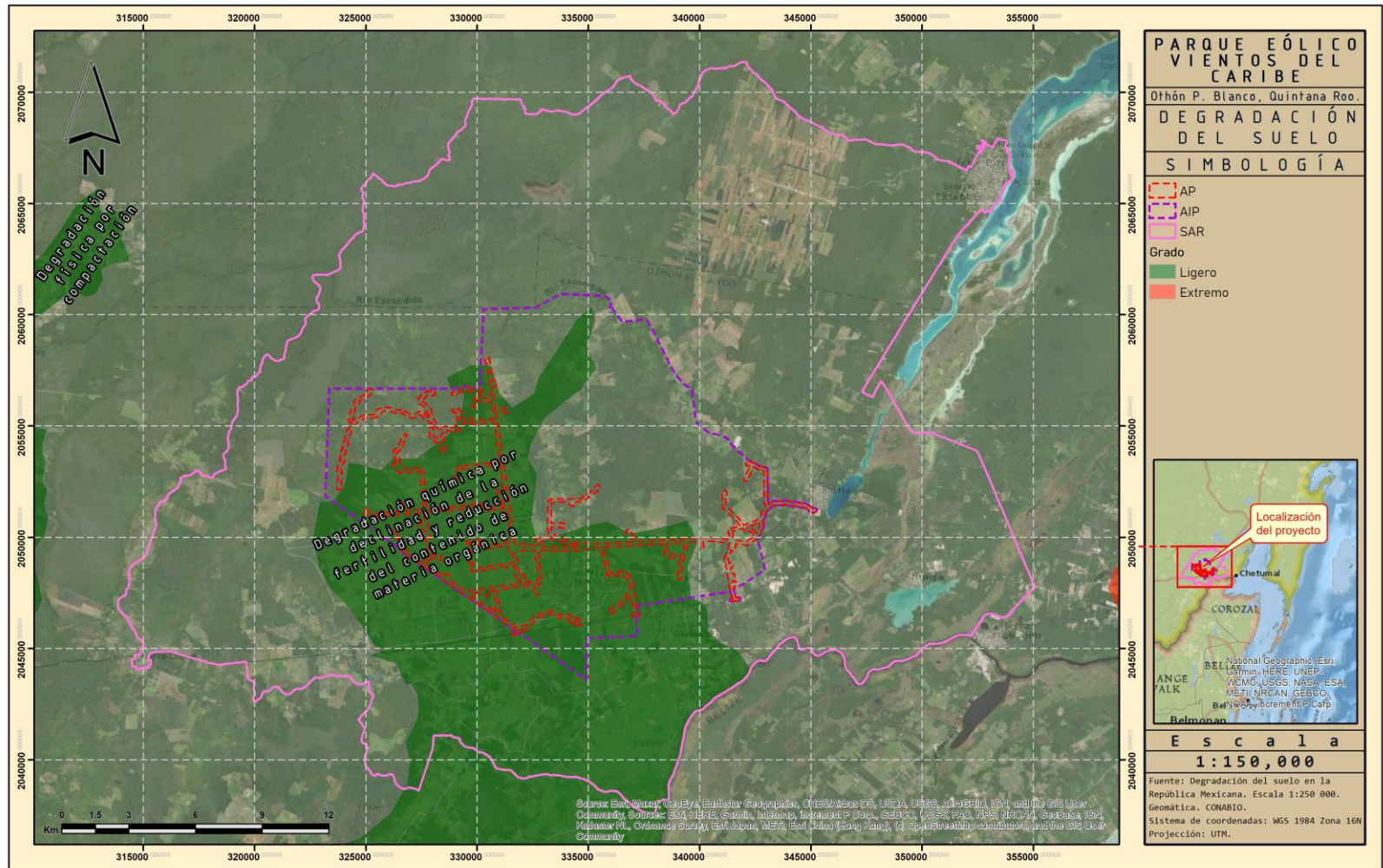
El aumento del contenido de sales en el suelo es otro proceso que ocurre en áreas habilitadas al riego (permanente), en donde el contenido salino del agua de riego y las limitaciones en el sistema de drenaje generan un aumento de la salinidad del suelo. La problemática del aumento del contenido de sales en el suelo, no sólo está limitada a regiones de riego, es habitual en áreas ganaderas que presentan drenaje natural limitado (roca, tosca) y nivel freático cercano a la superficie, y que reciben un manejo inadecuado del suelo.

Desertificación: Es un proceso combinado, multicausal que se desarrolla tanto en zonas áridas, semiáridas o subhúmedas de nuestro país. Afecta al ecosistema en su totalidad y ocurre como consecuencia de la explotación por las actividades humanas en donde la fragilidad de los sistemas naturales no es tomada en cuenta, y se sobrepasa la capacidad productiva del sistema. El resultado final es la declinación de los rendimientos de los ecosistemas, como consecuencia del establecimiento de condiciones más extremas que las naturales. La eliminación de la cobertura vegetal herbácea, el desmonte descontrolado y las sequías originadas por alteraciones climáticas naturales y antrópicas constituyen los principales desencadenantes de este proceso. Siendo el manejo irracional del suelo y el agua factores determinantes de su dirección, velocidad y ocurrencia.

La degradación de suelo presente en el área de estudio, de acuerdo al metadato “Degradación del suelo en la República Mexicana” (CONABIO, 2004), corresponde a:

- **Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, de grado ligero, ocasionado por las actividades agrícolas.**

Figura 30. Degradación del suelo CONABIO.



4.2.1.13 Agua

4.2.1.13.1 Hidrología superficial

Se entiende por Región Hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios (Ley de Aguas Nacionales 1992, última reforma publicada DOF 24-03-2016).

El área de estudio se localiza dentro de las siguientes entidades hidrológicas:

- **Región Hidrológico-Administrativa:** XII Península de Yucatán.
- **Clave de Región Hidrológica:** N°33 Yucatán Este.
- **Cuenca:** Bahía de Chetumal y Otras (RH33A).
- **Subcuencas:**
 - Bahía de Chetumal (RH33Ac).
 - Río Hondo (RH33Ad).

Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán

La Península de Yucatán se ubica en el extremo sureste mexicano, entre los meridianos **86°45' y 92°30' de longitud oeste y los paralelos 17°50' y 21°40' de latitud norte, dividiendo** al Golfo de México del Mar Caribe. Colinda en su zona sur con el estado de Tabasco y con Guatemala y Belice de oeste a este y está integrada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Su territorio abarca 148,136 km² que representan el 7.5 por ciento respecto al total nacional. Administrativamente, la región se encuentra conformada por 127 municipios, de los cuales 11 pertenecen al estado de Campeche, 10 a Quintana Roo y 106 a Yucatán.

El río Candelaria es el principal escurrimiento de tipo perene y desemboca en la Laguna de Términos, con un patrón de drenaje dendrítico. En la región RH30, se encuentran los ríos Chumpán, Candelaria, y Mammantel, en la región RH31 el río Champotón y en la RH33 el río Escondido y el Hondo, mismo que sirve como límite internacional con Belice y se origina a partir de la confluencia del Arroyo Azul y el Río Bravo, con una longitud de 121 km y una cuenca de más de 13,000 km². Hacia el suroeste del estado de Campeche existe el sistema lagunar más importante del litoral del Golfo de México, constituido por la Laguna de Términos y otras que la circundan como son: Pom-Atasta, Puerto Rico, Del Corte, el Vapor, San Francisco, del Este, Balchacah y Panlao. Estas lagunas reciben agua dulce de los principales ríos de Campeche, se comunican con la Laguna de Términos y esta a su vez lo hace con el mar y con el estero de Sabancuy; por lo tanto, en mayor o menor grado todo el sistema lagunar tiene agua salada. Los ríos que alimentan el anterior sistema lagunar son: el San Pedro y San Pablo que en parte sirven como límite con el estado de Tabasco, el

Palizada que se desplaza más hacia el este y es un efluente del río Usumacinta, el Chumpán, el Candelaria que procede de la República de Guatemala y el Mamantel.

En el estado de Quintana Roo, destacan la Laguna de Bacalar con 50 km de longitud, Chinchancanab y el sistema Lagunar Nichupté con 12 km.

A partir de los datos estimados en el balance de aguas superficiales, se aprecia que el escurrimiento virgen o por cuenca propia es de 2,883 hm³ al año. El escurrimiento total de la Región disponible al nivel de descargas al mar (Ab) se estima en 3,133 hm³ al año.

Región Higrológica N°33 Yucatán Este

Se enmarca geográficamente entre las coordendas 17°49' a 20°12' de latitud norte y entre los 87°30' y los 89°27' de longitud oeste. Colinda al occidente con las Regiones Hidrológicas No. 30 y 31 y al norte con la No.32; hacia el oriente está limitada por el mar Caribe y hacia el sur por una línea que está definida por la bahía de Chetumal, por el límite político con Belice y Guatemala. El estado de Quintana Roo tiene una aportación a esta región de 27,870.85km².

Cuenca Hidrológica 33A Bahía de Chetumal y Otras

Se ubica al sur del estado y abarca el 38.43% del territorio. Las pocas corrientes superficiales presentes en la entidad, corren por esta cuenca; presenta numerosas zonas pantanosas y abundan las lagunas y lagunetas.

Figura 31: Cuenca Hidrológica

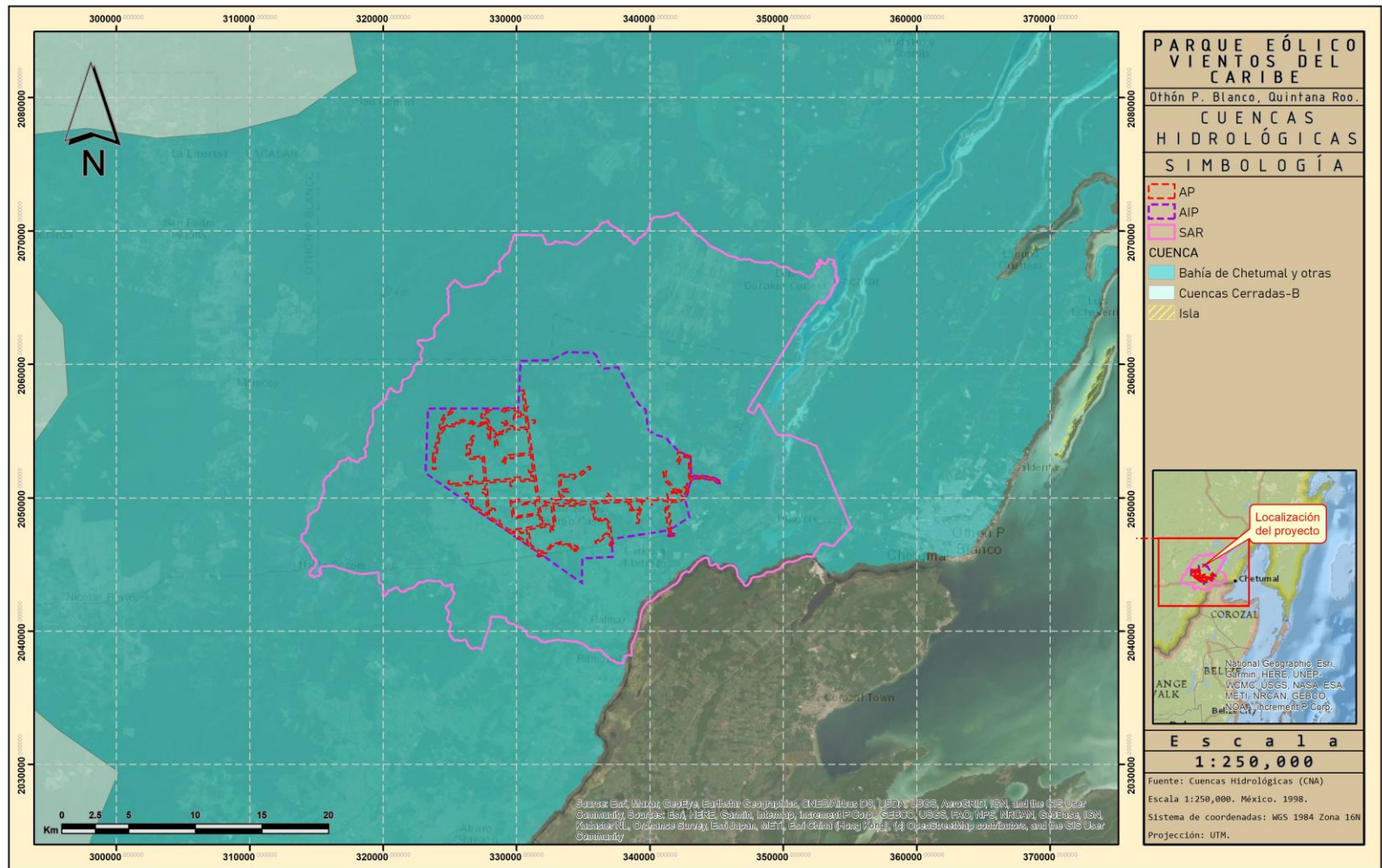
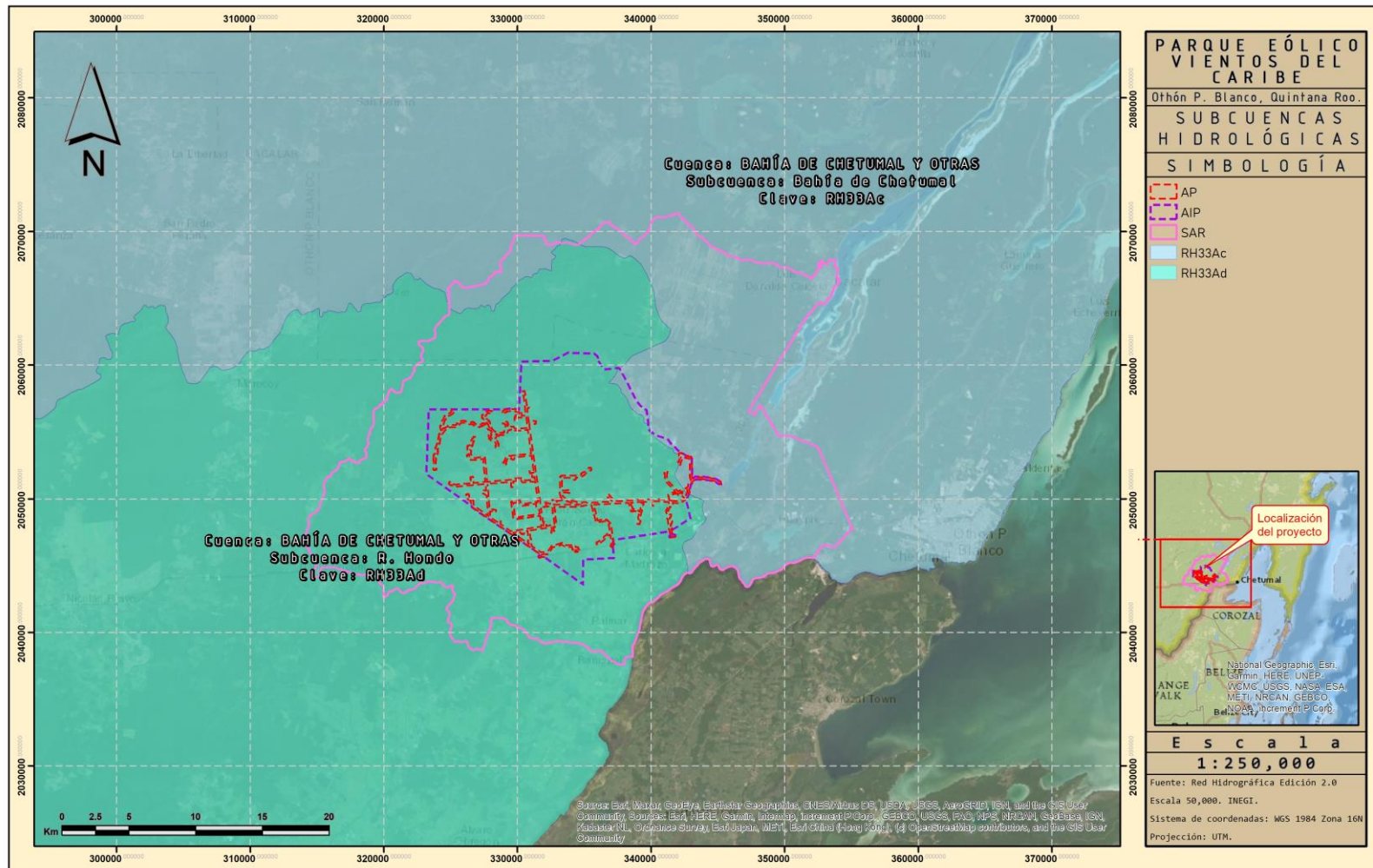


Figura 32: Subcuenca Hidrológica



4.2.1.13.1.1 Red Hidrográfica en la zona de estudio

De manera general la configuración de una red de drenaje (red hidrográfica) se compone de la siguiente manera de acuerdo a las definiciones de Strahler, 1957.

- Las corrientes que carecen de afluentes son denominadas de primer orden.
- La unión de dos afluentes de primer orden origina una corriente de segundo orden, dos segundos órdenes forman un tercero y así consecutivamente.
- Los ríos principales son aquellos que están alimentados por varias corrientes.

En la red hidrográfica presentada para el área de estudio se aprecia que, dentro de los límites del SAR, existen un conjunto de corrientes superficiales que corresponden a escurrimientos intermitentes y algunos canales de uso agrícola en operación que cruzan el AP en distintos puntos. Estas corrientes superficiales se unen en dirección SE hasta formar el cauce principal de SAR, mismo que continúa su dirección hasta unirse al río Hondo. Mencionado lo anterior, a continuación, se presentan las propiedades y los caudales máximos de este cauce principal:

El caudal mínimo de este cauce alcanza un valor igual a 0 en la temporada seca, correspondiente a los meses de invierno.

El cálculo de los caudales máximos se realizó para periodos de retorno de 10, 20, 50 y 100 años, con ayuda del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas, versión 4 (SIATL), desarrollado por INEGI y disponible en línea en la dirección: http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#

Las precipitaciones máximas probables para cada uno de los periodos de retorno se obtuvieron a partir de los datos arrojados por dicho simulador.

En las tablas siguientes, se muestran las propiedades del cauce y los valores de caudal pico o máximo (m^3/s) para cada uno de los periodos de retorno.

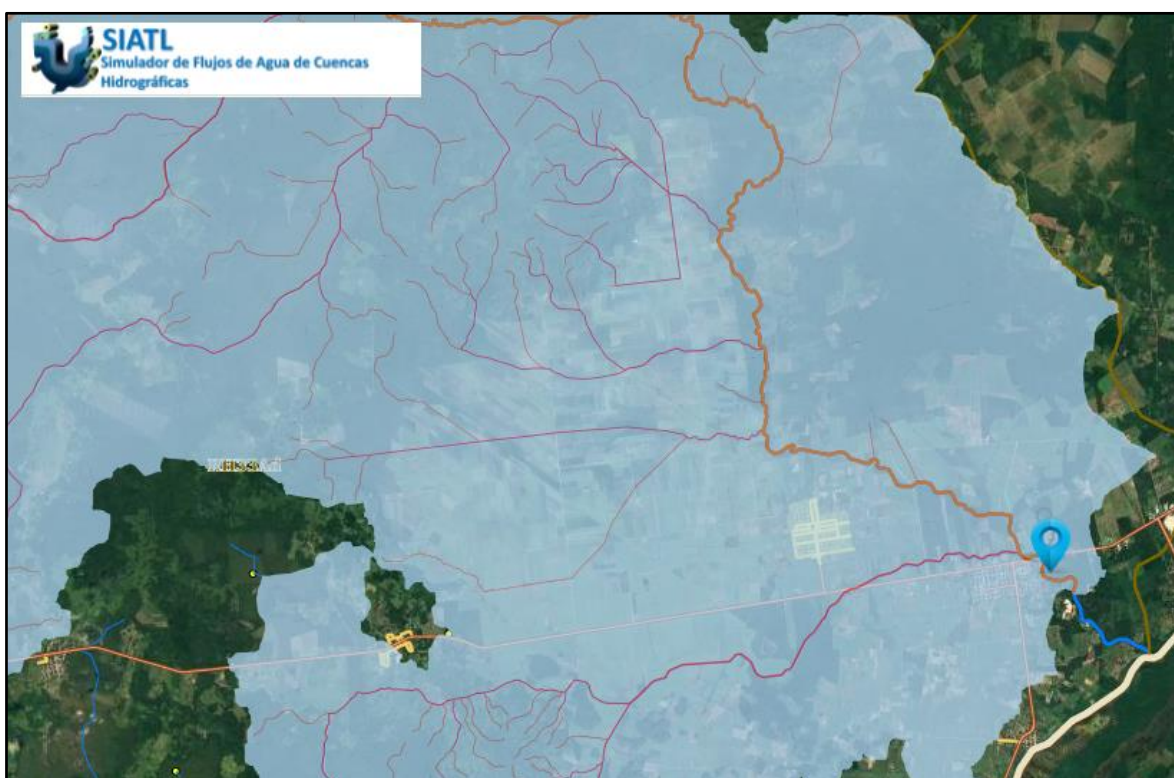
Tabla 24: *Propiedades del cauce principal dentro del SAR.*

Propiedad	Valor
Elevación máxima	342m
Elevación media	175m
Elevación mínima	9m
Longitud	198,798m
Pendiente media	0.1675%
Tiempo de concentración	2,734.33min
Área drenada	3,003.04km ²

Tabla 25: Caudales máximos del cauce principal dentro del SAR.

Periodo de retorno (años)	PM 24 (mm)	Caudal Pico (m ³ /s)
10	149.08	84.56
20	190.05	107.83
50	254.71	144.55
100	306.17	173.78

Figura 33: Cauce principal dentro del SAR, visto con el SIATL, V4, INEGI



A pesar de que algunas de las corrientes superficiales, que alimentan al cauce principal del SAR, atraviesan al AP en distintos puntos; es importante mencionar que el proyecto no realizará aprovechamiento, uso o desviación de ninguna de estas.

Esto se logrará mediante la construcción de obras de drenaje en los puntos de intersección con el AP. Estas obras permitirán el flujo natural de las corrientes y se encuentran incluidas en el Programa de conservación de suelo y agua adjunto al presente documento.

4.2.1.13.2 Hidrología subterránea

El área del proyecto se encuentra sobre el acuífero Península de Yucatán (3105).

El acuífero Península de Yucatán se localiza en la porción sureste de la República Mexicana **y está comprendida entre las coordenadas geográficas 17° 49' 00" y 21° 36' 00" de Latitud Norte y 86° 45' 00" y 91° 20' 00" de Longitud Oeste**; abarca una superficie de 141,523 km² conformada por la totalidad de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán; limita al norte y al oeste con el Golfo de México, al sur con la República de Guatemala y Belice, al suroeste con el estado de Tabasco y al este con el Mar Caribe. En total consta de 125 municipios, 11 de los cuales pertenecen al estado de Campeche, 8 a Quintana Roo y 106 a Yucatán.

La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea de la península, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido, éstos se desarrollan principalmente en la subregión Candelaria.

El río Candelaria es el principal escurrimiento de tipo perenne y desemboca en la laguna de Términos, con un patrón de drenaje dendrítico.

Calidad del Agua Subterránea

La salinidad total del agua subterránea se incrementa a lo largo del patrón de flujo desde tierra adentro y hacia la costa. La calidad del agua subterránea es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera, ya que el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente, impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y por tanto a sus caudales de extracción.

Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea, da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

La operación de las captaciones provoca el ascenso de agua salobre contenida en esa zona de mezcla, pudiendo aumentar con ello la salinidad del agua subterránea hasta altas concentraciones, que rebasen el límite máximo permisible para consumo humano. En la porción costera del acuífero, este fenómeno inutiliza, temporal o permanentemente, a los pozos que no son adecuadamente diseñados y operados, considerando el reducido espesor de agua dulce.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician la contaminación del agua subterránea, ya que las oquedades del terreno kárstico de alta permeabilidad, la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea facilitan el acceso de los contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

El acuífero Península de Yucatán, es sumamente vulnerable a la contaminación, es decir, por sus características, es muy susceptible a ser adversamente afectado por contaminantes que causen cambios químicos, físicos o biológicos y que consecuentemente las concentraciones de distintos parámetros rebasen los límites máximos permisibles para consumo humano establecidos en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre del 2000.

La vulnerabilidad a la contaminación está dada por la facilidad de acceso de los contaminantes por tratarse de un acuífero libre y kárstico de muy alta conductividad hidráulica, tanto en la zona no saturada, como en la zona saturada, así como por la poca profundidad del nivel de agua subterránea, por lo que se determina que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es en general extremadamente alta, como es el caso determinado en las zonas específicas de los municipios Benito Juárez, Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad, en el estado de Quintana Roo y en la Zona Metropolitana de Mérida, en el estado de Yucatán.

En el acuífero se afronta el problema de la eliminación de las aguas negras, ya que la dureza y la pequeña pendiente topográfica de la roca calcárea, hacen prácticamente imposible o elevadamente costosa la instalación de redes de alcantarillado en muchos núcleos de población. Por lo que las aguas residuales domésticas son descargadas directamente al terreno, o a fosas sépticas de deficiente construcción, o se infiltran crudas al subsuelo, a través de pozos de absorción, provocando la contaminación de la única fuente de abastecimiento de agua para consumo humano, principalmente por agentes patógenos.

Por lo tanto, el principal foco de contaminación al agua subterránea en el acuífero es la falta de sistemas de alcantarillado sanitario, así como las bajas eficiencias de las actuales plantas de tratamiento. En la superficie del acuífero existen otras fuentes potenciales de contaminación puntual como granjas, en las que se vierte al subsuelo el estiércol de los animales, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras y gaseras; así como fuentes de contaminación difusa que abarcan áreas más extensas, como zonas con carencia de drenaje y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego.

De acuerdo con la Secretaría de Salud, el estado de Yucatán presenta la incidencia más alta de enfermedades gastrointestinales a escala nacional, mientras que los estados de Campeche y Quintana Roo reportan tasas de incidencia superiores al promedio nacional; las enfermedades parasitarias son el principal problema de salud pública de origen hídrico, a causa de altos niveles de contaminación bacteriana.

Disponibilidad media anual de agua subterránea

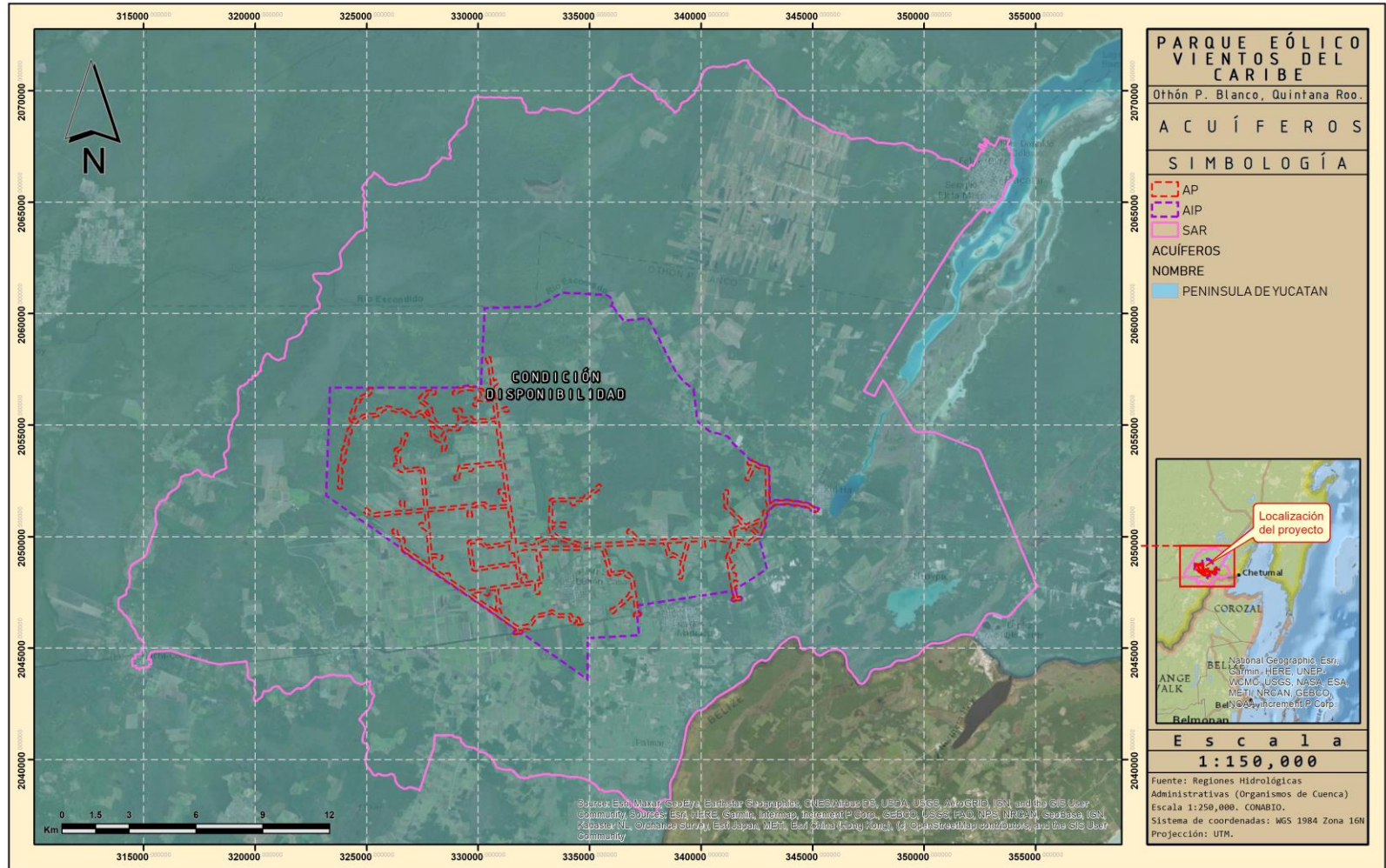
La Disponibilidad Media Anual fue determinada conforme al método establecido en la Norma Oficial Mexicana "NOM-011-CONAGUA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril del 2002, y en la que se establece el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y de las subterráneas. Para la determinación de la disponibilidad media anual de agua subterránea la Norma referida establece que deberá aplicarse la expresión:

$$DAS = R - DNCOM - VCAS$$

DAS =	Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica
R =	Recarga media anual
DNCOM =	Descarga natural comprometida
VCAS =	Volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el REPDA

La disponibilidad media anual en el acuífero, se calculó considerando una recarga media anual de 21,813.4 millones de metros cúbicos anuales; una descarga natural comprometida de 14,542.2 millones de metros cúbicos anuales y el volumen concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de septiembre del 2008 es de 2,265.595234 millones de metros cúbicos anuales; resultando en una disponibilidad media anual de agua subterránea de 5,5005.604766 millones de metros cúbicos anuales.

Figura 35: Acuífero en la zona de estudio (SAR, AIP y AP)



4.2.1.14 Volúmenes y gasto hidráulico

El escurrimiento superficial se estimó con el método de escurrimiento medio o volumen medio (SAR-CP, 1982), para pequeñas cuencas o áreas de drenaje reducido, el cual requiere el promedio de lluvia en el área de la cuenca, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento.

Los volúmenes de escorrentía y gasto hidráulico del SAR, AIP, AP y área de CUS, se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$Vm = A C Pm$$

Donde:

- A = Área de captación (km²).
- C = Coeficiente de escurrimiento.
- Pm = Precipitación Total Anual (mm).
- Vm = Volumen medio anual (m³/año).

Sustituyendo valores en la ecuación para el SAR, tenemos:

$$Vm = (858.417) (0.031) (1,108) (1000)$$
$$Vm = \mathbf{29'941,431.220} \text{ m}^3/\text{año}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, para el AIP tenemos:

$$Vm = (206.423) (0.031) (1,108) (1000)$$
$$Vm = \mathbf{7'200,002.956} \text{ m}^3/\text{año}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, para el AP tenemos:

$$Vm = (18.712) (0.163) (1,108) (1000)$$
$$Vm = \mathbf{3'378,654.399} \text{ m}^3/\text{año}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, para el área de CUS tenemos:

$$Vm = (0.385) (0.031) (1,108) (1000)$$
$$Vm = 13,429.436 \text{ m}^3/\text{año}$$

Para calcular el gasto máximo, se recurrió al Método Racional Modificado, el cual utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = 0.028 C L A$$

Donde:

0.028 = Constante numérica.

C = Coeficiente de escurrimiento.

L = Lluvia máxima en 24 hrs. (mm).

A = Área de captación (has).

Q = Escurrimiento máximo (m³/s).

Sustituyendo en la ecuación para el SAR:

$$Q = (0.028) (0.031) (280) (85,841.653)$$

$$Q = 21,185.995 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sustituyendo en la ecuación, para el AIP:

$$Q = (0.028) (0.031) (280) (20,642.305)$$

$$Q = 5,094.587 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sustituyendo en la ecuación, para el AP:

$$Q = (0.028) (0.163) (280) (1,871.212)$$

$$Q = 2,390.672 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, para el área de CUS tenemos:

$$Vm = (0.028) (0.031) (280) (38.502)$$

$$Vm = 9.502 \text{ m}^3/\text{año}$$

4.2.1.14.1 Cálculo de balance hídrico e Infiltración

Se denomina Ciclo Hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea; es decir, que es el proceso global por el cual se considera al agua un recurso natural renovable; debido a que en esa circulación espontánea y continua el líquido vital se purifica y retorna temporalmente a sus fuentes, que la ponen al alcance de sus múltiples demandantes.

Para la realización de dicho cálculo, lo primero fue calcular la evapotranspiración, para lo cual se utilizó el modelo propuesto por Turc (1961); dicho cálculo se encuentra en el apartado 4.2.1.3.1. *Evaporación* del presente capítulo.

Tabla 26: Evapotranspiración mensual Turc (1961)

Evapotranspiración Mensual TURC													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
fi	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
tm(°C)	23.7	24.0	24.7	25.9	26.6	26.9	27.0	26.9	26.7	26.0	25.0	24.0	
Ri	30.20	37.07	41.76	43.58	37.60	30.75	33.70	35.95	33.47	32.66	33.04	30.26	
Ci	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ETP (mm/mes)	19.645	19.824	22.837	23.703	22.405	20.736	21.522	22.071	21.378	20.967	20.759	19.757	
													Anual
													255.605

Una vez realizado lo anterior se calculó el balance hídrico, quedando de la siguiente forma:

Tabla 27: Balance hídrico

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Totales
Prec	53.5	20.9	22.9	30.4	69.5	173.5	165	129	178.6	137.7	72.2	54.8	1108.000
EtP	19.645	19.824	22.837	23.703	22.405	20.736	21.522	22.071	21.378	20.967	20.759	19.757	255.605
Δ	33.86	1.08	0.06	6.70	47.10	152.76	143.48	106.93	157.22	116.73	51.44	35.04	852.395
ALM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	1200.000
def	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Exceso	33.86	1.08	0.06	6.70	47.10	152.76	143.48	106.93	157.22	116.73	51.44	35.04	852.400
ETR	19.64	19.82	22.84	23.70	22.40	20.74	21.52	22.07	21.38	20.97	20.76	19.76	255.605

Donde:

Prec:	Precipitación
EtP:	Evapotranspiración
Δ:	Diferencia entre precipitación y evapotranspiración.
ALM:	Almacenaje de Agua Útil
def:	Déficit
Ex:	Exceso
ETR:	Evapotranspiración Real

4.2.1.15 Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo quedando retenida en él.

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia. O sea, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Para calcular la cantidad de agua que se infiltra en el SAR, AIP, AP y área de CUS, se utilizó el valor estimado de evapotranspiración (Turc, 1960), se multiplicó por la superficie correspondiente de cada poligonal y se convirtió a m³; así como los valores de escurrimiento (NOM-011-CONAGUA-2015) calculados para la poligonal correspondiente:

Infiltración actual del SAR (85,841.653 ha)

Figura 36: Infiltración con Balance Hídrico Actual del SAR

Balance Hídrico Actual SAR	
	Totales m ³ /año
Captación bruta	951'125,515.240
ETR	219'415,150.893
Captación neta	731'710,364.347
Infiltración	701'768,933.127
Escorrentía	29'941,431.220

Donde se observa un volumen de captación bruta de **951'125,515.2440** m³/año, el cual se obtuvo al calcular la precipitación mensual en mm por la superficie del SAR (85,841.653 ha) y convirtiéndolo a m³. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**219'415,150.893** m³/año) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **731'710,364.347** m³/año, en las mismas 85,841.653 ha.

Posteriormente, al valor de la captación neta, se le resta el valor del escurrimiento del SAR, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**29'941,431.220** m³/año), quedando así una infiltración de **701'768,933.127** m³/año, actuales para el SAR.

Infiltración actual del AIP (20,642.305 ha)

Figura 37: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AIP

Balance Hídrico Actual AIP	
	Totales m ³ /año
Captación bruta	228'716,739.400
ETR	52'762,666.003
Captación neta	175'954,073.397
Infiltración	168'754,070.441
Escorrentía	7'200,002.956

Donde se observa un volumen de captación bruta de **228'716,739.400** m³/año. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**52'762,666.003** m³/año) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **175'954,073.397** m³/año, en las 20,642.305 ha del AIP.

Posteriormente, al valor de la captación neta, se le resta el valor del escurrimiento del AIP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**7'200,002.956** m³/año), quedando así una infiltración de **168'754,070.441** m³/año, actuales para el AIP.

Infiltración actual del AP (1,871.212 ha)

Figura 38: Infiltración con Balance Hídrico Actual del AP

Balance Hídrico Actual AP	
	Totales m ³ /año
Captación bruta	20'733,028.960
ETR	4'782,902.577
Captación neta	15'950,126.383
Infiltración	12'571,471.984
Escorrentía	3'378,654.399

Donde se observa un volumen de captación bruta de **20'733,028.960** m³/año. A este valor se le resta la evapotranspiración real (**4'782,902.577** m³/año) para obtener la captación neta, quedando un resultado de **15'950,126.38** m³/año, en las 1,871.212 ha del AP.

Posteriormente, al valor de la captación neta, se le resta el valor del escurrimiento del AP, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (**3'378,654.399** m³/año), quedando así una infiltración de **12'571,471.984** m³/año, actuales para el AP.

Infiltración actual del área de CUS (38.502 ha)

Figura 39: Infiltración con Balance Hídrico Actual del área de CUS

Balance Hídrico Actual área de CUS

	Totales m³/año
Captación bruta	426,602.160
ETR	98,412.855
Captación neta	328,189.305
Infiltración	314,759.869
Escorrentía	13,429.436

Donde se observa un volumen de captación bruta de 426,602.160 m³/año. A este valor se le resta la evapotranspiración real (98,412.855 m³/año) para obtener la captación neta, quedando un resultado de 328,189.305 m³/año, en las 38.502 ha del área de CUS.

Posteriormente, al valor de la captación neta, se le resta el valor del escurrimiento del área de CUS, obtenido con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015 (13,429.436 m³/año), quedando así una infiltración de 314,759.869 m³/año, actuales para el área de CUS.

Infiltración potencial

Una vez removida la cubierta vegetal de área de CUS, la capacidad de infiltración del suelo se verá modificada, esto de la siguiente manera:

Balance Hídrico Potencial área de CUS	
	Totales m³/año
Captación bruta	426,602.160
ETR	98,412.855
Captación neta	328,189.305
Infiltración	249,321.942
Escorrentía	78,867.363

Los únicos volúmenes afectados son el escurrimiento y la infiltración. El escurrimiento potencial se obtuvo con la fórmula presente en la NOM-011-CONAGUA-2015, utilizando el valor para **“Barbecho, áreas incultas y desnudas”**, dando como resultado un volumen de 78,867.363 m³/año. Posteriormente, este valor se resta a la captación neta (328,189.305 m³/año) para obtener la infiltración potencial, misma que resulta en 249,321.942 m³/año.

Comparando los volúmenes de escurrimiento e infiltración actuales y potenciales, se observa que, una vez realizado el CUS, estos se modificarán en un total de 65,437.927 m³/año:

Tabla 28: Comparativa entre volúmenes de escurrimiento e infiltración actuales y potenciales del área de CUS

Parámetro	Actual (m³/año)	Potencial (m³/año)	Modificación (m³/año)

Escurrimiento	13,429.436	78,867.363	65,437.927
Infiltración	314,759.869	249,321.942	65,437.927

Esta modificación afectará los valores de infiltración actuales de las otras poligonales, esto como se muestra a continuación:

AP

Tabla 29: Comparativa entre volúmenes de escurrimiento e infiltración actuales y potenciales del AP

Parámetro	Actual (m ³ /año)	Potencial (m ³ /año)	Modificación (m ³ /año)
Escurrimiento	3'378,654.399	3'444,092.326	65,437.927
Infiltración	12'571,471.984	12'506,034.057	65,437.927

En el caso del AP, la modificación de 65,437.927 m³/año ocasionada por el CUS, representa una disminución en la infiltración del 0.52% y un incremento en el escurrimiento del 1.94% respecto a los valores actuales.

AIP

Tabla 30: Comparativa entre volúmenes de escurrimiento e infiltración actuales y potenciales del AIP

Parámetro	Actual (m ³ /año)	Potencial (m ³ /año)	Modificación (m ³ /año)
Escurrimiento	7'200,002.956	7'265,440.883	65,437.927
Infiltración	168'754,070.441	168'688,632.514	65,437.927

En el caso del AIP, la modificación de 65,437.927 m³/año ocasionada por el CUS, representa una disminución en la infiltración del 0.04% y un incremento en el escurrimiento del 0.91% respecto a los valores actuales.

SAR

Tabla 31: Comparativa entre volúmenes de escurrimiento e infiltración actuales y potenciales del SAR

Parámetro	Actual (m ³ /año)	Potencial (m ³ /año)	Modificación (m ³ /año)
Escurrimiento	29'941,431.220	30'006,869.147	65,437.927
Infiltración	701'768,933.127	701'703,495.200	65,437.927

En el caso del SAR, la modificación de 65,437.927 m³/año ocasionada por el CUS, representa una disminución en la infiltración del 0.009% y un incremento en el escurrimiento del 0.219% respecto a los valores actuales.

4.2.2 Medio biótico

4.2.2.1 Vegetación y Flora

Introducción

México posee una de las floras más variadas de América e incluso las cifras contabilizadas (entre 22,332 y 23,314, solo para plantas vasculares) lo ubican como el quinto país a nivel mundial con mayor riqueza florística (Llorente-Bousquets & Ocegueda 2008; Morrone 2019; Villaseñor 2003, 2016; Villaseñor & Ortiz 2014). Esta diversidad con certeza debe su origen a la posición geográfica de este país, ubicada en la transición de la zona templada del norte (holártica) y la zona tropical (neotropical), razón que ha dado lugar y desarrollo de un gran grupo de plantas, reconociendo en la flora de México tres elementos geográficos primordiales: el meridional, el boreal y el endémico o autóctono (Miranda & Hernández-X. 2014; Morrone 2019; Rzedowski 1991).

Asimismo, la biodiversidad de la flora mexicana refleja en cierta manera la nutrida diversidad de climas y suelos ligada a la accidentada topografía y compleja estructura geológica del suelo (Miranda & Hernández-X. 2014; Villaseñor 2003). Es así, que a lo largo y ancho de sus dos millones de km², los tipos de vegetación que cubren el multiforme territorio de México van desde las selvas altas de las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico hasta los desiertos en las regiones áridas de noroeste de México (González-Medrano 2003; Miranda & Hernández-X. 2014; Ramírez-Mateos **et al.** 1899; Rzedowski 2006).

Los tipos de vegetación se definen fundamentalmente por su fisonomía, derivada a su vez de las formas de vida (biotopo) de las especies vegetales que los componen. El término fisonomía se refiere, en los diccionarios de diferentes lenguas, a los elementos que nos permiten conocer el carácter de los humanos por sus atributos faciales y, de manera general, a las características externas de organismos o de objetos no animados. En este sentido, de manera práctica se puede decir que el tipo de vegetación representa la cara de la flora que en su conjunto lo compone (Miranda & Hernández-X. 2014).

Una de las manifestaciones que mejor distinguen la capacidad analítica del ser humano es su tendencia a clasificar las cosas y fenómenos de su entorno. Sin lugar a dudas esta tendencia es una pieza fundamental que conduce a la mejor comprensión, manejo y explotación del medio natural. Dentro de estas manifestaciones, en el ámbito de la botánica, la clasificación de los seres vivos vegetales y las comunidades que estos seres forman (tipos de vegetación) no son las únicas sistematizaciones, es así que la distribución de las plantas en México y sus relaciones fitogeográficas han dado lugar a una clasificación denominada como Provincias florísticas de México (Rzedowski 1978, 2006).

En México se conocen 17 provincias florísticas, actualmente tratadas como provincias biogeográficas y entonces solo 14 reconocidas (Escalante 2009; Morrone 2005, 2019; Morrone **et al.** 1999, 2002, 2017), agrupadas en cuatro regiones y estas a su vez relacionadas en forma no del todo discreta con dos reinos, Neártico y Neotropical. En general no existen límites precisos entre provincias florísticas, pues los cambios suelen ser

graduales y con frecuentes penetraciones de elementos procedentes de áreas vecinas, por consiguiente, el trazo de los límites entre provincias es arbitrario y aproximado.

En México se conocen 17 provincias florísticas, actualmente tratadas como provincias biogeográficas y entonces solo 14 reconocidas (Escalante 2009; Morrone 2005, 2019; Morrone **et al.** 1999, 2002, 2017), agrupadas en cuatro regiones y estas a su vez relacionadas en forma no del todo discreta con dos reinos, Neártico y Neotropical. En general no existen límites precisos entre provincias florísticas, pues los cambios suelen ser graduales y con frecuentes penetraciones de elementos procedentes de áreas vecinas, por consiguiente, el trazo de los límites entre provincias es arbitrario y aproximado.

Una de estas 17 provincias es la Provincia de la Península de Yucatán se ubica en la península homónima, en los estados mexicanos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y el norte de Guatemala y Belice, en áreas que no superan los 300 m de altitud. La península de Yucatán es una de las pocas grandes penínsulas cuya base se encuentra más al sur que su ápice, lo cual, sumado a la falta de relieves de magnitud, hace que se acentúe la influencia climática marina. Su vegetación consiste en bosques húmedos y secos y pastizales inundables.

La flora de esta provincia muestra numerosos elementos antillanos, aunque de acuerdo con Rzedowski (2006), esta influencia sería menor que la de la Provincia Veracruzana (del Golfo de México). Durán **et al.** (1998) encontraron la presencia de elementos florísticos antillanos, centroamericanos y del sureste de México, asimismo, Ibarra-Manríquez **et al.** (2002) descubrieron fuertes relaciones entre la flora arbórea de la península de Yucatán con la de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. Resulta interesante que pasadas transgresiones marinas mantuvieron la península de Yucatán sumergida durante diferentes periodos (Morrone 2005, 2019), por lo cual su biota sería básicamente de dispersión relativamente reciente, post-pliocénica.

La provincia de la Península de Yucatán se caracteriza por taxones de angiospermas como **Caesalpinia gaumeri**, **Pithecelobium lanceolatum**, **P. graciliflorum**, **Gouinia latifolia** var. **guatemalensis** y **G. papillosa**, asimismo su diversidad de endemismos se estima en alrededor de 194 especies de plantas vasculares de las que 99 pertenecen exclusivamente al territorio mexicano de la provincia (Carnevali **et al.** 2010; Duno-de Stefano **et al.** 2018; Durán **et al.** 1998).

Uno de los dos distritos de esta provincia corresponde al Distrito del Petén, este se sitúa en la parte sur de la península. Su clima es más húmedo que el presente en el Distrito del Norte de la Península, en donde predominan las selvas altas perennifolias (Morrone 2019). Es aquí, en donde la superficie del SAR y consecuentemente el AP quedan situadas.

El conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico: captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del suelo, agente regulador del clima local, agente reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, fuente de

bienestar espiritual y cultural por su valor estético, recreativo y educativo (Matteucci & Colma 1982).

Los estudios de la vegetación pueden enfocarse con propósito académico con miras a obtener conocimientos en el campo de la ciencia de la vegetación, o con una finalidad utilitaria, cual es la de emplear los conocimientos a la solución de problemas aplicados. Las investigaciones van desde el estudio, descripción, clasificación y cartografía de la vegetación de zonas desconocidas o poco estudiadas, hasta la búsqueda de un modelo general de la vegetación. En este sentido, el fin de este apartado es describir, delimitar y comparar los tipos de vegetación presentes en el SAR y AP, así como la flora encontrada en cada una de estas superficies, señalando sus parámetros cuantitativos a través de índices de valor de importancia y de diversidad, y su similitud a través de índices cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas de análisis digital, literatura local y datos recabados a partir del trabajo de campo y esfuerzo físico en la superficie del SAR y AP.

4.2.2.1.1 Metodología

Definición de los tipos de vegetación

Uno de los problemas que a menudo se afronta al definir un tipo de vegetación o comunidad vegetal en México, es que hasta la fecha no existe un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común (González-Medrano 2003).

En este sentido, con el fin de generar un panorama homogéneo, definición y descripción del o los tipos de vegetación presentes en el SAR y AP, se consultaron las obras y herramientas más representativas y útiles para la región de estudio (Bravo-Hollis 1955; Martínez & Galindo-Leal 2002; Miranda & Hernández-X. 2014; Rzedowski 2006). En este sentido, las líneas que describen los tipos de vegetación en este documento representan un esbozo general de las diferentes obras consultadas.

Trabajo de campo

La temporalidad del trabajo de campo relativo al levantamiento de datos taxonómicos, dasonómicos y ecológicos de la flora y vegetación del SAR y AP obedece del día 27 de abril al 11 de mayo de 2021 (temporada seca) y del día 1 al 14 de septiembre de 2021 (temporada de lluvias), tomando un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs. con periodos intercalados de descanso y toma de alimentos. El equipo de trabajo se organizó en cuatro brigadas compuestas cada una por dos especialistas en taxonomía vegetal. Cada brigada realizó exploración de campo equipada con herramientas de geolocalización, cámara fotográfica y de ser necesario presa botánica para toma de muestras vegetales. La fecha de trabajo de campo coincide con los periodos de floración y/o fructificación de varios taxa en la región de estudio, además se consideró importante el registro de las estructuras vegetativas vivas o desecas para lograr un reconocimiento completo de la diversidad de organismos vegetales presentes en las áreas exploradas. Asimismo, las especies vegetales epigeas y estacionales y/o efímeras se muestran esencialmente visibles durante esta época del ciclo anual en la región (Raunkiaer 1934), de esta manera, el trabajo de campo realizado

para estas áreas refleja en los registros valores dimensionales y de diversidad suficientemente verosímiles y confiables.

Muestreo

En la mayoría de los estudios de la vegetación no es operativo enumerar y medir todos los individuos de la comunidad, por esta razón se realizan muestreos de la misma a fin de estimar el valor de los parámetros de la población vegetal.

Tamaño de las unidades muestrales

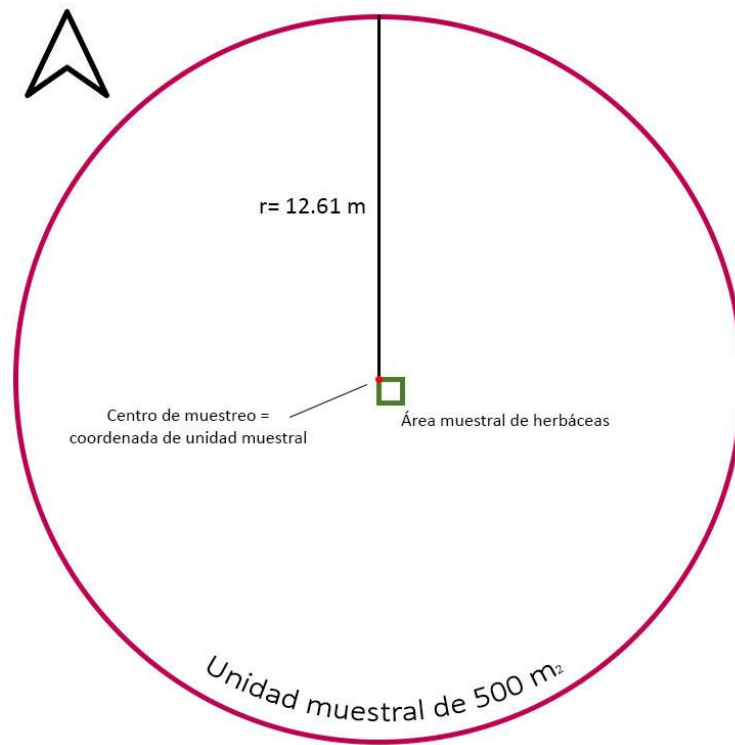
El tamaño de las unidades muestrales debe satisfacer tres requisitos fundamentales (Matteucci & Colma 1982):

- a) Deben distinguirse claramente,
- b) Las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal a medir deben establecerse de antemano y ser respetadas durante la obtención de los datos, y
- c) Una vez seleccionada la forma y el tamaño, deben mantenerse tan uniformes como sea posible a lo largo del trabajo.

Si el modelo espacial de los individuos es aleatorio, puede usarse cualquier tamaño de unidad muestral sin que se altere la precisión de la estimación y su selección depende de consideraciones prácticas (Matteucci & Colma 1982). Esto es, si los individuos a contar son pequeños y muy abundantes es preferible utilizar unidades pequeñas, por otro lado, si los individuos a contar son grandes o se encuentran distribuidos de manera dispersa, las unidades grandes resultan mucho mejores. Es importante considerar que no es conveniente utilizar unidades demasiado pequeñas porque estas destacan los errores de borde, individuos que se encuentran en el borde de la unidad y que presentan un problema de exclusión o inclusión en el muestreo.

Bajo el anterior argumento, el tamaño de las unidades muestrales seleccionado fue de 500 m², con una forma circular (radio de 12.6 m). Las unidades de muestreo circulares presentan la excelente ventaja de tener menor perímetro que los rectangulares para una misma superficie, lo que se traduce en una menor posibilidad de error al contabilizar a los árboles cuya pertenencia al sitio sea dudosa (Olvera-Vargas **et al.** 1996). El centro de la unidad muestral corresponde a la coordenada registrada para cada punto de muestreo. El área de levantamiento de datos para herbáceas consistió en un polígono cuadrado con superficie de 1 m², esta área se delimito con un perímetro físico construido a partir de tubo de ½ pulgada de PVC, el perímetro superior se posiciono perpendicularmente a la dirección del norte magnético geográfico.

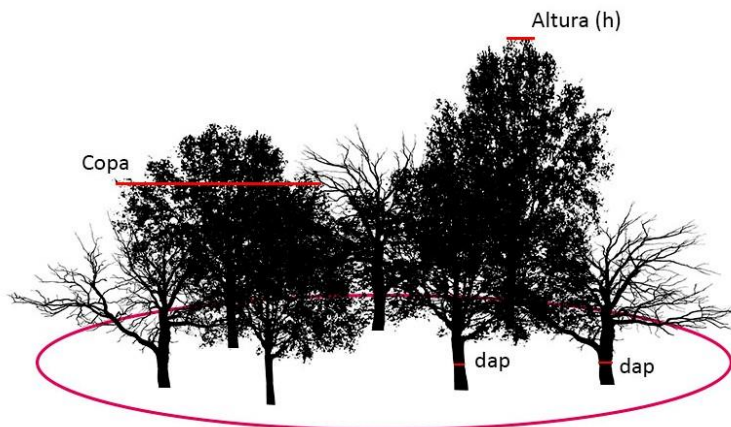
Figura 40. Representación esquemática del tamaño y forma de la unidad muestral de la vegetación.



Para el análisis de los individuos se definieron tres categorías en función al biotipo, en donde se establecieron las reglas de inclusión y exclusión conforme a lo siguiente:

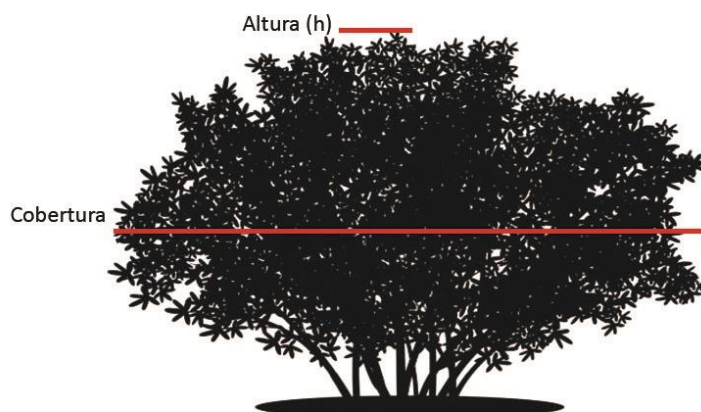
- **Arbóreas:** Todos aquellos individuos de 8 cm de dap (diámetro a la altura del pecho) o mayores. Se registró especie taxonómica, dap, altura total y copa en 500 m².

Figura 41: Ilustración gráfica del muestreo de arbóreas.



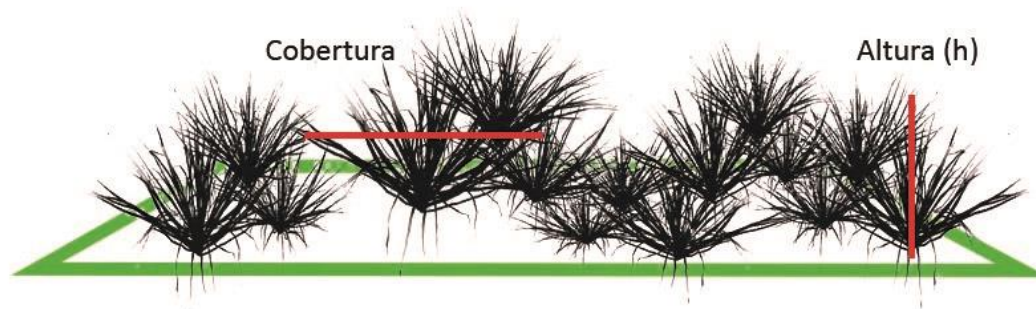
- **Arbustivas:** Todos aquellos individuos mayores a 50 cm de altura y menores a 8 cm de dap. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m².

Figura 42: Ilustración gráfica del muestreo de arbustivas.



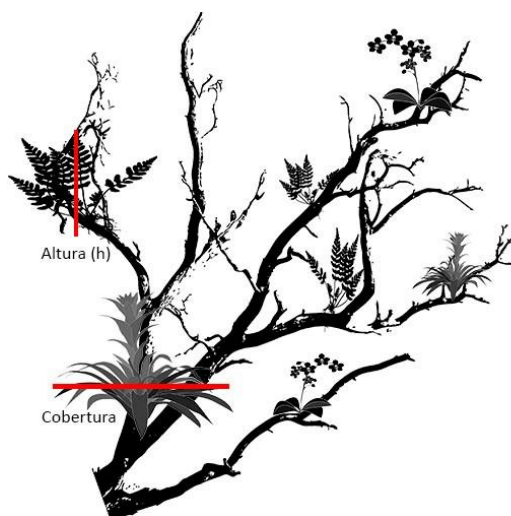
- **Herbáceas:** Todos aquellos individuos de 0 a 49 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en una superficie de 1 m².

Figura 43: Ilustración gráfica del muestreo de herbáceas.



- **Epífitas:** Todos los individuos que habitan sobre otras plantas, utilizándolas como soporte. Se registró especie taxonómica y altura total en 500 m².

Figura 44: Ilustración gráfica del muestreo de epífitas.



Cada una de las unidades de muestreo levantadas se distinguió a través de marcas visuales y llamativas, asimismo, las reglas de exclusión e inclusión del material vegetal registrado y la forma y tamaño establecido se respetó para cada una de ellas.

Los datos levantados para ambas temporadas de muestreo se unieron en una sola base de datos a fin de presentar un panorama general de los parámetros cuantitativos de la vegetación y flora analizada.

Tamaño de muestra

Cuanto mayor es el número de las unidades muestrales, más precisa es la estimación de la o las variables consideradas. No obstante, debido al gran costo del muestreo (especialmente en tiempo y esfuerzo) es preciso llegar a un equilibrio en donde el esfuerzo invertido sea equiparable a la cantidad y calidad de la información recabada (McRoberts **et al.** 2015).

Considerando que el área a analizar (SAR y AP) representa una superficie o universo finito (unidad delimitada en ha y m^2), y que es posible conocer el total de integrantes de la población (total de muestreos posibles de $500 m^2$), es conveniente el uso de la fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos (Valdivieso-Taborga **et al.** 2011). Para el desarrollo de la fórmula es importante comprender los siguientes aspectos:

Tamaño de la población: La cantidad total de unidades muestrales en la superficie analizada. Si se está tomando una muestra aleatoria sobre la totalidad de la superficie en el AP ($18,712,119.12 m^2$), entonces el tamaño de la población será de 37,424.4 muestreos posibles de $500 m^2$.

Margen de error: Un porcentaje que señala en qué medida se puede esperar que los resultados de los parámetros analizados reflejen un valor parecido al real de la población general. Entre más pequeño sea el margen de error, más cerca se estará de tener el parámetro real con un determinado nivel de confianza.

Nivel de confianza del muestreo: Un porcentaje que revela cuánta confianza puedes tener en que tu tamaño de muestra represente un parámetro dentro de un rango determinado. Por ejemplo, un nivel de confianza del 95% significa que puedes tener una seguridad del 95% de que los resultados oscilarán entre los números **x** e **y**.

Variabilidad (coeficiente de variabilidad): Un porcentaje estimado de diferenciación de un punto a otro, entre más alta la variación, incrementa el tamaño de muestra. Para obtener este valor (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) es necesario la designación de un muestreo piloto con varias repeticiones (ej. 5, 10, 15 etc.), entonces se selecciona un parámetro medible (en este caso número de individuos arbóreos y arbustivos, **I**) para cada una de las repeticiones.

Tabla 32. Relación de parámetro medible (*I*) en muestreo piloto.

Unidad de muestreo	<i>I</i> =(número de individuos)	<i>I</i> ²
1	58	3364
2	81	6561
3	52	2704
4	96	9216
5	79	6241
Total	366	28,086

El promedio (\bar{X}) del parámetro medible seleccionado corresponde a 73.2 individuos. Seguido de esto se calcula la desviación estándar (*s*) mediante la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum I^2 - \frac{(\sum I)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{28,086 - \frac{(28,086)^2}{5}}{5 - 1}} = 17.992$$

Es así que la variación (*p*) es igual a:

$$p = \frac{s * 100}{\bar{X}} = \frac{17.992 * 100}{73.2} = 24.579$$

La fórmula para cálculo de muestreos en universos finitos corresponde a la siguiente (Milton 2007; Wackerly **et al.** 2010):

$$n = \frac{\frac{z^2 * p (1 - p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p (1 - p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño de la población

e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)

p = variabilidad (porcentaje expresado con decimales)

z = puntuación z . la puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. La siguiente tabla permite encontrar la puntuación z adecuada:

Tabla 33: Relación de Nivel de confianza y puntuación z .

Nivel de confianza deseado	80%	85%	90%	95%	99%
Puntuación z	1.28	1.44	1.65	1.96	2.58

De acuerdo con SEMARNAT (2017), el tamaño de muestra debe tener niveles de confianza no menores al 95%, por lo que la puntuación de z mínima a considerar es de 1.96. Conociendo esto, se desglosa la fórmula de la siguiente manera:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.245 (1 - 0.245)}{0.1^2}}{1 + \left(\frac{1.96^2 * 0.245 (1 - 0.245)}{0.1^2 * 37,424.24}\right)} = 71^3$$

Una vez calculado el tamaño de muestra y conociendo que el número mínimo de puntos de muestreo para generar un estimado confiable de parámetros vegetales es de 71 sitios de levantamiento en el AP, este último valor se convierte en el universo o población a considerar para calcular el tamaño de muestra del SAR, desglosando así la misma fórmula:

$$n = \frac{\frac{1.96^2 * 0.245 (1 - 0.245)}{0.1^2}}{1 + \left(\frac{1.96^2 * 0.245 (1 - 0.245)}{0.1^2 * 71}\right)} = 17$$

En este sentido, se expone que el tamaño de muestra levantado en el SAR corresponde a 17 sitios de muestreo y 71 sitios para la superficie del AP, y en ambos casos, los mínimos establecidos estadísticamente fueron cumplidos.

Distribución de las unidades muestrales

La ubicación de las unidades muestrales se definió a partir del sistema de coordenadas UTM con proyección WGS84, a continuación, se presentan las coordenadas para cada unidad levantada en el AP y SAR:

³ El resultado debe redondearse al entero inmediato superior (Celis-de la Rosa & Labrada-Martagón 2014)

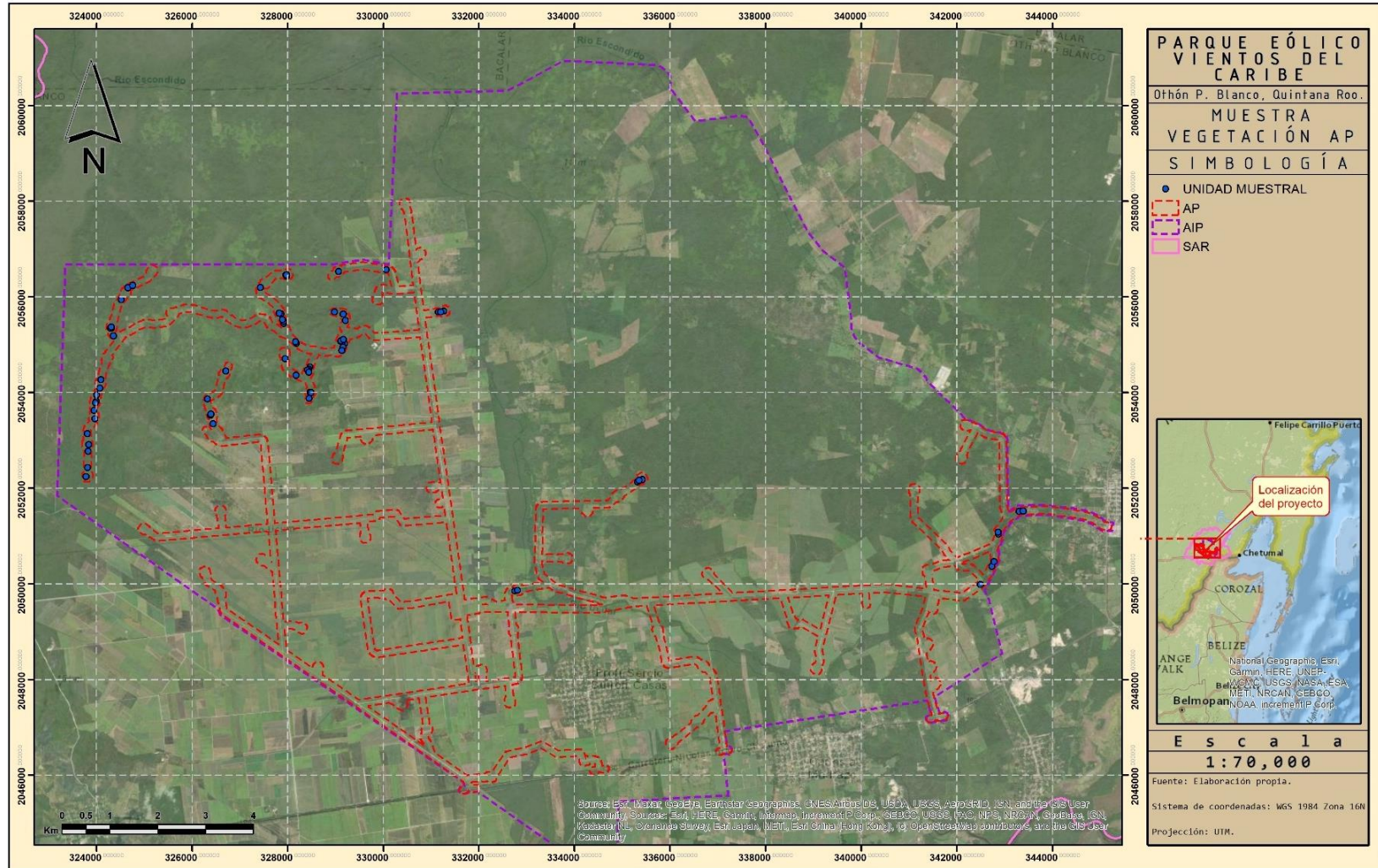
Tabla 34: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del SAR.

Unidad	Norte (X)	Este (Y)	Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	326442.76	2056961.74	10	327703.77	2042575.02
2	327691.59	2057258.08	11	327787.59	2041300.96
3	329067.43	2057829.58	12	333656.1	2041162.95
4	322808.7	2052938.75	13	341090.91	2046401.71
5	320113.25	2051896.95	14	341619.74	2058225.39
6	320781.33	2049925.8	15	348317.02	2060755.47
7	315621.94	2046168.71	16	346437.92	2065514.98
8	318691.11	2045533.7	17	339955.62	2067300.92
9	322024.87	2045004.54			

Tabla 35: Coordenadas de ubicación de unidades muestrales del AP.

Unidad	Norte (X)	Este (Y)	Unidad	Norte (X)	Este (Y)
1	330061	2056569.36	37	328444.58	2054484.22
2	342491.55	2049984.95	38	328415.39	2054468.27
3	343302.51	2051520.08	39	343383.89	2051523.52
4	328183.27	2055032.03	40	324522.51	2055941.24
5	329191.72	2055025.65	41	342774.91	2050462.2
6	328470.71	2054007.87	42	329114.69	2055077.65
7	327964.4	2056462.6	43	327856.23	2055650.29
8	329164.07	2055639.97	44	327432.81	2056199.29
9	331155.4	2055682.37	45	323816.07	2052429.28
10	328467.55	2054535.16	46	323998.55	2053818.37
11	324096.23	2054268.84	47	324312.89	2055343.94
12	329137.45	2055060.19	48	329165.28	2055107.15
13	326381.1	2053518.32	49	324757.7	2056238.48
14	324004.83	2053953.76	50	329209.64	2055504.85
15	327918.5	2055449.51	51	324291.68	2055344.59
16	327973.89	2056434.17	52	323967.08	2053449.69
17	323778.12	2052240.03	53	327819.47	2055659.31
18	326440.68	2053351.91	54	328443.9	2054427.4
19	328450.94	2053875.12	55	323979.97	2053784.96
20	324357.52	2055188.82	56	328162.9	2055063.68
21	326391.82	2053550.04	57	329155.84	2054947.69
22	327914.08	2055488.21	58	329129.73	2054877.55
23	329108.01	2055072.25	59	323809.94	2053142.15
24	342732.51	2050369.68	60	327973.03	2056461.77
25	335421.96	2052179.17	61	323949.84	2053628.2
26	342870.67	2051036.94	62	327891.88	2055523.9
27	328976.94	2055686.21	63	326709.86	2054450.4
28	331265.29	2055702.73	64	323840.06	2052910.33
29	335319.38	2052135.3	65	329064.39	2056531.84
30	326324.69	2053866.56	66	324068.53	2054089.58
31	328489.6	2053998.44	67	324308.65	2055371.27
32	332754.5	2049852.8	68	327948.43	2054705.2
33	331197.4	2055686.73	69	335351	2052160.96
34	328177.47	2054363.16	70	332808.46	2049862.9
35	324659.25	2056192.56	71	342864.96	2051080.44
36	323825.63	2052774.92			

Figura 46: Ubicación de las unidades muestrales de vegetación dentro del AP.



Curva de acumulación de especies

Una herramienta que permite visualizar el éxito del tamaño de muestra y permite generar una visión gráfica del avance en el registro de datos conforme al esfuerzo de muestreo es la curva de acumulación de especies.

En una curva de acumulación de especies, la incorporación de registros de especies al inventario se relaciona estrechamente con el esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies acumuladas. Al inicio, se registran sobre todo especies frecuentes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies menos frecuentes, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero acumulaciones (asíntota) corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona analizada (Colwell **et al.** 2004; Colwell & Coddington 1994; Gotelli & Colwell 2001; Soberón-M & Llorente-Bousquets 1993).

Las curvas de acumulación permiten:

- 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación,
- 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y
- 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

Debido a la enorme potencia de cálculo de los ordenadores actuales y la aplicabilidad de este método tan costoso computacionalmente, el análisis de la curva se realizó por medio del programa estadístico R (R Core Team 2020) por medio de los paquetes BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), dismo (Hijmans **et al.** 2020) y R commander (Fox 2005, 2017; Fox & Bouchet-Valat 2020) los cuales fueron programados para estimar el incremento de especies por unidad muestral con 100 permutaciones; es decir, 100 combinaciones diferentes que permiten estimar el promedio y desviación estándar de la incorporación de especies por sitio de muestreo.

Estimación de especies

Dado que la riqueza de especies (S) depende del tamaño del muestreo, se puede esperar que no todas las especies que ocurren dentro del área de estudio (AP o SAR) sean registradas. Es así que han sido desarrollados diferentes métodos para estimar el número total de especies de un área de estudio. Estos métodos dependen de que los sitios muestrales hayan sido levantados al azar. Es importante conocer que un método pueda ser más preciso en una situación y otro método será mejor para una segunda situación, sin embargo, debido a la ausencia de datos para verificar la precisión de extrapolación, no puede ser determinado el mejor método. Es así que con el fin de generar un panorama lo más completo posible acerca de la riqueza específica estimada, se recomienda el uso de más de uno de ellos, el mejor enfoque es esperar que la riqueza total correcta se encuentre en algún lugar dentro de los rangos dados por cada método.

Para la estimación de riqueza de especies se utilizó el mismo programa y paquetes utilizados para el cálculo de la curva de acumulación de especies. Los resultados expresan el cálculo de las fórmulas de Bootstrap (Efron 1987; Smith & van Belle 1984) y Chao (Chao 1987; Chao & Chiu 2016).

Modelo de predicción

De acuerdo con Villaseñor y colaboradores (2007), las familias Fabaceae, Poaceae y Asteraceae representan modelos suficientemente confiables para la estimación de la biodiversidad de plantas en México, incluso de manera independiente. En este sentido, los registros de la familia Fabaceae fueron considerados aquí para el cálculo de permutaciones y estimación de especies.

Trabajo de gabinete

Con el objetivo de identificar la flora observada y registrada durante el trabajo de campo, se determinó el material fotográfico y vegetal con uso de estereoscopio e información obtenida de trabajos literarios enfocados en la región (Carnevali **et al.** 2010; Duno-de Stefano **et al.** 2010; Ochoa-Gaona **et al.** 2018), así como trabajos monográficos de grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico teniendo preferencia por aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. La nomenclatura e identidad de los taxones determinados fue confirmada a través de las herramientas digitales **Tropicos** (Missouri Botanical Garden n.d.) y **JSTORPlants** (JSTOR n.d.).

Se realizó una revisión y comparación exhaustiva de las especies vegetales registradas en la flora del AP y SAR con las listadas presentadas en la NOM-059-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT 2010, 2020) y la Lista Roja de Especies Amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN 2020) a fin de identificar las especies susceptibles y su categoría de riesgo en ambas superficies.

La NOM-059-SEMARNAT tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, sus categorías se delimitan de la manera siguiente:

- Probablemente extinta en el medio silvestre (E),
- En peligro de extinción (P),
- Amenazadas (A),
- Sujetas a protección especial (Pr).

Por otro lado, la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha evolucionado para convertirse en la fuente de información más exhaustiva del mundo al respecto del estado de conservación global de especies de animales, hongos y plantas. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la IUCN constituyen un sistema de fácil comprensión para clasificar especies de alto riesgo de extinción global. Sus categorías se exponen a continuación (IUCN 2012):

- Extinta (EX),
- Extinta en estado silvestre (EW),

- En peligro crítico (CR),
- En peligro (EN),
- Vulnerable (VU),
- Casi amenazada (NT),
- Preocupación menor (LC),
- Datos insuficientes (DD),
- No evaluado (NE) (especie no evaluada para ninguna de las otras categorías).

Parámetros Cuantitativos

Índice de Valor de Importancia

Los parámetros cuantitativos más importantes y usualmente aplicados en una comunidad vegetal muestreada son (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974):

- 1) Número de individuos o densidad,
- 2) Frecuencia, el número de veces que una especie registrada aparece en los puntos de muestreo (presencia o ausencia por punto de muestreo), y
- 3) Cobertura, ya sea del área de la copa, ramas o del área basal.

El índice de valor de importancia (*IVI*) define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis 1956). Este valor se obtiene mediante la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

$$\begin{aligned} \text{Índice de valor de importancia} &= \text{IVI} \\ &= \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa} \end{aligned}$$

Densidad (= abundancia)

Este parámetro se relaciona con el recuento de individuos por unidad de área. El conteo generalmente se realiza en cada unidad de muestreo y sus repeticiones para la superficie total analizada. Posteriormente, se calcula la suma de los individuos por especie para el área total muestreada, y el resultado se expresa en términos de densidad de especies por unidad de área conveniente, como metro cuadrado, acre o hectárea (Curtis & McIntosh 1950; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$\text{Densidad} = D = \frac{\text{Total del no. de individuos de } i \text{ especie registrada} = n_i}{\text{Total del área examinada}} \times 100$$

La densidad también se puede expresar como un valor porcentual. Esto se hace dividiendo el número de individuos de una especie dada por el número total de individuos de todas las especies. Por tanto, el porcentaje de densidad es totalmente independiente del área, al menos en su método de cálculo, y en realidad es un término relativo, mejor conocido como densidad relativa (Cottam & Curtis 1956; Curtis & McIntosh 1950).

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{No. de individuos de la especie } i = n_i}{\text{Total del no. de individuos de todas las especies}} \times 100$$

Este último método se realiza también para el conjunto de las especies de todos los estratos y se denomina Abundancia relativa únicamente para diferenciar el valor de los encontrados para cada estrato individual.

Frecuencia (= balance)

La frecuencia se relaciona con el número de veces que ocurre una especie en un número determinado de unidades de muestreo colocadas repetidamente. Se expresa como una fracción del total, generalmente en porcentaje. No se trata de un conteo, solo un registro de la presencia de especies. La frecuencia es un parámetro cuantitativo mucho más estable que el conteo de individuos o la medición de la cobertura (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

$$Frecuencia = F = \frac{\text{No. de unidades de muestreo en las que la especie } i \text{ aparece}}{\text{Total de no. de unidades de muestreo examinadas}} \times 100$$

Los valores de frecuencia han sido sometidos a una considerable manipulación (Raunkiaer 1934). Entre los conceptos que se han introducido se encuentra la suma porcentual de frecuencia, o frecuencia relativa. Este es el valor de frecuencia de una especie dada dividido por el total de los valores de frecuencia para todas las especies.

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Cobertura

Por lo general, la cobertura se define como la proyección vertical del área de la copa o brote de una especie a la superficie del suelo expresada como una fracción o porcentaje de un área de referencia. Esta definición se aplica tanto a los métodos de estimación de cobertura como a la medición. En lugar del área de la copa, la cobertura también puede implicar la proyección del área basal (AB) en la superficie del suelo. El área basal es el contorno del área de una planta cerca de la superficie del suelo. En los árboles, se mide a través del diámetro, generalmente a la altura del pecho (dap), 1,5 m por encima del suelo, mediante la fórmula πr^2 donde r es igual a $\frac{1}{2}$ dap. La cobertura como parámetro de medición ha sido resaltada como de mayor importancia ecológica que la densidad. Esta idea se basa en la observación de que la cobertura proporciona una mejor medida de la biomasa vegetal que el número de individuos.

La relación de del área basal de una especie con el gran total de áreas basales de todas las especies expresado en porcentaje es conocida como dominancia relativa.

$$Dominancia\ relativa = \frac{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ la\ especie\ i}{Total\ de\ la\ suma\ de\ áreas\ basales\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Índices de Riqueza Específica

La riqueza específica es un concepto que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el número total de especies (S). No obstante, es prácticamente imposible registrar todas las especies de una comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el número total de individuos observados o N , que se incrementa con el tamaño de la muestra.

Índice de Margalef

El índice de Margalef (D_{Mg}) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Sherwin & Fornells 2019). Su fórmula es:

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N + 1)}$$

donde:

S = número de especies.

N = número total de individuos.

Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Magurran 1988).

Índice de diversidad de Menhinick

El índice de diversidad de Menhinick (D_{Mn}) al igual que el índice de Margalef se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra.

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Índices de Diversidad

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad)

Índice de dominancia de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (D_{Si}) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Bouza & Covarrubias 2005; Simpson 1949). Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

donde:

p_i = proporción entre n_i y N .

n_i = número de individuos de la especie i .

El índice de dominancia de Simpson muestra resultados entre 0 a 1 en el cual los valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie por sobre las demás; proyectando ecosistemas más homogéneos. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - D_{Si}$ (Magurran 1988).

Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Shannon & Weaver 1949). Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

El índice de Shannon-Weaver adquiere valores entre 0 (cuando hay una sola especie) y el logaritmo neperiano de S (cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos) (Magurran 1988).

Índice de Equitabilidad

Si todas las especies en una muestra muestran 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.

Índice de Pielou

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Pielou 1975).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde:

H'_{max} = logaritmo natural de S

Su valor puede variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

Índices de Similitud

Los índices o indicadores de similitud permiten cuantificar las variaciones que ocurren en la estructura de una o varias comunidades, en este caso, permiten generar una comparación de variables entre la comunidad vegetal del AP y la presente en el SAR. Existen dos tipos, los cualitativos, que consideran el número de especies presentes y las especies comunes en ambas comunidades, sin tomar en cuenta la abundancia particular de cada especie

(Sørensen-Dice y Jaccard) y los cuantitativos que incluyen esta última variable (Morisita y Horn).

Índice de Sørensen-Dice

El índice de Sørensen-Dice (G) compara dos comunidades en función del número de especies que posee cada una de ellas y el número de especies comunes entre ellas (Dice 1945; Sørensen 1948). Su fórmula corresponde a la siguiente:

$$G = \frac{2S_{12}}{S_1 + S_2} * 100$$

donde:

S_1 = número de especies en el ensamble 1 (AP)

S_2 = número de especies en el ensamble 2 (SAR)

S_{12} = número de especies compartidas entre el ensamble 1 y 2

El resultado final se expresa en un porcentaje de similitud.

Índice de Jaccard

El índice de Jaccard (L) evalúa las mismas variables evaluadas por el índice de Sørensen-Dice (Jaccard 1908). Su fórmula es:

$$L = \frac{S_{12}}{S_1 + S_2 - S_{12}} * 100$$

De igual manera que el índice anterior, el resultado final se expresa en porcentaje de similitud.

Índice de Morisita

El índice de Morisita (I_σ) se basa en el índice de dominancia de Simpson, y se determina mediante la siguiente fórmula (Morisita 1962):

$$I_\sigma = \frac{2 \sum (ni_1 ni_2)}{(D_{Si1} + D_{Si2}) N_1 N_2}$$

donde:

ni_1 = número de individuos de la especie i en el ensamble 1 (AP).

ni_2 = número de individuos de la especie i en el ensamble 2 (SAR).

D_{Si1} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 1 (AP).

D_{Si2} = índice de dominancia de Simpson en el ensamble 2 (SAR).

N_1 = número total de individuos en el ensamble 1 (AP).

N_2 = número total de individuos en el ensamble 2 (SAR).

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando son idénticas.

Índice de Horn

El índice de Horn (R_o) tiene base en el índice de diversidad de Shannon-Weaver, el procedimiento es laborioso y consiste en las siguientes etapas:

1. Determinar el índice de Shannon-Weaver para cada comunidad (H'_1, H'_2)
2. Calcular el mismo índice para los datos agrupados como si fueran una misma comunidad (H'_3). Este valor disminuye cuando las comunidades son similares y crece cuando son diferentes.
3. Determinar el valor del mismo índice considerando que todas las especies de ambas comunidades son distintas, es decir, como si no existieran especies comunes entre las dos comunidades (H'_4).
4. Determinar el índice de Shannon-Weaver promedio (H'_5) entre H'_1 y H'_2 , ponderados con sus respectivos N_1 y N_2 de cada comunidad.

El índice se determina mediante la siguiente relación:

$$R_o = \frac{H'_4 - H'_3}{H'_4 - H'_5}$$

El rango de variación de este índice es de 0 para comunidades no similares, hasta aproximadamente 1 cuando más parecidas. Debido al alto esfuerzo de cálculo de este índice, se utilizó el programa PAST (Hammer **et al.** 2001) para encontrar el resultado para cada agrupación analizada.

4.2.2.1.2 Resultados

SAR

Tipos de vegetación

Clasificación de INEGI serie VI.

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Se trata de una comunidad perturbada donde los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28°C. La precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1,300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epifitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que

esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva: **Lysiloma latisiliquum**, **Brosimum alicastrum** (ox, ramón, capomo), **Bursera simaruba** (chaka', palo mulato, jiote, copal), **Manilkara zapota** (ya', zapote, chicozapote), **Lysiloma** spp. (tsalam, guaje, tepeguaje), **Vitex gaumeri** (yaaxnik), **Bucida buceras** (pukte), **Alseis yucatanensis** (jaasché), **Psidium sartorianum** (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas. Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca.

Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia

Es una comunidad similar a la anterior en donde la sucesión secundaria da lugar a un dominio de organismos arbustivos.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia

Este tipo de comunidad vegetal secundaria se distribuye en los llamados "bajiales" o bajos inundables de la costa norte de Yucatán, centro y sur de Campeche, sur y noreste de Quintana Roo, así como en la parte central-sur del estado de Tabasco, desde Villahermosa hasta los límites con Campeche, incluyendo la parte sur de este estado en zonas con suelos inundables. Los climas en donde se desarrolla son cálido-húmedo y subhúmedo con temperatura media anual mayor a los 24°C y se desarrollan a altitudes a nivel del mar hasta los 100 msnm. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperennifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se ubican en amplias hondonadas con suelo plano y profundo, con altos contenidos de arcilla, con gran deficiencia de drenaje, lo cual provocan que se acumule durante ciertos periodos de época de lluvias, el agua drenada en las zonas contiguas. Esta selva está caracterizada por árboles bajos con alturas entre los 5 y 11 m, generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Son especies importantes: **Haematoxylum campechianum** (ek', tinto, palo de tinte), **Talisia floresii**, **Eugenia laevis**, **Bucida buceras** (pukté'), **Metopium brownei** (chechem), **Coccoloba cozumelensis**, **Cameraria latifolia**, **Croton reflexifolius**, **Hyperbaena winzerlingii**, **Byrsonima bucidifolia** (sakpaj), **Pachira aquatica** (zapote bobo, kuche'), **Byrsonima crassifolia**, **Crescentia alata**, **C. cujete**, **Curatella americana**, y **Coccoloba** sp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas están orquídeas como **Rhyncholaelia digbyana** y bromeliáceas como **Tillandsia** spp.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia

Similar a la comunidad anterior, en donde la sucesión secundaria da resultado a una dominancia de arbustos.

Vegetación secundaria herbácea de selva baja espinosa subperennifolia

Similar a las dos comunidades anteriores, en donde la sucesión secundaria da resultado a una dominancia de hierbas.

Manglar

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (**Rhizophora mangle**), mangle salado (**Avicennia germinans**), mangle blanco (**Laguncularia racemosa**) y mangle botoncillo (**Conocarpus erectus**); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Sabana

La Sabana está dominada principalmente por gramíneas, pero es común encontrar un estrato arbóreo bajo de 3 a 6m de alto. Se desarrolla sobre terrenos planos o poco inclinados, en suelos profundos y arcillosos que se inundan durante el periodo de lluvias y en la época seca se endurecen al perder el agua. El clima de Sabana es Tropical húmedo seco, la vegetación de esta comunidad se caracteriza por la dominancia de pastizales como: **Andropogon bicornis**, **Paspalum pectinatum**, **Bothriochloa alta**, **Imperata** sp., **Urochloa maxima** y otros. También existen algunas ciperáceas como **Cyperus** sp. y **Dichromena ciliata**. Además de las plantas arbóreas como jícaro (**Crescentia cujete**), cuatecomate (**Crescentia alata**), tlachicón (**Curatella americana**) y nanche (**Byrsonima crassifolia**).

Se distribuye principalmente en la planicie costera del Golfo Sur y al sur de la Península de Yucatán, en donde también se ha encontrado presencia de **Pinus caribaea**.

Tular

Comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 0.8 a 2.5 m de altura.

Está constituido básicamente por plantas de tule (**Typha** spp.), y tulinillo (**Scirpus** spp.), pero también incluye a los llamados carrizales de **Phragmites australis** y de **Arundo donax** y a los “saibadales” de **Cladium jamaicense** del sureste del país.

Agricultura de temporal permanente

Sistema de agricultura dependiente del agua de lluvia en donde la producción se obtiene en un periodo mayor a 10 años.

Agricultura de temporal semipermanente

Sistema de cultivo en donde el ciclo depende al menos en un 80% del agua de lluvias y su productividad ronda entre 2 y 10 años.

Agricultura de temporal anual

Sistema similar al anterior en donde la productividad es anual. Puede tratarse de mono o policultivos.

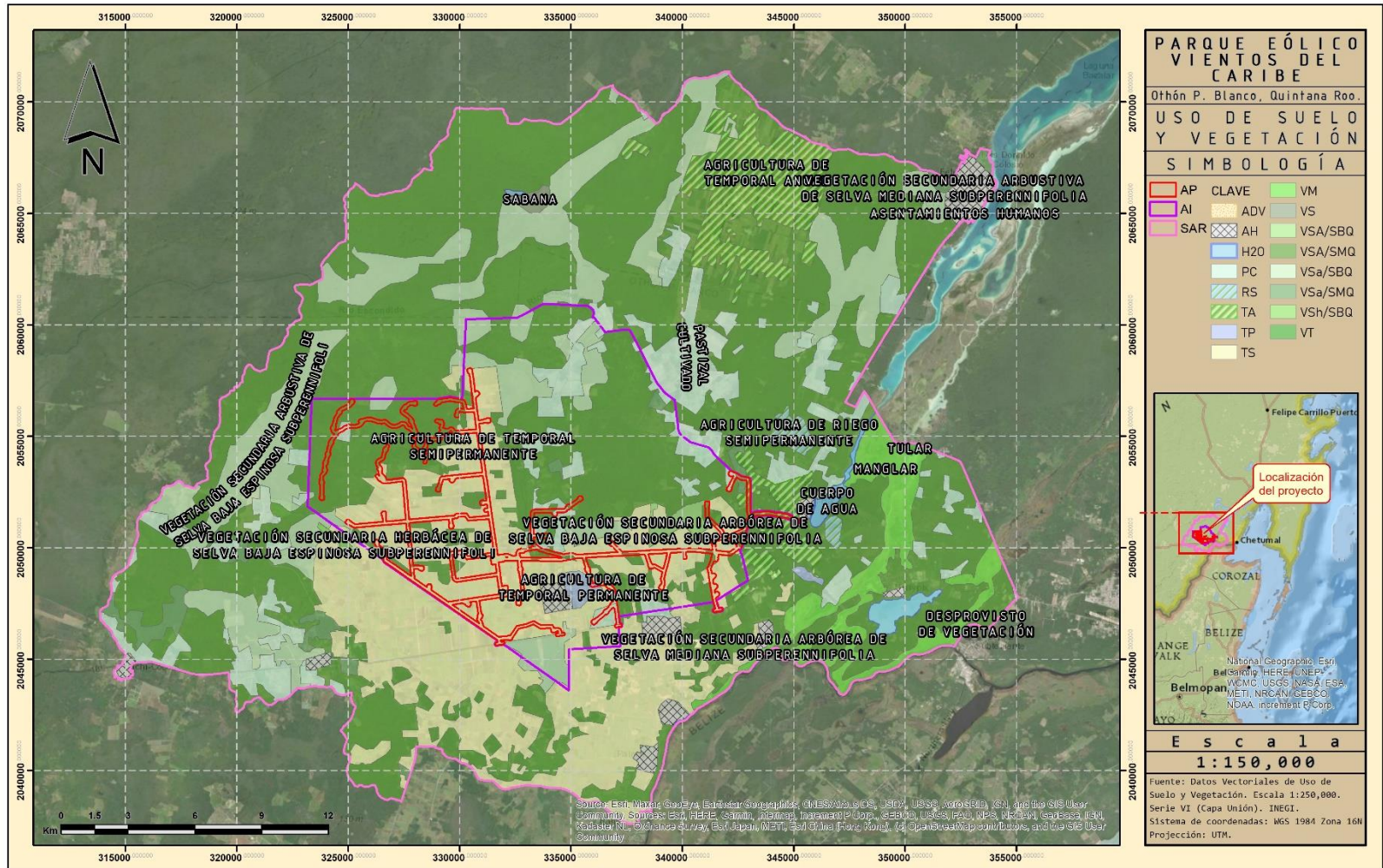
Agricultura de riego semipermanente

Sistema agrícola dependiente del agua por riego con ciclo de productividad de 2 a 10 años.

Pastizal cultivado

Superficie dominada por el cultivo de gramíneas con fines de interés agropecuarios, las especies cultivadas son variadas y no es ajena la presencia de especies nativas o invasoras creciendo como oportunistas.

Figura 47: Uso de suelo y vegetación, INEGI serie VI.



Vegetación actual

De acuerdo con la trayectoria del AP, la vegetación encontrada en el SAR corresponde:

Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Se trata de una comunidad en donde el 50 a 75% de los arboles altos pierden sus hojas durante la época más álgida de sequía. Esta comunidad con frecuencia se desarrolla en suelos profundos y algunas veces coexiste con la selva baja subcaducifolia o caducifolia además de la sabana.

Para el SAR, es frecuente la presencia de **Paullinia pinnata**, **Croton arboreus**, **Eugenia biflora**, **Vachellia cornigera**, **Ardisia escallonioides**, **Randia obcordata**, **Alseis yucatanensis**, **Crossopetalum gaumeri**, **Cryosophila stauracantha**, **Piper aduncum**, **Lonchocarpus yucatanensis**, **Guettarda elliptica**, **Tillandsia dasyliriifolia**, **Cameraria latifolia**, **Leucaena leucocephala**, **Guazuma ulmifolia**, **Bursera simaruba**, **Lysiloma latisiliquum**, **Leucaena shannonii** y **Manilkara zapota**.

Flora

Se presentan el listado florístico del tipo de vegetación muestreado en el SAR:

Tabla 36: Listado de especies vegetales registradas para el SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Acanthaceae	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	-	LC	-
	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiw	-	LC	-
	<i>Ruellia paniculata</i>	-	-	LC	-
	<i>Stenandrium nanum</i>	-	-	LC	-
Alismataceae	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	A	LC	-
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	-	LC	-
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	A	LC	-
	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	-	LC	-
	<i>Spondias mombin</i>	-	-	LC	-
Annonaceae	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	-	LC	-
	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	-	LC	-
	<i>Xylopia frutescens</i>	-	-	LC	-
Apiaceae	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	-	LC	-
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	-	LC	-
	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	-	LC	-
	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	-	LC	-
	<i>Echites panduratus</i>	-	-	LC	-
	<i>Macroscepis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	-	LC	-
	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	-	LC	-
	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	-	LC	-
	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	-	LC	-
	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Vailia anomala</i>	-	-	LC	-
Araceae	<i>Anthurium gracile</i>	-	-	LC	-
	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	-	LC	-
	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	-	LC	-
	<i>Syngonium angustatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	-	LC	-
Arecaceae	<i>Attalea cohune</i>	corozo	-	LC	-
	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	endémica , A	VU	-
	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	-	LC	-
	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	-	LC	-
	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	-	LC	-
	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	-	LC	-
	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	-	LC	-
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	-	LC	-
Asteraceae	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	-	LC	-
	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	-	LC	-
	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	-	LC	-
	<i>Harleya oxilepis</i>	-	-	LC	-
	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	-	LC	-
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	-	LC	-
	<i>Crescentia cujete</i>	waas	-	LC	-
	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	-	LC	-
	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	-	LC	-
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	-	LC	-
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	-	LC	-
	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	-	LC	-
	<i>Cordia stellifera</i>	-	-	LC	-
	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	-	LC	-
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	-	-	LC	-
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	-	LC	-
	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	-	LC	-
	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	-	LC	-
	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	-	LC	-
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	-	LC	-
	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	-	LC	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	-	LC	-
Cactaceae	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	-	LC	II
	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	-	LC	II
Canellaceae	<i>Canella winterana</i>	canela che'	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Cannabaceae	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	-	LC	-
Capparaceae	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	-	LC	-
	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	-	LC	-
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	-	LC	-
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	-	LC	-
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	-	LC	-
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	pucte	-	LC	-
	<i>Terminalia amazonia</i>	-	-	LC	-
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	-	LC	-
	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	-	LC	-
Convolvulaceae	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	-	LC	-
	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	-	LC	-
	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	-	LC	-
	<i>Ipomoea steerei</i>	-	-	LC	-
Cucurbitaceae	<i>Cionosicyus excisus</i>	aak'il k'aax	-	LC	-
	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	-	LC	-
	<i>Momordica charantia</i>	kol	-	LC	-
Cyperaceae	<i>Cyperus odoratus</i>	-	-	LC	-
	<i>Cyperus planifolius</i>	-	-	LC	-
	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	-	LC	-
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	-	LC	-
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	-	LC	-
Euphorbiaceae	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	-	LC	-
	<i>Cnidoscolus acotinifolius</i>	chaay	-	LC	-
	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	-	LC	-
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	-	LC	-
	<i>Croton cortesianus</i>	-	-	LC	-
	<i>Croton icche</i>	iik che'	-	LC	-
	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	-	LC	-
	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	-	LC	-
Fabaceae	<i>Albizia lebbeck</i>	juub che'	-	LC	-
	<i>Ateleia cubensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	-	LC	-
	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	-	LC	-
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	-	LC	-
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	-	LC	-
	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	-	LC	-
	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	LC	-
	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	-	LC	-
	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	-	LC	-
	<i>Inga affinis</i>	-	-	LC	-
	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	-	LC	-
	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	-	LC	-
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	-	LC	-
	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	-	LC	-
	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	-	LC	-
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	-	LC	-
	<i>Senna atomaria</i>	-	-	LC	-
	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	-	LC	-
	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	-	LC	-
	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	-	LC	-
	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	-	LC	-
Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	-	LC	-
Iridaceae	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	-	LC	-
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	-	LC	-
	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	-	LC	-
	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	-	LC	-
	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	-	LC	-
Lauraceae	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	-	LC	-
	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	-	LC	-
	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	-	LC	-
Loranthaceae	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	-	LC	-
Malpighiaceae	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	-	LC	-
	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	-	LC	-
	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	-	LC	-
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	-	LC	-
	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	-	LC	-
	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	-	LC	-

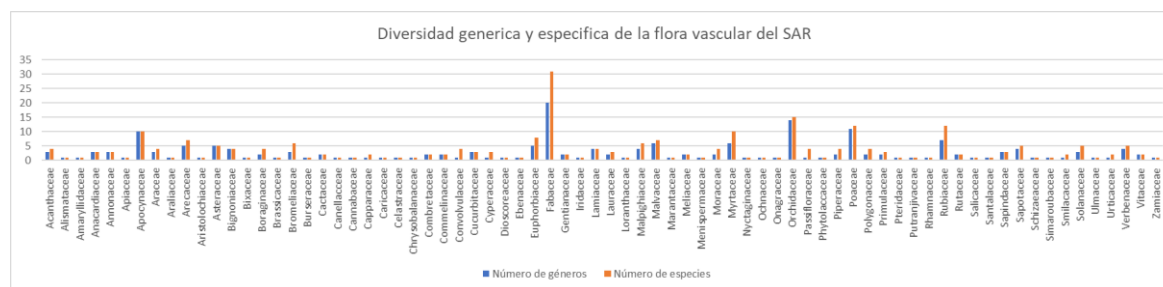
Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	-	LC	-
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	-	LC	-
	<i>Hampea rovirosae</i>	-	-	LC	-
	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	-	LC	-
	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	-	LC	-
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	-	LC	-
	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiiw	-	LC	-
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	-	LC	-
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	Pr	VU	III
	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	-	VU	II
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	-	LC	-
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	-	LC	-
	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	-	LC	-
	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	-	LC	-
	<i>Ficus maxima</i>	akúun	-	LC	-
Myrtaceae	<i>Calyptanthes karlingii</i>	-	-	LC	-
	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	-	LC	-
	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	-	LC	-
	<i>Eugenia capuli</i>	-	-	LC	-
	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	-	LC	-
	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	-	LC	-
	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	-	LC	-
	<i>Psidium guajava</i>	pichi	-	LC	-
<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	-	LC	-	
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	-	LC	-
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	-	LC	-
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	-	LC	-
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	-	LC	II
	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	-	LC	II
	<i>Encyclia alata</i>	-	-	LC	II
	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	-	LC	II
	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	-	LC	II
	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	-	LC	II
	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	-	LC	II
	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	-	LC	II
	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	-	LC	II
	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	-	LC	II
	<i>Polystachya caracasana</i>	-	-	LC	II
	<i>Prosthechea radiata</i>	-	-	LC	II

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	-	LC	II
	<i>Specklinia grobyi</i>	-	-	LC	II
	<i>Vanilla odorata</i>	-	-	EN	II
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	poch	-	LC	-
	<i>Passiflora itzensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	-	LC	-
	<i>Passiflora sublancoolata</i>	pooch k'aak'	-	LC	-
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	-	LC	-
Piperaceae	<i>Peperomia pereskiifolia</i>	laab óon aak'	-	LC	-
	<i>Piper aduncum</i>	-	-	LC	-
	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	-	LC	-
	<i>Piper neesianum</i>	-	-	LC	-
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	-	LC	-
	<i>Bouteloua americana</i>	-	-	LC	-
	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	-	LC	-
	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	-	LC	-
	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	-	LC	-
	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	-	LC	-
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	-	LC	-
	<i>Panicum amarum</i>	-	-	LC	-
	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Pharus latifolius</i>	-	-	LC	-
	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	-	LC	-
<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	-	LC	-	
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	-	LC	-
	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	-	LC	-
	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	-	LC	-
	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	-	LC	-
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	-	LC	-
	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	-	EN	-
	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	-	LC	-
Pteridaceae	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	-	LC	-
Putranjivaceae	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	-	LC	-
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	-	LC	-
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	-	LC	-
	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	-	LC	-
	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	-	LC	-
	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	-	LC	-
	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	-	LC	-
	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	-	LC	-
	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	-	LC	-
	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	-	LC	-
	<i>Randia armata</i>	peeck kitam	-	LC	-
	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	-	LC	-
	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	-	LC	-
Rutaceae	<i>Amyris attenuata</i>	-	-	LC	-
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	-	EN	-
Salicaceae	<i>Laetia thamnia</i>	ch'aw che'	-	LC	-
Santalaceae	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	-	LC	-
Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	-	LC	-
	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	-	LC	-
	<i>Serjania lundellii</i>	-	-	LC	-
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	-	LC	-
	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	-	LC	-
	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	-	LC	-
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	-	LC	-
	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	-	LC	-
Schizaeaceae	<i>Lygodium venustum</i>	-	-	LC	-
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	-	LC	-
Smilacaceae	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	-	LC	-
	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	-	LC	-
Solanaceae	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	-	LC	-
	<i>Lycianthes scandens</i>	-	-	LC	-
	<i>Solanum nigrescens</i>	-	-	LC	-
	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	-	LC	-
	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	-	LC	-
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	-	LC	-
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	-	LC	-
	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	-	LC	-
Verbenaceae	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	-	LC	-
	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	-	LC	-
	<i>Phyla nodiflora</i>	-	-	LC	-
	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	-	LC	-
	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	-	LC	-
Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>	chak tuuk anil	-	LC	-
	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	-	LC	-
Zamiaceae	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	endémica , Pr	CR	II

Para el SAR, se contabilizó la presencia de 257 especies de plantas vasculares, distribuidas en 197 géneros y 74 familias. De las especies categorizadas por la NOM-059-SEMARNAT, **Echinodorus subulatus** (como **E. tenellus**), **Astronium graveolens** y **Chamaedora oblongata** se clasifican como especies amenazadas, y la última se considera además endémica. Por la IUCN, **Chamaedora oblongata** y **Swietenia macrophylla** se listan como vulnerables, por otro lado, **Vanilla odorata**, **Bonellia flammea** y **Esenbeckia berlandieri** en peligro. Asimismo, por CITES, **Deamia testudo**, **Selenicereus grandiflorus**, **Swietenia macrophylla**, **Catasetum integerrimum**, **Cohniella ascendens**, **Encyclia alata**, **E. guatemalensis**, **Epidendrum flexuosum**, **Guarianthe aurantiaca**, **Isochilus carnosiflorus**, **Lophiaris oerstedii**, **Maxillaria tenuifolia**, **Oeceoclades maculata**, **Polystachya caracasana**, **Prosthechea radiata**, **Scaphyglottis behrii**, **Specklinia grobyi** y **Vanilla odorata** se categorizan dentro del apéndice II. Por último, tanto **Cedrela odorata** como **Zamia polymorpha** se encuentran categorizadas en las tres listas, la primera bajo protección especial, vulnerable y apéndice III y la segunda como endémica bajo protección especial, en peligro crítico (buscada como **Z. prasina**) y apéndice II. Las categorías anteriores engloban un total de 25 especies lo que representa casi un 10% de la flora registrada bajo un estatus de protección.

Figura 48: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y específica muestreada en el SAR.



Curva de acumulación de especies

Figura 49: Curva de acumulación de especies del SAR.

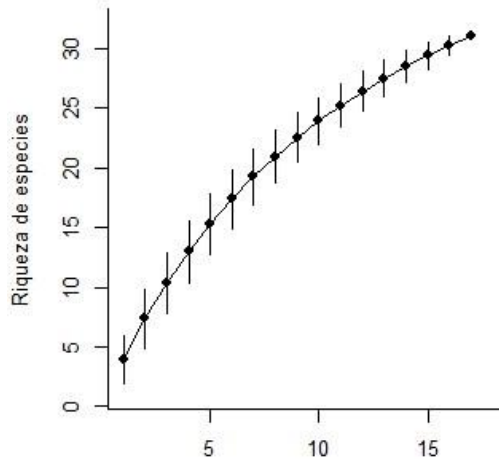


Tabla 37: Estimación de especies en el SAR.

Estrato	Riqueza (S)	Bootstrap	Chao
Fabaceae	31	36.966	38.953

De acuerdo con la acumulación de la riqueza resultada de las permutaciones, el incremento de especies disminuye a un valor inferior a 1 después de la unidad número 13, por otro lado, la probabilidad de aumento de especies después de la unidad 17 se estima en un 76%. No obstante, a la alta probabilidad de nuevos registros, todas las especies encontradas en AP han sido registradas en el SAR, por lo que la estimación del tamaño de muestra refleja una correcta representación de registros para el SAR.

Parámetros Cuantitativos

Índice de Valor de Importancia

- Arbóreas

Tabla 38: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el SAR.

Arbóreas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	AB	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Albizia lebbek</i>	juub che'	1	0.012	1	5.882	0.149	0.198	0.568	0.443	1.208
2	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	17	0.200	4	23.529	0.353	3.360	2.273	1.052	6.684
3	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	1	0.012	1	5.882	0.095	0.198	0.568	0.282	1.048
4	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	1	0.012	1	5.882	0.215	0.198	0.568	0.640	1.406
5	<i>Ateleia cubensis</i>	-	3	0.035	1	5.882	0.033	0.593	0.568	0.099	1.260
6	<i>Attalea cohune</i>	corozo	4	0.047	1	5.882	6.219	0.791	0.568	18.526	19.885
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	1	0.012	1	5.882	0.748	0.198	0.568	2.230	2.996
8	<i>Bucida buceras</i>	pucte	21	0.247	5	29.412	0.874	4.150	2.841	2.603	9.594
9	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	39	0.459	9	52.941	3.637	7.708	5.114	10.836	23.657
10	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	2	0.024	1	5.882	0.015	0.395	0.568	0.045	1.008
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	1	0.012	1	5.882	0.011	0.198	0.568	0.033	0.799
12	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	5	0.059	3	17.647	1.185	0.988	1.705	3.530	6.223
13	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	1	0.012	1	5.882	0.030	0.198	0.568	0.089	0.855
14	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	6	0.071	1	5.882	0.024	1.186	0.568	0.070	1.824
15	<i>Canella winterana</i>	canela che'	1	0.012	1	5.882	0.113	0.198	0.568	0.337	1.103
16	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	1	0.012	1	5.882	0.007	0.198	0.568	0.022	0.788
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	1	0.012	1	5.882	0.083	0.198	0.568	0.248	1.014
18	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.012	1	5.882	0.037	0.198	0.568	0.110	0.876
19	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	9	0.106	1	5.882	0.195	1.779	0.568	0.580	2.927
20	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	6	0.071	4	23.529	0.836	1.186	2.273	2.491	5.950
21	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.012	1	5.882	0.037	0.198	0.568	0.110	0.876
22	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	3	0.035	2	11.765	0.268	0.593	1.136	0.797	2.526
23	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	1	0.012	1	5.882	0.086	0.198	0.568	0.256	1.022
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	2	0.024	1	5.882	0.013	0.395	0.568	0.040	1.003
25	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	4	0.047	1	5.882	0.924	0.791	0.568	2.753	4.112
26	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	3	0.035	2	11.765	0.028	0.593	1.136	0.084	1.813
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	1	0.012	1	5.882	0.007	0.198	0.568	0.022	0.788
28	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	17	0.200	5	29.412	0.507	3.360	2.841	1.510	7.710
29	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	1	0.012	1	5.882	0.016	0.198	0.568	0.047	0.812
30	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	1	0.012	1	5.882	0.148	0.198	0.568	0.440	1.206
31	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	5	0.059	1	5.882	0.284	0.988	0.568	0.846	2.403
32	<i>Cordia stellifera</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.058	0.198	0.568	0.172	0.938
33	<i>Crescentia cujete</i>	waas	1	0.012	1	5.882	0.007	0.198	0.568	0.022	0.788

Arbóreas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	AB	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
34	<i>Croton icche</i>	iik che'	3	0.035	1	5.882	0.026	0.593	0.568	0.077	1.238
35	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	9	0.106	2	11.765	0.030	1.779	1.136	0.089	3.004
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	8	0.094	1	5.882	0.392	1.581	0.568	1.168	3.318
37	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	12	0.141	1	5.882	0.247	2.372	0.568	0.735	3.675
38	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	7	0.082	2	11.765	0.607	1.383	1.136	1.810	4.329
39	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	1	0.012	1	5.882	0.041	0.198	0.568	0.121	0.887
40	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.058	0.198	0.568	0.172	0.938
41	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	1	0.012	1	5.882	0.037	0.198	0.568	0.110	0.876
42	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.012	1	5.882	0.021	0.198	0.568	0.062	0.828
43	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.012	1	5.882	0.083	0.198	0.568	0.248	1.014
44	<i>Gliricidia sepium</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.058	0.198	0.568	0.172	0.938
45	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	19	0.224	6	35.294	0.849	3.755	3.409	2.529	9.693
46	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	4	0.047	3	17.647	0.108	0.791	1.705	0.322	2.817
47	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.012	1	5.882	0.187	0.198	0.568	0.557	1.323
48	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	1	0.012	1	5.882	0.033	0.198	0.568	0.100	0.865
49	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.047	2	11.765	0.153	0.791	1.136	0.457	2.384
50	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	2	0.024	1	5.882	0.054	0.395	0.568	0.162	1.126
51	<i>Hampea rovirosae</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.024	0.198	0.568	0.070	0.836
52	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	4	0.047	1	5.882	0.009	0.791	0.568	0.028	1.386
53	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	1	0.012	1	5.882	0.009	0.198	0.568	0.028	0.793
54	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	1	0.012	1	5.882	0.007	0.198	0.568	0.022	0.788
55	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	3	0.035	1	5.882	0.030	0.593	0.568	0.089	1.250
56	<i>Laetia thamnia</i>	ch'aw che'	1	0.012	1	5.882	0.591	0.198	0.568	1.762	2.528
57	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	22	0.259	3	17.647	0.329	4.348	1.705	0.979	7.031
58	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	1	0.012	1	5.882	0.013	0.198	0.568	0.040	0.805
59	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	1	0.012	1	5.882	0.083	0.198	0.568	0.248	1.014
60	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	5	0.059	1	5.882	0.061	0.988	0.568	0.181	1.737
61	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.027	0.198	0.568	0.080	0.845
62	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.058	0.198	0.568	0.172	0.938
63	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	1	0.012	1	5.882	0.187	0.198	0.568	0.557	1.323
64	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	2	0.024	1	5.882	0.140	0.395	0.568	0.418	1.381
65	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	18	0.212	2	11.765	0.204	3.557	1.136	0.609	5.303
66	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	8	0.094	1	5.882	0.186	1.581	0.568	0.555	2.704
67	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	28	0.329	4	23.529	2.207	5.534	2.273	6.575	14.382
68	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	1	0.012	1	5.882	0.037	0.198	0.568	0.110	0.876
69	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	24	0.282	7	41.176	0.615	4.743	3.977	1.832	10.552
70	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	21	0.247	8	47.059	0.513	4.150	4.545	1.529	10.225
71	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	1	0.012	1	5.882	0.018	0.198	0.568	0.054	0.820

Arbóreas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	AB	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
72	<i>Mosannona depressa</i>	boox éelemuy	1	0.012	1	5.882	0.030	0.198	0.568	0.089	0.855
73	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	1	0.012	1	5.882	0.021	0.198	0.568	0.062	0.828
74	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	1	0.012	1	5.882	0.011	0.198	0.568	0.033	0.799
75	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	1	0.012	1	5.882	0.007	0.198	0.568	0.022	0.788
76	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	18	0.212	3	17.647	0.810	3.557	1.705	2.413	7.675
77	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	17	0.200	5	29.412	1.197	3.360	2.841	3.565	9.765
78	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.007	0.198	0.568	0.022	0.788
79	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	2	0.024	2	11.765	0.806	0.395	1.136	2.402	3.933
80	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	1	0.012	1	5.882	0.009	0.198	0.568	0.028	0.793
81	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	1	0.012	1	5.882	0.058	0.198	0.568	0.172	0.938
82	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	2	0.024	1	5.882	0.033	0.395	0.568	0.099	1.063
83	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	18	0.212	1	5.882	0.133	3.557	0.568	0.396	4.522
84	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	8	0.094	5	29.412	0.509	1.581	2.841	1.517	5.938
85	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	3	0.035	3	17.647	0.213	0.593	1.705	0.636	2.933
86	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	1	0.012	1	5.882	0.018	0.198	0.568	0.054	0.820
87	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	1	0.012	1	5.882	0.067	0.198	0.568	0.201	0.967
88	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	1	0.012	1	5.882	0.083	0.198	0.568	0.248	1.014
89	<i>Spondias mombin</i>	-	10	0.118	4	23.529	1.318	1.976	2.273	3.928	8.177
90	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	1	0.012	1	5.882	0.021	0.198	0.568	0.062	0.828
91	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	2	0.024	1	5.882	0.083	0.395	0.568	0.248	1.211
92	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	4	0.047	4	23.529	1.312	0.791	2.273	3.909	6.972
93	<i>Terminalia amazonia</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.196	0.198	0.568	0.585	1.351
94	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	2	0.024	1	5.882	0.024	0.395	0.568	0.070	1.034
95	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	8	0.094	3	17.647	0.021	1.581	1.705	0.062	3.348
96	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	14	0.165	4	23.529	0.917	2.767	2.273	2.731	7.770
97	<i>Xylopia frutescens</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.083	0.198	0.568	0.248	1.014
Total			506	5.953	176	1035.294	33.566	100	100	100	300

El estrato arbóreo en el SAR registro la presencia de 97 especies, de las cuales, **Bursera simaruba** obtuvo el valor de importancia más alto en relación a la sumatoria elevada de individuos y apariciones por unidad de muestra. Por otro lado, **Attalea cohune** registro un valor de dominancia en área basal mas alto que las especies restantes. Otras especies con valores altos son **Lysiloma latisiliquum**, **Manilkara zapota** y **Metopium brownei**.

- Arbustivas

Tabla 39: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el SAR.

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	17	0.200	1	5.882	38.25	0.738	0.398	0.689	1.826
2	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	6	0.071	1	5.882	0.54	0.261	0.398	0.010	0.669
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	56	0.659	1	5.882	63.32	2.432	0.398	1.141	3.971
4	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	2	0.024	1	5.882	0.5	0.087	0.398	0.009	0.494
5	<i>Amyris attenuata</i>	-	27	0.318	1	5.882	2.106	1.172	0.398	0.038	1.609
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	84	0.988	5	29.412	302.15	3.647	1.992	5.444	11.084
7	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	1	0.012	1	5.882	6	0.043	0.398	0.108	0.550
8	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.012	1	5.882	0.12	0.043	0.398	0.002	0.444
9	<i>Ateleia cubensis</i>	-	5	0.059	2	11.765	9.64	0.217	0.797	0.174	1.188
10	<i>Attalea cohune</i>	corozo	30	0.353	2	11.765	666	1.303	0.797	12.000	14.099
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	1	0.012	1	5.882	0.25	0.043	0.398	0.005	0.446
12	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	37	0.435	4	23.529	7.105	1.607	1.594	0.128	3.328
13	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	22	0.259	3	17.647	10.37	0.955	1.195	0.187	2.337
14	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	6	0.071	1	5.882	30	0.261	0.398	0.541	1.199
15	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	12	0.141	3	17.647	10.5	0.521	1.195	0.189	1.905
16	<i>Bucida buceras</i>	pucte	8	0.094	1	5.882	32	0.347	0.398	0.577	1.322
17	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	11	0.129	1	5.882	3.3	0.478	0.398	0.059	0.936
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	38	0.447	4	23.529	92.59	1.650	1.594	1.668	4.912
19	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	1	0.012	1	5.882	1	0.043	0.398	0.018	0.460
20	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	21	0.247	1	5.882	71.4	0.912	0.398	1.286	2.597
21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	2	0.024	1	5.882	8	0.087	0.398	0.144	0.629
22	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	2	0.024	1	5.882	8	0.087	0.398	0.144	0.629
23	<i>Calyptanthus karlingii</i>	-	18	0.212	1	5.882	72	0.782	0.398	1.297	2.477
24	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	40	0.471	1	5.882	250	1.737	0.398	4.504	6.640
25	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	16	0.188	1	5.882	3.2	0.695	0.398	0.058	1.151
26	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	1	0.012	1	5.882	0.15	0.043	0.398	0.003	0.445
27	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.012	1	5.882	0.12	0.043	0.398	0.002	0.444
28	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	2	0.024	1	5.882	0.18	0.087	0.398	0.003	0.488
29	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	4	0.047	2	11.765	1.38	0.174	0.797	0.025	0.995
30	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.012	1	5.882	0.16	0.043	0.398	0.003	0.445
31	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	19	0.224	1	5.882	76	0.825	0.398	1.369	2.593
32	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	3	0.035	1	5.882	1.68	0.130	0.398	0.030	0.559
33	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	1	0.012	1	5.882	1	0.043	0.398	0.018	0.460
34	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	27	0.318	4	23.529	3.204	1.172	1.594	0.058	2.824
35	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	3	0.035	1	5.882	10.8	0.130	0.398	0.195	0.723

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
36	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	10	0.118	1	5.882	27.18	0.434	0.398	0.490	1.322
37	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	15	0.176	5	29.412	9.75	0.651	1.992	0.176	2.819
38	<i>Cionosicys excisus</i>	aak'il k'aax	1	0.012	1	5.882	0.15	0.043	0.398	0.003	0.445
39	<i>Cissus gossypiifolia</i>	chak tuuk anil	1	0.012	1	5.882	1	0.043	0.398	0.018	0.460
40	<i>Cnidocolus acotinifolius</i>	chaay	2	0.024	1	5.882	0.6	0.087	0.398	0.011	0.496
41	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	8	0.094	2	11.765	56.6	0.347	0.797	1.020	2.164
42	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	2	0.024	1	5.882	0.3	0.087	0.398	0.005	0.491
43	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	3	0.035	1	5.882	12	0.130	0.398	0.216	0.745
44	<i>Cordia stellifera</i>	-	6	0.071	1	5.882	30	0.261	0.398	0.541	1.199
45	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	1	0.012	1	5.882	4	0.043	0.398	0.072	0.514
46	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	72	0.847	3	17.647	67.56	3.126	1.195	1.217	5.539
47	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	129	1.518	2	11.765	200.4	5.601	0.797	3.611	10.009
48	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	5	0.059	1	5.882	4	0.217	0.398	0.072	0.688
49	<i>Croton cortesianus</i>	-	23	0.271	1	5.882	9.66	0.999	0.398	0.174	1.571
50	<i>Croton icche</i>	iik che'	34	0.400	2	11.765	15.36	1.476	0.797	0.277	2.550
51	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uuum	44	0.518	4	23.529	140.97	1.911	1.594	2.540	6.044
52	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	1	0.012	1	5.882	0.2	0.043	0.398	0.004	0.445
53	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	34	0.400	5	29.412	17.33	1.476	1.992	0.312	3.781
54	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	6	0.071	1	5.882	9	0.261	0.398	0.162	0.821
55	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	14	0.165	1	5.882	3.5	0.608	0.398	0.063	1.069
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	1	0.012	1	5.882	0.8	0.043	0.398	0.014	0.456
57	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	3	0.035	1	5.882	0.75	0.130	0.398	0.014	0.542
58	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	21	0.247	1	5.882	47.25	0.912	0.398	0.851	2.162
59	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	12	0.141	3	17.647	4.06	0.521	1.195	0.073	1.789
60	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	91	1.071	5	29.412	66.29	3.951	1.992	1.194	7.138
61	<i>Eugenia capuli</i>	-	2	0.024	1	5.882	18	0.087	0.398	0.324	0.810
62	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.012	1	5.882	1.95	0.043	0.398	0.035	0.477
63	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.012	1	5.882	0.2	0.043	0.398	0.004	0.445
64	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	1	0.012	1	5.882	6	0.043	0.398	0.108	0.550
65	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	23	0.271	3	17.647	190	0.999	1.195	3.423	5.617
66	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	1	0.012	1	5.882	6.25	0.043	0.398	0.113	0.554
67	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	45	0.529	4	23.529	102.17	1.954	1.594	1.841	5.388
68	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.047	1	5.882	18	0.174	0.398	0.324	0.896
69	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	13	0.153	1	5.882	81.25	0.564	0.398	1.464	2.427
70	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	6	0.071	1	5.882	0.96	0.261	0.398	0.017	0.676
71	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	7	0.082	3	17.647	0.78	0.304	1.195	0.014	1.513
72	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	26	0.306	5	29.412	45.38	1.129	1.992	0.818	3.939
73	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	2	0.024	1	5.882	0.08	0.087	0.398	0.001	0.487

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
74	<i>Inga affinis</i>	-	4	0.047	1	5.882	4.24	0.174	0.398	0.076	0.648
75	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	6	0.071	1	5.882	0.72	0.261	0.398	0.013	0.672
76	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	2	0.024	1	5.882	0.14	0.087	0.398	0.003	0.488
77	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	2	0.024	1	5.882	0.3	0.087	0.398	0.005	0.491
78	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	16	0.188	1	5.882	0.96	0.695	0.398	0.017	1.110
79	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	4	0.047	1	5.882	4	0.174	0.398	0.072	0.644
80	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	22	0.259	1	5.882	22	0.955	0.398	0.396	1.750
81	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	38	0.447	1	5.882	760	1.650	0.398	13.693	15.742
82	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	3	0.035	1	5.882	0.12	0.130	0.398	0.002	0.531
83	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	4	0.047	1	5.882	0.36	0.174	0.398	0.006	0.579
84	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	3	0.035	1	5.882	12	0.130	0.398	0.216	0.745
85	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	2	0.024	1	5.882	0.18	0.087	0.398	0.003	0.488
86	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	7	0.082	1	5.882	2.1	0.304	0.398	0.038	0.740
87	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	3	0.035	1	5.882	0.36	0.130	0.398	0.006	0.535
88	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	32	0.376	1	5.882	200	1.389	0.398	3.604	5.391
89	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	26	0.306	1	5.882	40.8	1.129	0.398	0.735	2.262
90	<i>Lycianthes scandens</i>	-	3	0.035	2	11.765	0.47	0.130	0.797	0.008	0.936
91	<i>Lygodium venustum</i>	-	19	0.224	2	11.765	0.37	0.825	0.797	0.007	1.628
92	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	12	0.141	1	5.882	21.6	0.521	0.398	0.389	1.309
93	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	1	0.012	1	5.882	2.25	0.043	0.398	0.041	0.482
94	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	3	0.035	2	11.765	0.17	0.130	0.797	0.003	0.930
95	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	3	0.035	3	17.647	4.25	0.130	1.195	0.077	1.402
96	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	15	0.176	1	5.882	2.4	0.651	0.398	0.043	1.093
97	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	1	0.012	1	5.882	4	0.043	0.398	0.072	0.514
98	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	15	0.176	1	5.882	54	0.651	0.398	0.973	2.023
99	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	29	0.341	4	23.529	40.65	1.259	1.594	0.732	3.585
100	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	8	0.094	1	5.882	0.3	0.347	0.398	0.005	0.751
101	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	16	0.188	1	5.882	36	0.695	0.398	0.649	1.742
102	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	11	0.129	1	5.882	2.75	0.478	0.398	0.050	0.926
103	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	3	0.035	1	5.882	0.6	0.130	0.398	0.011	0.539
104	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	21	0.247	1	5.882	84	0.912	0.398	1.513	2.824
105	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	3	0.035	1	5.882	0.48	0.130	0.398	0.009	0.537
106	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	22	0.259	1	5.882	13.86	0.955	0.398	0.250	1.603
107	<i>Passiflora foetida</i>	poch	2	0.024	1	5.882	0.02	0.087	0.398	0.000	0.486
108	<i>Passiflora itzensis</i>	-	2	0.024	1	5.882	0.045	0.087	0.398	0.001	0.486
109	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	3	0.035	1	5.882	0.75	0.130	0.398	0.014	0.542
110	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	130	1.529	9	52.941	53.945	5.645	3.586	0.972	10.202
111	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	1	0.012	1	5.882	1.44	0.043	0.398	0.026	0.468

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
112	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	5	0.059	2	11.765	1.09	0.217	0.797	0.020	1.034
113	<i>Pharus latifolius</i>	-	21	0.247	1	5.882	5.25	0.912	0.398	0.095	1.405
114	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	4	0.047	1	5.882	2.8	0.174	0.398	0.050	0.623
115	<i>Phyla nodiflora</i>	-	10	0.118	1	5.882	0.9	0.434	0.398	0.016	0.849
116	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	11	0.129	1	5.882	37.4	0.478	0.398	0.674	1.550
117	<i>Piper aduncum</i>	-	52	0.612	2	11.765	51.5	2.258	0.797	0.928	3.983
118	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	38	0.447	3	17.647	88.59	1.650	1.195	1.596	4.441
119	<i>Piper neesianum</i>	-	35	0.412	3	17.647	77.04	1.520	1.195	1.388	4.103
120	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	3	0.035	1	5.882	2.4	0.130	0.398	0.043	0.572
121	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	11	0.129	1	5.882	1.68	0.478	0.398	0.030	0.906
122	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	1	0.012	1	5.882	0.6	0.043	0.398	0.011	0.453
123	<i>Psidium guajava</i>	pichi	1	0.012	1	5.882	7.5	0.043	0.398	0.135	0.577
124	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	5	0.059	1	5.882	45	0.217	0.398	0.811	1.426
125	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	3	0.035	1	5.882	1.05	0.130	0.398	0.019	0.548
126	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	22	0.259	1	5.882	1.695	0.955	0.398	0.031	1.384
127	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	4	0.047	2	11.765	5.5	0.174	0.797	0.099	1.070
128	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	19	0.224	1	5.882	142.5	0.825	0.398	2.568	3.791
129	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	4	0.047	1	5.882	4	0.174	0.398	0.072	0.644
130	<i>Randia armata</i>	peech kitam	27	0.318	1	5.882	106.84	1.172	0.398	1.925	3.496
131	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	4	0.047	1	5.882	2	0.174	0.398	0.036	0.608
132	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	72	0.847	4	23.529	144.9	3.126	1.594	2.611	7.331
133	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	2	0.024	1	5.882	0.24	0.087	0.398	0.004	0.490
134	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	29	0.341	3	17.647	109.4	1.259	1.195	1.971	4.426
135	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	21	0.247	6	35.294	95	0.912	2.390	1.712	5.014
136	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	3	0.035	1	5.882	0.6	0.130	0.398	0.011	0.539
137	<i>Senna atomaria</i>	-	1	0.012	1	5.882	10.5	0.043	0.398	0.189	0.631
138	<i>Serjania lundellii</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.25	0.043	0.398	0.005	0.446
139	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	8	0.094	1	5.882	0.96	0.347	0.398	0.017	0.763
140	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	5	0.059	2	11.765	0.52	0.217	0.797	0.009	1.023
141	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	19	0.224	1	5.882	76	0.825	0.398	1.369	2.593
142	<i>Solanum nigrescens</i>	-	3	0.035	1	5.882	1.8	0.130	0.398	0.032	0.561
143	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	1	0.012	1	5.882	0.42	0.043	0.398	0.008	0.449
144	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	11	0.129	1	5.882	31.35	0.478	0.398	0.565	1.441
145	<i>Syngonium angustatum</i>	-	22	0.259	3	17.647	2.04	0.955	1.195	0.037	2.187
146	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	5	0.059	1	5.882	2.4	0.217	0.398	0.043	0.659
147	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	17	0.200	4	23.529	11.07	0.738	1.594	0.199	2.531
148	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	10	0.118	1	5.882	34	0.434	0.398	0.613	1.445
149	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	1	0.012	1	5.882	0.12	0.043	0.398	0.002	0.444

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
150	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	78	0.918	7	41.176	52.06	3.387	2.789	0.938	7.114
151	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	3	0.035	1	5.882	18.75	0.130	0.398	0.338	0.867
152	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	16	0.188	1	5.882	16	0.695	0.398	0.288	1.381
153	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	1	0.012	1	5.882	1	0.043	0.398	0.018	0.460
Total			2303	27.094	251	1476.471	5550.09	100	100	100	300

El estrato arbustivo presente en el SAR resulta ser el más diverso en cantidad de especies con 53 taxones. La especie con el índice más elevado es **Leucaena shannonii**, en razón de la alta sumatoria de cobertura ocupada por esta especie en la muestra. Por otro lado, **Paullinia pinnata** es la especie con los valores de densidad y frecuencia más altos. Especies como **Attalea cohune**, **Ardisia escallonioides** y **Croton arboreus** obtuvieron también valores importantes.

- Herbáceas

Tabla 40: Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo en el SAR.

Herbáceas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	11	64.706	1	5.882	0.11	5.612	1.351	0.634	7.597
2	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	1	5.882	1	5.882	0.04	0.510	1.351	0.230	2.092
3	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	5.882	1	5.882	0.04	0.510	1.351	0.230	2.092
4	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
5	<i>Bouteloua americana</i>	-	8	47.059	1	5.882	0.08	4.082	1.351	0.461	5.894
6	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	3	17.647	1	5.882	0.75	1.531	1.351	4.320	7.202
7	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
8	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	2	11.765	1	5.882	0.03	1.020	1.351	0.173	2.545
9	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
10	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	3	17.647	1	5.882	0.0075	1.531	1.351	0.043	2.925
11	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	1	5.882	1	5.882	0.008	0.510	1.351	0.046	1.908
12	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	9	52.941	1	5.882	0.2025	4.592	1.351	1.166	7.110
13	<i>Cyperus odoratus</i>	-	4	23.529	2	11.765	0.39	2.041	2.703	2.246	6.990
14	<i>Cyperus planifolius</i>	-	3	17.647	1	5.882	0.27	1.531	1.351	1.555	4.437
15	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
16	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.01	0.510	1.351	0.058	1.919
17	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	6	35.294	1	5.882	0.24	3.061	1.351	1.382	5.795
18	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	5	29.412	1	5.882	0.2	2.551	1.351	1.152	5.054
19	<i>Echites panduratus</i>	-	1	5.882	1	5.882	1.5	0.510	1.351	8.640	10.502
20	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	2	11.765	1	5.882	0.005	1.020	1.351	0.029	2.401
21	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.008	0.510	1.351	0.046	1.908
22	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
23	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	7	41.176	2	11.765	0.025	3.571	2.703	0.144	6.418

Herbáceas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
24	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	5.882	1	5.882	0.04	0.510	1.351	0.230	2.092
25	<i>Harleya oxilepis</i>	-	3	17.647	1	5.882	0.03	1.531	1.351	0.173	3.055
26	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.04	0.510	1.351	0.230	2.092
27	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	1	5.882	1	5.882	1	0.510	1.351	5.760	7.622
28	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	10	58.824	3	17.647	0.1675	5.102	4.054	0.965	10.121
29	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.06	0.510	1.351	0.346	2.207
30	<i>Ipomoea steerei</i>	-	2	11.765	1	5.882	0.5	1.020	1.351	2.880	5.252
31	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	4	23.529	2	11.765	0.04	2.041	2.703	0.230	4.974
32	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	4	23.529	1	5.882	0.16	2.041	1.351	0.922	4.314
33	<i>Lepidium virginicum</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.018	0.510	1.351	0.104	1.965
34	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	1	5.882	1	5.882	0.01	0.510	1.351	0.058	1.919
35	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	1	5.882	1	5.882	0.01	0.510	1.351	0.058	1.919
36	<i>Lygodium venustum</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
37	<i>Macroscespis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
38	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	3	17.647	1	5.882	0.225	1.531	1.351	1.296	4.178
39	<i>Momordica charantia</i>	kol	2	11.765	1	5.882	0.18	1.020	1.351	1.037	3.409
40	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.008	0.510	1.351	0.046	1.908
41	<i>Panicum amarum</i>	-	2	11.765	1	5.882	0.03	1.020	1.351	0.173	2.545
42	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	2	11.765	1	5.882	0.02	1.020	1.351	0.115	2.487
43	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	14	82.353	1	5.882	7.84	7.143	1.351	45.159	53.653
44	<i>Passiflora sublancoolata</i>	pooch k'aak'	1	5.882	1	5.882	0.05	0.510	1.351	0.288	2.150
45	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	1	5.882	1	5.882	0.3	0.510	1.351	1.728	3.590
46	<i>Pharus latifolius</i>	-	1	5.882	1	5.882	0.04	0.510	1.351	0.230	2.092
47	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	4	23.529	1	5.882	0.01	2.041	1.351	0.058	3.450
48	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	2	11.765	1	5.882	0.08	1.020	1.351	0.461	2.833
49	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiw	3	17.647	1	5.882	0.18	1.531	1.351	1.037	3.919
50	<i>Ruellia paniculata</i>	-	12	70.588	2	11.765	0.05	6.122	2.703	0.288	9.113
51	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	2	11.765	1	5.882	0.24	1.020	1.351	1.382	3.754
52	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiw	1	5.882	1	5.882	0.01	0.510	1.351	0.058	1.919
53	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	1	5.882	1	5.882	0.09	0.510	1.351	0.518	2.380
54	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	2	11.765	1	5.882	0.02	1.020	1.351	0.115	2.487
55	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	15	88.235	1	5.882	0.15	7.653	1.351	0.864	9.868
56	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	2	11.765	1	5.882	0.08	1.020	1.351	0.461	2.833
57	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	1	5.882	1	5.882	0.04	0.510	1.351	0.230	2.092
58	<i>Stenandrium nanum</i>	-	4	23.529	2	11.765	0.01	2.041	2.703	0.058	4.801
59	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	1	5.882	1	5.882	0.0064	0.510	1.351	0.037	1.898
60	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	4	23.529	1	5.882	0.36	2.041	1.351	2.074	5.466
61	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	1	5.882	1	5.882	0.02	0.510	1.351	0.115	1.977

Herbáceas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
62	<i>Vailia anomala</i>	-	2	11.765	1	5.882	0.02	1.020	1.351	0.115	2.487
63	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	6	35.294	5	29.412	0.68	3.061	6.757	3.917	13.735
Total			196	1152.941	74	435.294	17.3609	100	100	100	300

El estrato herbáceo registro la presencia de 63 especies, de estas **Sporobolus virginicus** registro la mayor cantidad de organismos contabilizados para el SAR, **Zamia polymorpha** encontró un valor de apariciones por unidad mas alto en comparación a las otras especies del mismo estrato y **Passiflora serratifolia** la acumulación de cobertura ocupada mas importante. Esta ultima especie mostro también el valor de importancia más alto para las herbáceas del SAR.

- Epífitas

Tabla 41: Índice de Valor de Importancia para epífitas en el SAR.

Epífitas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	5	0.059	3	17.647	2.090	4.237	8.333	18.592	31.163
2	<i>Anthurium gracile</i>	-	4	0.047	1	5.882	4.000	3.390	2.778	35.583	41.750
3	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	1	0.012	1	5.882	0.040	0.847	2.778	0.356	3.981
4	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	10	0.118	4	23.529	0.127	8.475	11.111	1.125	20.711
5	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	3	0.035	2	11.765	0.580	2.542	5.556	5.159	13.257
6	<i>Encyclia alata</i>	-	2	0.024	1	5.882	0.005	1.695	2.778	0.044	4.517
7	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	1	0.012	1	5.882	0.040	0.847	2.778	0.356	3.981
8	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.010	0.847	2.778	0.089	3.714
9	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.010	0.847	2.778	0.089	3.714
10	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.010	0.847	2.778	0.089	3.714
11	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	3	0.035	1	5.882	0.090	2.542	2.778	0.801	6.121
12	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	3	0.035	1	5.882	0.030	2.542	2.778	0.267	5.587
13	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	laab óon aak'	1	0.012	1	5.882	0.010	0.847	2.778	0.089	3.714
14	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	2	0.024	1	5.882	1.260	1.695	2.778	11.209	15.681
15	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	2	0.024	2	11.765	0.450	1.695	5.556	4.003	11.254
16	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	1	0.012	1	5.882	1.000	0.847	2.778	8.896	12.521
17	<i>Polystachya caracasana</i>	-	10	0.118	1	5.882	0.100	8.475	2.778	0.890	12.142
18	<i>Prosthechea radiata</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.063	0.847	2.778	0.556	4.181
19	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	1	0.012	1	5.882	0.023	0.847	2.778	0.200	3.825
20	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	1	0.012	1	5.882	0.040	0.847	2.778	0.356	3.981
21	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	1	0.012	1	5.882	0.040	0.847	2.778	0.356	3.981
22	<i>Specklinia grobyi</i>	-	2	0.024	1	5.882	0.005	1.695	2.778	0.044	4.517
23	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	1	0.012	1	5.882	0.030	0.847	2.778	0.267	3.892
24	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	47	0.553	2	11.765	0.732	39.831	5.556	6.511	51.897
25	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	7	0.082	2	11.765	0.070	5.932	5.556	0.623	12.110

Epífitas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
26	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	4	0.047	1	5.882	0.148	3.390	2.778	1.317	7.484
27	<i>Vanilla odorata</i>	-	2	0.024	1	5.882	0.240	1.695	2.778	2.135	6.608
Total			118	1.388	36	211.765	11.241	100	100	100	300

El grupo compuesto por epífitas se compone por 27 especies de las cuales **Tillandsia dasyliriifolia** representa el taxón con el valor más importante dentro del SAR, esto en relación a la sumatoria de individuos más alta encontrada para este taxón, asimismo el valor de frecuencia más alto fue localizado en **Cohniella ascendens** mientras que el valor más significativo de dominancia se encontró en **Anthurium gracile**.

Abundancia relativa

Tabla 42: Abundancia relativa de las especies vegetales en el SAR.

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Paullinia pinnata</i>	130	4.163
<i>Croton arboreus</i>	129	4.131
<i>Eugenia biflora</i>	91	2.914
<i>Vachellia cornigera</i>	87	2.786
<i>Ardisia escallonioides</i>	84	2.690
<i>Randia obcordata</i>	76	2.434
<i>Alseis yucatanensis</i>	73	2.337
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	72	2.305
<i>Cryosophila stauracantha</i>	53	1.697
<i>Piper aduncum</i>	52	1.665
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	50	1.601
<i>Guettarda elliptica</i>	47	1.505
<i>Tillandsia dasylirifolia</i>	47	1.505
<i>Cameraria latifolia</i>	46	1.473
<i>Leucaena leucocephala</i>	44	1.409
<i>Guazuma ulmifolia</i>	42	1.345
<i>Bursera simaruba</i>	40	1.281
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	40	1.281
<i>Leucaena shannonii</i>	39	1.249
<i>Manilkara zapota</i>	39	1.249
<i>Bauhinia herrerae</i>	38	1.217
<i>Bunchosia swartziana</i>	38	1.217
<i>Piper amalago</i>	38	1.217
<i>Croton icche</i>	37	1.185
<i>Quadrella incana</i>	37	1.185
<i>Sabal mexicana</i>	37	1.185
<i>Metopium brownei</i>	36	1.153
<i>Piper neesianum</i>	35	1.121
<i>Attalea cohune</i>	34	1.089
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	34	1.089
<i>Mimosa bahamensis</i>	30	0.961
<i>Vitex gaumeri</i>	30	0.961
<i>Bucida buceras</i>	29	0.929
<i>Pimenta dioica</i>	29	0.929
<i>Amyris attenuata</i>	27	0.865
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	27	0.865
<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	27	0.865

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Ludwigia octovalvis</i>	27	0.865
<i>Randia armata</i>	27	0.865
<i>Sabal yapa</i>	26	0.833
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	23	0.736
<i>Croton cortesianus</i>	23	0.736
<i>Bonellia flammea</i>	22	0.704
<i>Celtis trinervia</i>	22	0.704
<i>Nectandra salicifolia</i>	22	0.704
<i>Ouratea lucens</i>	22	0.704
<i>Pharus latifolius</i>	22	0.704
<i>Psychotria tenuifolia</i>	22	0.704
<i>Syngonium angustatum</i>	22	0.704
<i>Eugenia acapulcensis</i>	21	0.672
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	20	0.640
<i>Lygodium venustum</i>	20	0.640
<i>Piscidia piscipula</i>	20	0.640
<i>Smilax spinosa</i>	20	0.640
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	19	0.608
<i>Coccoloba spicata</i>	19	0.608
<i>Calyptranthes karlingii</i>	18	0.576
<i>Thevetia ahouai</i>	18	0.576
<i>Adelia oaxacana</i>	17	0.544
<i>Carica papaya</i>	17	0.544
<i>Myrcianthes fragrans</i>	17	0.544
<i>Elytraria bromoides</i>	16	0.512
<i>Bromelia pinguin</i>	15	0.480
<i>Haematoxylum campechianum</i>	15	0.480
<i>Sporobolus virginicus</i>	15	0.480
<i>Passiflora serratifolia</i>	14	0.448
<i>Eugenia aeruginea</i>	13	0.416
<i>Stachytarpheta frantzii</i>	13	0.416
<i>Diospyros yucatanensis</i>	12	0.384
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	12	0.384
<i>Ruellia paniculata</i>	12	0.384
<i>Trema micrantha</i>	12	0.384
<i>Acmella oppositifolia</i>	11	0.352
<i>Bunchosia lindeniana</i>	11	0.352
<i>Cecropia peltata</i>	11	0.352
<i>Hampea trilobata</i>	11	0.352
<i>Myrciaria floribunda</i>	11	0.352

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Cedrela odorata</i>	10	0.320
<i>Chromolaena laevigata</i>	10	0.320
<i>Cohniella ascendens</i>	10	0.320
<i>Ipomoea heterodoxa</i>	10	0.320
<i>Phyla nodiflora</i>	10	0.320
<i>Polystachya caracasana</i>	10	0.320
<i>Spondias mombin</i>	10	0.320
<i>Coccoloba barbadensis</i>	9	0.288
<i>Cynodon dactylon</i>	9	0.288
<i>Dendropanax arboreus</i>	9	0.288
<i>Simarouba amara</i>	9	0.288
<i>Tabebuia rosea</i>	9	0.288
<i>Ateleia cubensis</i>	8	0.256
<i>Bouteloua americana</i>	8	0.256
<i>Cordia dodecandra</i>	8	0.256
<i>Haematoxylum calakmulense</i>	8	0.256
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	8	0.256
<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	8	0.256
<i>Luehea speciosa</i>	8	0.256
<i>Morinda royoc</i>	8	0.256
<i>Cordia stellifera</i>	7	0.224
<i>Drypetes laterifolia</i>	7	0.224
<i>Ehretia tinifolia</i>	7	0.224
<i>Eustoma exaltatum</i>	7	0.224
<i>Jatropha gaumeri</i>	7	0.224
<i>Tillandsia fasciculata</i>	7	0.224
<i>Ageratum gaumeri</i>	6	0.192
<i>Bonellia macrocarpa</i>	6	0.192
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	6	0.192
<i>Hamelia patens</i>	6	0.192
<i>Lasiacis divaricata</i>	6	0.192
<i>Petrea volubilis</i>	6	0.192
<i>Philodendron radiatum</i>	6	0.192
<i>Zamia polymorpha</i>	6	0.192
<i>Aechmea bracteata</i>	5	0.160
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	5	0.160
<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	5	0.160
<i>Echinodorus subalatus</i>	5	0.160
<i>Guettarda combsii</i>	5	0.160
<i>Lisianthus axillaris</i>	5	0.160

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Psychopterys rivularis</i>	5	0.160
<i>Smilax aristolochiifolia</i>	5	0.160
<i>Anthurium gracile</i>	4	0.128
<i>Chloroleucon mangense</i>	4	0.128
<i>Cyperus odoratus</i>	4	0.128
<i>Inga affinis</i>	4	0.128
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	4	0.128
<i>Licaria campechiana</i>	4	0.128
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4	0.128
<i>Nectandra coriacea</i>	4	0.128
<i>Passiflora sublanceolata</i>	4	0.128
<i>Quadrella cynophallophora</i>	4	0.128
<i>Randia aculeata</i>	4	0.128
<i>Randia longiloba</i>	4	0.128
<i>Stenandrium nanum</i>	4	0.128
<i>Tillandsia variabilis</i>	4	0.128
<i>Tradescantia spathacea</i>	4	0.128
<i>Byrsonima crassifolia</i>	3	0.096
<i>Cestrum dumetorum</i>	3	0.096
<i>Cipura campanulata</i>	3	0.096
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	3	0.096
<i>Cyperus planifolius</i>	3	0.096
<i>Deamia testudo</i>	3	0.096
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	3	0.096
<i>Harleya oxilepis</i>	3	0.096
<i>Krugiodendron ferreum</i>	3	0.096
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	3	0.096
<i>Lophiaris oerstedii</i>	3	0.096
<i>Lycianthes scandens</i>	3	0.096
<i>Malvaviscus arboreus</i>	3	0.096
<i>Mandevilla subsagittata</i>	3	0.096
<i>Maranta arundinacea</i>	3	0.096
<i>Maxillaria tenuifolia</i>	3	0.096
<i>Neea psychotroides</i>	3	0.096
<i>Psychotria nervosa</i>	3	0.096
<i>Ruellia blechum</i>	3	0.096
<i>Salvia occidentalis</i>	3	0.096
<i>Solanum nigrescens</i>	3	0.096
<i>Vachellia gentlei</i>	3	0.096
<i>Amphilophium crucigerum</i>	2	0.064

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Asclepias curassavica</i>	2	0.064
<i>Callicarpa acuminata</i>	2	0.064
<i>Cascabela gaumeri</i>	2	0.064
<i>Cecropia obtusifolia</i>	2	0.064
<i>Ceiba pentandra</i>	2	0.064
<i>Cheilanthes microphylla</i>	2	0.064
<i>Chrysobalanus icaco</i>	2	0.064
<i>Cnidoscolus acotinifolius</i>	2	0.064
<i>Encyclia alata</i>	2	0.064
<i>Eugenia capuli</i>	2	0.064
<i>Ficus crassinervia</i>	2	0.064
<i>Ficus maxima</i>	2	0.064
<i>Ibervillea millspaughii</i>	2	0.064
<i>Ipomoea steerei</i>	2	0.064
<i>Lantana canescens</i>	2	0.064
<i>Lonchocarpus xuul</i>	2	0.064
<i>Momordica charantia</i>	2	0.064
<i>Panicum amarum</i>	2	0.064
<i>Paspalum paniculatum</i>	2	0.064
<i>Passiflora foetida</i>	2	0.064
<i>Passiflora itzensis</i>	2	0.064
<i>Philodendron jacquinii</i>	2	0.064
<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	0.064
<i>Plumeria obtusa</i>	2	0.064
<i>Psidium guineense</i>	2	0.064
<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	2	0.064
<i>Rivina humilis</i>	2	0.064
<i>Solanum tridynamum</i>	2	0.064
<i>Specklinia grobyi</i>	2	0.064
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0.064
<i>Vailia anomala</i>	2	0.064
<i>Vanilla odorata</i>	2	0.064
<i>Albizia lebeck</i>	1	0.032
<i>Annona primigenia</i>	1	0.032
<i>Aristida ternipes</i>	1	0.032
<i>Aristolochia chiapensis</i>	1	0.032
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.032
<i>Bauhinia divaricata</i>	1	0.032
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	0.032
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1	0.032

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Canella winterana</i>	1	0.032
<i>Catasetum integerrimum</i>	1	0.032
<i>Cenchrus echinatus</i>	1	0.032
<i>Chamaedorea oblongata</i>	1	0.032
<i>Chloris virgata</i>	1	0.032
<i>Cionoscycus excisus</i>	1	0.032
<i>Cissus gossypifolia</i>	1	0.032
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0.032
<i>Commelina erecta</i>	1	0.032
<i>Cordia alliodora</i>	1	0.032
<i>Cornutia pyramidata</i>	1	0.032
<i>Crescentia cujete</i>	1	0.032
<i>Cyperus rotundus</i>	1	0.032
<i>Desmodium paniculatum</i>	1	0.032
<i>Echites panduratus</i>	1	0.032
<i>Encyclia guatemalensis</i>	1	0.032
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.032
<i>Epidendrum flexuosum</i>	1	0.032
<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	1	0.032
<i>Euphorbia cyatophora</i>	1	0.032
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.032
<i>Fridericia podopogon</i>	1	0.032
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0.032
<i>Guarianthe aurantiaca</i>	1	0.032
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.032
<i>Hampea rovirosae</i>	1	0.032
<i>Hymenocallis littoralis</i>	1	0.032
<i>Ipomoea anisomeres</i>	1	0.032
<i>Ipomoea mitchellae</i>	1	0.032
<i>Isochilus carnosiflorus</i>	1	0.032
<i>Laetia thamnina</i>	1	0.032
<i>Lepidium virginicum</i>	1	0.032
<i>Machaonia lindeniana</i>	1	0.032
<i>Macroschloa yucatanensis</i>	1	0.032
<i>Malpighia glabra</i>	1	0.032
<i>Matayba oppositifolia</i>	1	0.032
<i>Mosannonna depressa</i>	1	0.032
<i>Oeceoclades maculata</i>	1	0.032
<i>Pentalinon andrieuxii</i>	1	0.032
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	1	0.032

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Phoradendron trinervium</i>	1	0.032
<i>Pouteria reticulata</i>	1	0.032
<i>Prosthechea radiata</i>	1	0.032
<i>Psidium guajava</i>	1	0.032
<i>Psittacanthus mayanus</i>	1	0.032
<i>Scaphyglottis behrii</i>	1	0.032
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	1	0.032
<i>Senna atomaria</i>	1	0.032
<i>Serjania lundellii</i>	1	0.032
<i>Sida abutilifolia</i>	1	0.032
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1	0.032
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	1	0.032
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	1	0.032
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	1	0.032
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.032
<i>Terminalia amazonia</i>	1	0.032
<i>Tillandsia bulbosa</i>	1	0.032
<i>Vachellia collinsii</i>	1	0.032
<i>Vitis tiliifolia</i>	1	0.032
<i>Xylopia frutescens</i>	1	0.032
Total	3123	100

Índice de Margalef

- Arbóreas

Tabla 43: Índice de Margalef para el estrato arbóreo en el SAR.

Índice de Margalef	
Dmg	15.413

- Arbustivas

Tabla 44: Índice de Margalef para el estrato arbustivo en el SAR.

Índice de Margalef	
Dmg	19.632

- Herbáceas

Tabla 45: Índice de Margalef para el estrato herbáceo en el SAR.

Índice de Margalef	
Dmg	

Dmg	11.735
------------	--------

- Epífitas

Tabla 46: Índice de Margalef para epífitas en el SAR.

Índice de Margalef	
Dmg	5.440

Índice de diversidad de Menhinick

- Arbóreas

Tabla 47: Índice de Menhinick para el estrato arbóreo en el SAR.

Índice de Menhinick	
Dmn	4.312

- Arbustivas

Tabla 48: Índice de Menhinick para el estrato arbustivo en el SAR.

Índice de Menhinick	
Dmn	3.188

- Herbáceas

Tabla 49: Índice de Menhinick para el estrato herbáceo en el SAR.

Índice de Menhinick	
Dmn	4.500

- Epífitas

Tabla 50: Índice de Menhinick para epífitas en el SAR.

Índice de Menhinick	
Dmn	2.486

Índice de dominancia de Simpson

- Arbóreas

Tabla 51: Índice de dominancia de Simpson para el estrato arbóreo en el SAR.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
1	<i>Albizia lebeck</i>	juub che'	1	0.002	0.000
2	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	17	0.034	0.001
3	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	1	0.002	0.000
4	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	1	0.002	0.000
5	<i>Ateleia cubensis</i>	-	3	0.006	0.000
6	<i>Attalea cohune</i>	corozo	4	0.008	0.000
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	1	0.002	0.000
8	<i>Bucida buceras</i>	pucte	21	0.042	0.002
9	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	39	0.077	0.006
10	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	2	0.004	0.000
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	1	0.002	0.000
12	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	5	0.010	0.000
13	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	1	0.002	0.000
14	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	6	0.012	0.000
15	<i>Canella winterana</i>	canela che'	1	0.002	0.000
16	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	1	0.002	0.000
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	1	0.002	0.000
18	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.002	0.000
19	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	9	0.018	0.000
20	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	6	0.012	0.000
21	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.002	0.000
22	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	3	0.006	0.000
23	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	1	0.002	0.000
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	2	0.004	0.000
25	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéj	4	0.008	0.000
26	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	3	0.006	0.000
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	1	0.002	0.000
28	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	17	0.034	0.001
29	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	1	0.002	0.000
30	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	1	0.002	0.000
31	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	5	0.010	0.000
32	<i>Cordia stellifera</i>	-	1	0.002	0.000
33	<i>Crescentia cujete</i>	waas	1	0.002	0.000
34	<i>Croton icche</i>	iik che'	3	0.006	0.000
35	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	9	0.018	0.000
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	8	0.016	0.000
37	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	12	0.024	0.001

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
38	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	7	0.014	0.000
39	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	1	0.002	0.000
40	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	1	0.002	0.000
41	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	1	0.002	0.000
42	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.002	0.000
43	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.002	0.000
44	<i>Gliricidia sepium</i>	-	1	0.002	0.000
45	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	19	0.038	0.001
46	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	4	0.008	0.000
47	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.002	0.000
48	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	1	0.002	0.000
49	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.008	0.000
50	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	2	0.004	0.000
51	<i>Hampea rovirosae</i>	-	1	0.002	0.000
52	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	4	0.008	0.000
53	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	1	0.002	0.000
54	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	1	0.002	0.000
55	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	3	0.006	0.000
56	<i>Laetia thamnia</i>	ch'aw che'	1	0.002	0.000
57	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	22	0.043	0.002
58	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	1	0.002	0.000
59	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	1	0.002	0.000
60	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	5	0.010	0.000
61	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	1	0.002	0.000
62	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	1	0.002	0.000
63	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	1	0.002	0.000
64	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	2	0.004	0.000
65	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	18	0.036	0.001
66	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	8	0.016	0.000
67	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	28	0.055	0.003
68	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	1	0.002	0.000
69	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	24	0.047	0.002
70	<i>Metopium brownei</i>	chechem	21	0.042	0.002
71	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	1	0.002	0.000
72	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	1	0.002	0.000
73	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	1	0.002	0.000
74	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	1	0.002	0.000
75	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	1	0.002	0.000
76	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	18	0.036	0.001

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
77	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	17	0.034	0.001
78	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	1	0.002	0.000
79	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	2	0.004	0.000
80	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	1	0.002	0.000
81	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	1	0.002	0.000
82	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	2	0.004	0.000
83	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	18	0.036	0.001
84	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	8	0.016	0.000
85	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	3	0.006	0.000
86	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	1	0.002	0.000
87	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	1	0.002	0.000
88	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	1	0.002	0.000
89	<i>Spondias mombin</i>	-	10	0.020	0.000
90	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	1	0.002	0.000
91	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	2	0.004	0.000
92	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	4	0.008	0.000
93	<i>Terminalia amazonia</i>	-	1	0.002	0.000
94	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	2	0.004	0.000
95	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	8	0.016	0.000
96	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	14	0.028	0.001
97	<i>Xylopia frutescens</i>	-	1	0.002	0.000
Total			506	1	0.030
			Dsi	0.030	
			1-Dsi	0.970	

- Arbustivas

Tabla 52: Índice de dominancia de Simpson para el estrato arbustivo en el SAR.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
1	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	17	0.007	0.000
2	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	6	0.003	0.000
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	56	0.024	0.001
4	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	2	0.001	0.000
5	<i>Amyris attenuata</i>	-	27	0.012	0.000
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	84	0.036	0.001
7	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	1	0.000	0.000
8	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.000	0.000
9	<i>Ateleia cubensis</i>	-	5	0.002	0.000
10	<i>Attalea cohune</i>	corozo	30	0.013	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	1	0.000	0.000
12	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	37	0.016	0.000
13	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	22	0.010	0.000
14	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	6	0.003	0.000
15	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	12	0.005	0.000
16	<i>Bucida buceras</i>	pucte	8	0.003	0.000
17	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	11	0.005	0.000
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	38	0.017	0.000
19	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	1	0.000	0.000
20	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	21	0.009	0.000
21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	2	0.001	0.000
22	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	2	0.001	0.000
23	<i>Calyptanthes karlingii</i>	-	18	0.008	0.000
24	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	40	0.017	0.000
25	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	16	0.007	0.000
26	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	1	0.000	0.000
27	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.000	0.000
28	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	2	0.001	0.000
29	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	4	0.002	0.000
30	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.000	0.000
31	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	19	0.008	0.000
32	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	3	0.001	0.000
33	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	1	0.000	0.000
34	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	27	0.012	0.000
35	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	3	0.001	0.000
36	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	10	0.004	0.000
37	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	15	0.007	0.000
38	<i>Cionosicyx excisus</i>	aak'il k'aax	1	0.000	0.000
39	<i>Cissus gossypiifolia</i>	chak tuuk anil	1	0.000	0.000
40	<i>Cnidoscolus acotinifolius</i>	chaay	2	0.001	0.000
41	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	8	0.003	0.000
42	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	2	0.001	0.000
43	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	3	0.001	0.000
44	<i>Cordia stellifera</i>	-	6	0.003	0.000
45	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	1	0.000	0.000
46	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	72	0.031	0.001
47	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	129	0.056	0.003
48	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	5	0.002	0.000
49	<i>Croton cortesianus</i>	-	23	0.010	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
50	<i>Croton icche</i>	iik che'	34	0.015	0.000
51	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	44	0.019	0.000
52	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	1	0.000	0.000
53	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	34	0.015	0.000
54	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	6	0.003	0.000
55	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	14	0.006	0.000
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	1	0.000	0.000
57	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	3	0.001	0.000
58	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	21	0.009	0.000
59	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	12	0.005	0.000
60	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	91	0.040	0.002
61	<i>Eugenia capuli</i>	-	2	0.001	0.000
62	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.000	0.000
63	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.000	0.000
64	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	1	0.000	0.000
65	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	23	0.010	0.000
66	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	1	0.000	0.000
67	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	45	0.020	0.000
68	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.002	0.000
69	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	13	0.006	0.000
70	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	6	0.003	0.000
71	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	7	0.003	0.000
72	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	26	0.011	0.000
73	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	2	0.001	0.000
74	<i>Inga affinis</i>	-	4	0.002	0.000
75	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	6	0.003	0.000
76	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	2	0.001	0.000
77	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	2	0.001	0.000
78	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	16	0.007	0.000
79	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	4	0.002	0.000
80	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	22	0.010	0.000
81	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	38	0.017	0.000
82	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	3	0.001	0.000
83	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	4	0.002	0.000
84	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	3	0.001	0.000
85	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	2	0.001	0.000
86	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	7	0.003	0.000
87	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	3	0.001	0.000
88	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	32	0.014	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
89	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	26	0.011	0.000
90	<i>Lycianthes scandens</i>	-	3	0.001	0.000
91	<i>Lygodium venustum</i>	-	19	0.008	0.000
92	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	12	0.005	0.000
93	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	1	0.000	0.000
94	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	3	0.001	0.000
95	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	3	0.001	0.000
96	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	15	0.007	0.000
97	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	1	0.000	0.000
98	<i>Metopium brownei</i>	chechem	15	0.007	0.000
99	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	29	0.013	0.000
100	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	8	0.003	0.000
101	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	16	0.007	0.000
102	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	11	0.005	0.000
103	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	3	0.001	0.000
104	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	21	0.009	0.000
105	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	3	0.001	0.000
106	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	22	0.010	0.000
107	<i>Passiflora foetida</i>	poch	2	0.001	0.000
108	<i>Passiflora itzensis</i>	-	2	0.001	0.000
109	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	3	0.001	0.000
110	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	130	0.056	0.003
111	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	1	0.000	0.000
112	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	5	0.002	0.000
113	<i>Pharus latifolius</i>	-	21	0.009	0.000
114	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	4	0.002	0.000
115	<i>Phyla nodiflora</i>	-	10	0.004	0.000
116	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	11	0.005	0.000
117	<i>Piper aduncum</i>	-	52	0.023	0.001
118	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	38	0.017	0.000
119	<i>Piper neesianum</i>	-	35	0.015	0.000
120	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	3	0.001	0.000
121	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	11	0.005	0.000
122	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	1	0.000	0.000
123	<i>Psidium guajava</i>	pichi	1	0.000	0.000
124	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	5	0.002	0.000
125	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	3	0.001	0.000
126	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	22	0.010	0.000
127	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	4	0.002	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
128	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	19	0.008	0.000
129	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	4	0.002	0.000
130	<i>Randia armata</i>	peech kitam	27	0.012	0.000
131	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	4	0.002	0.000
132	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	72	0.031	0.001
133	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	2	0.001	0.000
134	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	29	0.013	0.000
135	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	21	0.009	0.000
136	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	3	0.001	0.000
137	<i>Senna atomaria</i>	-	1	0.000	0.000
138	<i>Serjania lundellii</i>	-	1	0.000	0.000
139	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	8	0.003	0.000
140	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	5	0.002	0.000
141	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	19	0.008	0.000
142	<i>Solanum nigrescens</i>	-	3	0.001	0.000
143	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	1	0.000	0.000
144	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	11	0.005	0.000
145	<i>Syngonium angustatum</i>	-	22	0.010	0.000
146	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	5	0.002	0.000
147	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	17	0.007	0.000
148	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	10	0.004	0.000
149	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	1	0.000	0.000
150	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	78	0.034	0.001
151	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	3	0.001	0.000
152	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	16	0.007	0.000
153	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	1	0.000	0.000
Total			2303	1	0.020
			Dsi	0.020	
			1-Dsi	0.980	

- Herbáceas

Tabla 53: Índice de dominancia de Simpson para el estrato herbáceo en el SAR.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
1	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	11	0.056	0.003
2	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	1	0.005	0.000
3	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.005	0.000
4	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	1	0.005	0.000
5	<i>Bouteloua americana</i>	-	8	0.041	0.002

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
6	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	3	0.015	0.000
7	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	1	0.005	0.000
8	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	2	0.010	0.000
9	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	1	0.005	0.000
10	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	3	0.015	0.000
11	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	1	0.005	0.000
12	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	9	0.046	0.002
13	<i>Cyperus odoratus</i>	-	4	0.020	0.000
14	<i>Cyperus planifolius</i>	-	3	0.015	0.000
15	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	1	0.005	0.000
16	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	1	0.005	0.000
17	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	6	0.031	0.001
18	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	5	0.026	0.001
19	<i>Echites panduratus</i>	-	1	0.005	0.000
20	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	2	0.010	0.000
21	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	1	0.005	0.000
22	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	1	0.005	0.000
23	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	7	0.036	0.001
24	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.005	0.000
25	<i>Harleya oxilepis</i>	-	3	0.015	0.000
26	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	1	0.005	0.000
27	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	1	0.005	0.000
28	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	10	0.051	0.003
29	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	1	0.005	0.000
30	<i>Ipomoea steerei</i>	-	2	0.010	0.000
31	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	4	0.020	0.000
32	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	4	0.020	0.000
33	<i>Lepidium virginicum</i>	-	1	0.005	0.000
34	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	1	0.005	0.000
35	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	1	0.005	0.000
36	<i>Lygodium venustum</i>	-	1	0.005	0.000
37	<i>Macroscespis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	1	0.005	0.000
38	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	3	0.015	0.000
39	<i>Momordica charantia</i>	kol	2	0.010	0.000
40	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	1	0.005	0.000
41	<i>Panicum amarum</i>	-	2	0.010	0.000
42	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	2	0.010	0.000
43	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	14	0.071	0.005
44	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	1	0.005	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
45	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	1	0.005	0.000
46	<i>Pharus latifolius</i>	-	1	0.005	0.000
47	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	4	0.020	0.000
48	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	2	0.010	0.000
49	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiiw	3	0.015	0.000
50	<i>Ruellia paniculata</i>	-	12	0.061	0.004
51	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	2	0.010	0.000
52	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiiw	1	0.005	0.000
53	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	1	0.005	0.000
54	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	2	0.010	0.000
55	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	15	0.077	0.006
56	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	2	0.010	0.000
57	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	1	0.005	0.000
58	<i>Stenandrium nanum</i>	-	4	0.020	0.000
59	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	1	0.005	0.000
60	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	4	0.020	0.000
61	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	1	0.005	0.000
62	<i>Vailia anomala</i>	-	2	0.010	0.000
63	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	6	0.031	0.001
Total			196	1	0.034
			Dsi	0.034	
			1-Dsi	0.966	

- Epífitas

Tabla 54: Índice de dominancia de Simpson para epífitas en el SAR.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
1	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	5	0.042	0.002
2	<i>Anthurium gracile</i>	-	4	0.034	0.001
3	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	1	0.008	0.000
4	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	10	0.085	0.007
5	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	3	0.025	0.001
6	<i>Encyclia alata</i>	-	2	0.017	0.000
7	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	1	0.008	0.000
8	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	1	0.008	0.000
9	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	1	0.008	0.000
10	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	1	0.008	0.000
11	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	3	0.025	0.001

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
12	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	3	0.025	0.001
13	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	laab óon aak'	1	0.008	0.000
14	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	2	0.017	0.000
15	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	2	0.017	0.000
16	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	1	0.008	0.000
17	<i>Polystachya caracasana</i>	-	10	0.085	0.007
18	<i>Prosthechea radiata</i>	-	1	0.008	0.000
19	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	1	0.008	0.000
20	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	1	0.008	0.000
21	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	1	0.008	0.000
22	<i>Specklinia grobyi</i>	-	2	0.017	0.000
23	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	1	0.008	0.000
24	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	47	0.398	0.159
25	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	7	0.059	0.004
26	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	4	0.034	0.001
27	<i>Vanilla odorata</i>	-	2	0.017	0.000
Total			118	1	0.185
			<i>Dsi</i>	0.185	
			1-Dsi	0.815	

Índice de Shannon- Weaver

- Arbóreas

Tabla 55: Índice de Shannon-Weaver para el estrato arbóreo en el SAR.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
1	<i>Albizia lebeck</i>	juub che'	1	0.002	-6.227	-0.012
2	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	17	0.034	-3.393	-0.114
3	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	1	0.002	-6.227	-0.012
4	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	1	0.002	-6.227	-0.012
5	<i>Ateleia cubensis</i>	-	3	0.006	-5.128	-0.030
6	<i>Attalea cohune</i>	corozo	4	0.008	-4.840	-0.038
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	1	0.002	-6.227	-0.012
8	<i>Bucida buceras</i>	pucte	21	0.042	-3.182	-0.132
9	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	39	0.077	-2.563	-0.198
10	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	2	0.004	-5.533	-0.022
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	1	0.002	-6.227	-0.012
12	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	5	0.010	-4.617	-0.046
13	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	1	0.002	-6.227	-0.012

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
14	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	6	0.012	-4.435	-0.053
15	<i>Canella winterana</i>	canela che'	1	0.002	-6.227	-0.012
16	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	1	0.002	-6.227	-0.012
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	1	0.002	-6.227	-0.012
18	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.002	-6.227	-0.012
19	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	9	0.018	-4.029	-0.072
20	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	6	0.012	-4.435	-0.053
21	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.002	-6.227	-0.012
22	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	3	0.006	-5.128	-0.030
23	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	1	0.002	-6.227	-0.012
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	2	0.004	-5.533	-0.022
25	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	4	0.008	-4.840	-0.038
26	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	3	0.006	-5.128	-0.030
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	1	0.002	-6.227	-0.012
28	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	17	0.034	-3.393	-0.114
29	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	1	0.002	-6.227	-0.012
30	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	1	0.002	-6.227	-0.012
31	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	5	0.010	-4.617	-0.046
32	<i>Cordia stellifera</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
33	<i>Crescentia cujete</i>	waas	1	0.002	-6.227	-0.012
34	<i>Croton icche</i>	iik che'	3	0.006	-5.128	-0.030
35	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	9	0.018	-4.029	-0.072
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	8	0.016	-4.147	-0.066
37	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	12	0.024	-3.742	-0.089
38	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	7	0.014	-4.281	-0.059
39	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	1	0.002	-6.227	-0.012
40	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
41	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	1	0.002	-6.227	-0.012
42	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.002	-6.227	-0.012
43	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.002	-6.227	-0.012
44	<i>Gliricidia sepium</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
45	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	19	0.038	-3.282	-0.123
46	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	4	0.008	-4.840	-0.038
47	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.002	-6.227	-0.012
48	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	1	0.002	-6.227	-0.012
49	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.008	-4.840	-0.038
50	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	2	0.004	-5.533	-0.022
51	<i>Hampea rovirosae</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
52	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	4	0.008	-4.840	-0.038

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
53	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	1	0.002	-6.227	-0.012
54	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	1	0.002	-6.227	-0.012
55	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	3	0.006	-5.128	-0.030
56	<i>Laetia thamnina</i>	ch'aw che'	1	0.002	-6.227	-0.012
57	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	22	0.043	-3.135	-0.136
58	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	1	0.002	-6.227	-0.012
59	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	1	0.002	-6.227	-0.012
60	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	5	0.010	-4.617	-0.046
61	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
62	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
63	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	1	0.002	-6.227	-0.012
64	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	2	0.004	-5.533	-0.022
65	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	18	0.036	-3.336	-0.119
66	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	8	0.016	-4.147	-0.066
67	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	28	0.055	-2.894	-0.160
68	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	1	0.002	-6.227	-0.012
69	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	24	0.047	-3.048	-0.145
70	<i>Metopium brownei</i>	chechem	21	0.042	-3.182	-0.132
71	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	1	0.002	-6.227	-0.012
72	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	1	0.002	-6.227	-0.012
73	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	1	0.002	-6.227	-0.012
74	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	1	0.002	-6.227	-0.012
75	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	1	0.002	-6.227	-0.012
76	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	18	0.036	-3.336	-0.119
77	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	17	0.034	-3.393	-0.114
78	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
79	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	2	0.004	-5.533	-0.022
80	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	1	0.002	-6.227	-0.012
81	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	1	0.002	-6.227	-0.012
82	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	2	0.004	-5.533	-0.022
83	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	18	0.036	-3.336	-0.119
84	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	8	0.016	-4.147	-0.066
85	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	3	0.006	-5.128	-0.030
86	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	1	0.002	-6.227	-0.012
87	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	1	0.002	-6.227	-0.012
88	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	1	0.002	-6.227	-0.012
89	<i>Spondias mombin</i>	-	10	0.020	-3.924	-0.078
90	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	1	0.002	-6.227	-0.012
91	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	2	0.004	-5.533	-0.022

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	ni	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
92	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	4	0.008	-4.840	-0.038
93	<i>Terminalia amazonia</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
94	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	2	0.004	-5.533	-0.022
95	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	8	0.016	-4.147	-0.066
96	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	14	0.028	-3.587	-0.099
97	<i>Xylopia frutescens</i>	-	1	0.002	-6.227	-0.012
Total			506	1	-513.554	-3.886
			H' max	4.575		
			H'	3.886		

- Arbustivas

Tabla 56: Índice de Shannon-Weaver para el estrato arbustivo en el SAR.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	ni	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	17	0.007	-4.909	-0.036
2	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	6	0.003	-5.950	-0.016
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	56	0.024	-3.717	-0.090
4	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	2	0.001	-7.049	-0.006
5	<i>Amyris attenuata</i>	-	27	0.012	-4.446	-0.052
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	84	0.036	-3.311	-0.121
7	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	1	0.000	-7.742	-0.003
8	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.000	-7.742	-0.003
9	<i>Ateleia cubensis</i>	-	5	0.002	-6.133	-0.013
10	<i>Attalea cohune</i>	corozo	30	0.013	-4.341	-0.057
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	1	0.000	-7.742	-0.003
12	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	37	0.016	-4.131	-0.066
13	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	22	0.010	-4.651	-0.044
14	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	6	0.003	-5.950	-0.016
15	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	12	0.005	-5.257	-0.027
16	<i>Bucida buceras</i>	pucte	8	0.003	-5.663	-0.020
17	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	11	0.005	-5.344	-0.026
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	38	0.017	-4.104	-0.068
19	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	1	0.000	-7.742	-0.003
20	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	21	0.009	-4.697	-0.043
21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	2	0.001	-7.049	-0.006
22	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	2	0.001	-7.049	-0.006
23	<i>Calyptanthes karlingii</i>	-	18	0.008	-4.852	-0.038
24	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	40	0.017	-4.053	-0.070

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
25	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	16	0.007	-4.969	-0.035
26	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	1	0.000	-7.742	-0.003
27	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.000	-7.742	-0.003
28	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	2	0.001	-7.049	-0.006
29	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	4	0.002	-6.356	-0.011
30	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.000	-7.742	-0.003
31	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	19	0.008	-4.798	-0.040
32	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	3	0.001	-6.643	-0.009
33	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	1	0.000	-7.742	-0.003
34	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	27	0.012	-4.446	-0.052
35	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	3	0.001	-6.643	-0.009
36	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	10	0.004	-5.439	-0.024
37	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	15	0.007	-5.034	-0.033
38	<i>Cionosicyos excisus</i>	aak'il k'aax	1	0.000	-7.742	-0.003
39	<i>Cissus gossypifolia</i>	chak tuuk anil	1	0.000	-7.742	-0.003
40	<i>Cnidocolus acotinifolius</i>	chaay	2	0.001	-7.049	-0.006
41	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	8	0.003	-5.663	-0.020
42	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	2	0.001	-7.049	-0.006
43	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	3	0.001	-6.643	-0.009
44	<i>Cordia stellifera</i>	-	6	0.003	-5.950	-0.016
45	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	1	0.000	-7.742	-0.003
46	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	72	0.031	-3.465	-0.108
47	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	129	0.056	-2.882	-0.161
48	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	5	0.002	-6.133	-0.013
49	<i>Croton cortesianus</i>	-	23	0.010	-4.606	-0.046
50	<i>Croton icche</i>	iik che'	34	0.015	-4.216	-0.062
51	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	44	0.019	-3.958	-0.076
52	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	1	0.000	-7.742	-0.003
53	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	34	0.015	-4.216	-0.062
54	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	6	0.003	-5.950	-0.016
55	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	14	0.006	-5.103	-0.031
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	1	0.000	-7.742	-0.003
57	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	3	0.001	-6.643	-0.009
58	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	21	0.009	-4.697	-0.043
59	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	12	0.005	-5.257	-0.027
60	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	91	0.040	-3.231	-0.128
61	<i>Eugenia capuli</i>	-	2	0.001	-7.049	-0.006
62	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.000	-7.742	-0.003
63	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.000	-7.742	-0.003

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
64	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	1	0.000	-7.742	-0.003
65	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	23	0.010	-4.606	-0.046
66	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	1	0.000	-7.742	-0.003
67	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	45	0.020	-3.935	-0.077
68	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.002	-6.356	-0.011
69	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	13	0.006	-5.177	-0.029
70	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	6	0.003	-5.950	-0.016
71	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	7	0.003	-5.796	-0.018
72	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	26	0.011	-4.484	-0.051
73	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	2	0.001	-7.049	-0.006
74	<i>Inga affinis</i>	-	4	0.002	-6.356	-0.011
75	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	6	0.003	-5.950	-0.016
76	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	2	0.001	-7.049	-0.006
77	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	2	0.001	-7.049	-0.006
78	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	16	0.007	-4.969	-0.035
79	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	4	0.002	-6.356	-0.011
80	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	22	0.010	-4.651	-0.044
81	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	38	0.017	-4.104	-0.068
82	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	3	0.001	-6.643	-0.009
83	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	4	0.002	-6.356	-0.011
84	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	3	0.001	-6.643	-0.009
85	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	2	0.001	-7.049	-0.006
86	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	7	0.003	-5.796	-0.018
87	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	3	0.001	-6.643	-0.009
88	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	32	0.014	-4.276	-0.059
89	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	26	0.011	-4.484	-0.051
90	<i>Lycianthes scandens</i>	-	3	0.001	-6.643	-0.009
91	<i>Lygodium venustum</i>	-	19	0.008	-4.798	-0.040
92	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	12	0.005	-5.257	-0.027
93	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	1	0.000	-7.742	-0.003
94	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	3	0.001	-6.643	-0.009
95	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	3	0.001	-6.643	-0.009
96	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	15	0.007	-5.034	-0.033
97	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	1	0.000	-7.742	-0.003
98	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	15	0.007	-5.034	-0.033
99	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	29	0.013	-4.375	-0.055
100	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	8	0.003	-5.663	-0.020
101	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	16	0.007	-4.969	-0.035
102	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	11	0.005	-5.344	-0.026

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	ni	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
103	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	3	0.001	-6.643	-0.009
104	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	21	0.009	-4.697	-0.043
105	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	3	0.001	-6.643	-0.009
106	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	22	0.010	-4.651	-0.044
107	<i>Passiflora foetida</i>	poch	2	0.001	-7.049	-0.006
108	<i>Passiflora itzensis</i>	-	2	0.001	-7.049	-0.006
109	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	3	0.001	-6.643	-0.009
110	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	130	0.056	-2.874	-0.162
111	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	1	0.000	-7.742	-0.003
112	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	5	0.002	-6.133	-0.013
113	<i>Pharus latifolius</i>	-	21	0.009	-4.697	-0.043
114	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	4	0.002	-6.356	-0.011
115	<i>Phyla nodiflora</i>	-	10	0.004	-5.439	-0.024
116	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	11	0.005	-5.344	-0.026
117	<i>Piper aduncum</i>	-	52	0.023	-3.791	-0.086
118	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	38	0.017	-4.104	-0.068
119	<i>Piper neesianum</i>	-	35	0.015	-4.187	-0.064
120	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	3	0.001	-6.643	-0.009
121	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	11	0.005	-5.344	-0.026
122	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	1	0.000	-7.742	-0.003
123	<i>Psidium guajava</i>	pichi	1	0.000	-7.742	-0.003
124	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	5	0.002	-6.133	-0.013
125	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	3	0.001	-6.643	-0.009
126	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	22	0.010	-4.651	-0.044
127	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	4	0.002	-6.356	-0.011
128	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	19	0.008	-4.798	-0.040
129	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	4	0.002	-6.356	-0.011
130	<i>Randia armata</i>	peeck kitam	27	0.012	-4.446	-0.052
131	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	4	0.002	-6.356	-0.011
132	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	72	0.031	-3.465	-0.108
133	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	2	0.001	-7.049	-0.006
134	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	29	0.013	-4.375	-0.055
135	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	21	0.009	-4.697	-0.043
136	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	3	0.001	-6.643	-0.009
137	<i>Senna atomaria</i>	-	1	0.000	-7.742	-0.003
138	<i>Serjania lundellii</i>	-	1	0.000	-7.742	-0.003
139	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	8	0.003	-5.663	-0.020
140	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	5	0.002	-6.133	-0.013
141	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	19	0.008	-4.798	-0.040

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
142	<i>Solanum nigrescens</i>	-	3	0.001	-6.643	-0.009
143	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	1	0.000	-7.742	-0.003
144	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	11	0.005	-5.344	-0.026
145	<i>Syngonium angustatum</i>	-	22	0.010	-4.651	-0.044
146	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	5	0.002	-6.133	-0.013
147	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	17	0.007	-4.909	-0.036
148	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	10	0.004	-5.439	-0.024
149	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	1	0.000	-7.742	-0.003
150	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	78	0.034	-3.385	-0.115
151	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	3	0.001	-6.643	-0.009
152	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	16	0.007	-4.969	-0.035
153	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	1	0.000	-7.742	-0.003
Total			2303	1	-895.922	-4.337
			H' max	5.030		
			H'	4.337		

- Herbáceas

Tabla 57: Índice de Shannon-Weaver para el estrato herbáceo en el SAR.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
1	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	11	0.056	-2.880	-0.162
2	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	1	0.005	-5.278	-0.027
3	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.005	-5.278	-0.027
4	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	1	0.005	-5.278	-0.027
5	<i>Bouteloua americana</i>	-	8	0.041	-3.199	-0.131
6	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	3	0.015	-4.180	-0.064
7	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	1	0.005	-5.278	-0.027
8	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	2	0.010	-4.585	-0.047
9	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	1	0.005	-5.278	-0.027
10	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	3	0.015	-4.180	-0.064
11	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	1	0.005	-5.278	-0.027
12	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	9	0.046	-3.081	-0.141
13	<i>Cyperus odoratus</i>	-	4	0.020	-3.892	-0.079
14	<i>Cyperus planifolius</i>	-	3	0.015	-4.180	-0.064
15	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	1	0.005	-5.278	-0.027
16	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
17	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	6	0.031	-3.486	-0.107
18	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	5	0.026	-3.669	-0.094

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
19	<i>Echites panduratus</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
20	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	2	0.010	-4.585	-0.047
21	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
22	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	1	0.005	-5.278	-0.027
23	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	7	0.036	-3.332	-0.119
24	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.005	-5.278	-0.027
25	<i>Harleya oxilepis</i>	-	3	0.015	-4.180	-0.064
26	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
27	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
28	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	10	0.051	-2.976	-0.152
29	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
30	<i>Ipomoea steerei</i>	-	2	0.010	-4.585	-0.047
31	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	4	0.020	-3.892	-0.079
32	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	4	0.020	-3.892	-0.079
33	<i>Lepidium virginicum</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
34	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	1	0.005	-5.278	-0.027
35	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	1	0.005	-5.278	-0.027
36	<i>Lygodium venustum</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
37	<i>Macroscepis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	1	0.005	-5.278	-0.027
38	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	3	0.015	-4.180	-0.064
39	<i>Momordica charantia</i>	kol	2	0.010	-4.585	-0.047
40	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
41	<i>Panicum amarum</i>	-	2	0.010	-4.585	-0.047
42	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	2	0.010	-4.585	-0.047
43	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	14	0.071	-2.639	-0.189
44	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	1	0.005	-5.278	-0.027
45	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	1	0.005	-5.278	-0.027
46	<i>Pharus latifolius</i>	-	1	0.005	-5.278	-0.027
47	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	4	0.020	-3.892	-0.079
48	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	2	0.010	-4.585	-0.047
49	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiiw	3	0.015	-4.180	-0.064
50	<i>Ruellia paniculata</i>	-	12	0.061	-2.793	-0.171
51	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	2	0.010	-4.585	-0.047
52	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiiw	1	0.005	-5.278	-0.027
53	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	1	0.005	-5.278	-0.027
54	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	2	0.010	-4.585	-0.047
55	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	15	0.077	-2.570	-0.197
56	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	2	0.010	-4.585	-0.047
57	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	1	0.005	-5.278	-0.027

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
58	<i>Stenandrium nanum</i>	-	4	0.020	-3.892	-0.079
59	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	1	0.005	-5.278	-0.027
60	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	4	0.020	-3.892	-0.079
61	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	1	0.005	-5.278	-0.027
62	<i>Vailia anomala</i>	-	2	0.010	-4.585	-0.047
63	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	6	0.031	-3.486	-0.107
Total			196	1	-286.039	-3.724
			H' max	4.143		
			H'	3.724		

- Epífitas

Tabla 58: Índice de Shannon-Weaver para epífitas en el SAR.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
1	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	5	0.042	-3.161	-0.134
2	<i>Anthurium gracile</i>	-	4	0.034	-3.384	-0.115
3	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	1	0.008	-4.771	-0.040
4	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	10	0.085	-2.468	-0.209
5	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	3	0.025	-3.672	-0.093
6	<i>Encyclia alata</i>	-	2	0.017	-4.078	-0.069
7	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	1	0.008	-4.771	-0.040
8	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	1	0.008	-4.771	-0.040
9	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	1	0.008	-4.771	-0.040
10	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	1	0.008	-4.771	-0.040
11	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	3	0.025	-3.672	-0.093
12	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	3	0.025	-3.672	-0.093
13	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	laab óon aak'	1	0.008	-4.771	-0.040
14	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	2	0.017	-4.078	-0.069
15	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	2	0.017	-4.078	-0.069
16	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	1	0.008	-4.771	-0.040
17	<i>Polystachya caracasana</i>	-	10	0.085	-2.468	-0.209
18	<i>Prosthechea radiata</i>	-	1	0.008	-4.771	-0.040
19	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	1	0.008	-4.771	-0.040
20	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	1	0.008	-4.771	-0.040
21	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	1	0.008	-4.771	-0.040
22	<i>Specklinia grobyi</i>	-	2	0.017	-4.078	-0.069
23	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	1	0.008	-4.771	-0.040
24	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	47	0.398	-0.921	-0.367

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
25	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	7	0.059	-2.825	-0.168
26	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	4	0.034	-3.384	-0.115
27	<i>Vanilla odorata</i>	-	2	0.017	-4.078	-0.069
Total			118	1	-107.264	-2.427
			<i>H' max</i>	3.296		
			<i>H'</i>	2.427		

Índice de Pielou

- Arbóreas

Tabla 59: Índice de Pielou para el estrato arbóreo en el SAR.

Índice de Pielou	
<i>J'</i>	0.850

- Arbustivas

Tabla 60: Índice de Pielou para el estrato arbustivo en el SAR.

Índice de Pielou	
<i>J'</i>	0.862

- Herbáceas

Tabla 61: Índice de Pielou para el estrato herbáceo en el SAR.

Índice de Pielou	
<i>J'</i>	0.899

- Epífitas

Tabla 62: Índice de Pielou para epífitas en el SAR.

Índice de Pielou	
<i>J'</i>	0.736

Todos los valores anteriores para todos los índices calculados muestran cifras de diversidad específica, riqueza y equitatividad altas, disminuyendo solo ligeramente para el grupo compuesto por epífitas. Estas cifras concuerdan con las largas listas de taxa para cada estrato en el SAR.

Área del Proyecto

Tipos de vegetación

Clasificación de INEGI serie VI.

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Se trata de una comunidad perturbada donde los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálidos húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28°C. La precipitación total anual del orden de 1,000 a 1,600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1,300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva: **Lysiloma latisiliquum**, **Brosimum alicastrum** (ox, ramón, capomo), **Bursera simaruba** (chaka', palo mulato, jjote, copal), **Manilkara zapota** (ya', zapote, chicozapote), **Lysiloma** spp. (tsalam, guaje, tepeguaje), **Vitex gaumeri** (yaaxnik), **Bucida buceras** (pukte), **Alseis yucatanensis** (jaasché), **Psidium sartorianum** (pichiche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas. Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca.

Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia

Es una comunidad similar a la anterior en donde la sucesión secundaria da lugar a un dominio de organismos arbustivos.

Vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia

Este tipo de comunidad vegetal secundaria se distribuye en los llamados "bajiales" o bajos inundables de la costa norte de Yucatán, centro y sur de Campeche, sur y noreste de Quintana Roo, así como en la parte central-sur del estado de Tabasco, desde Villahermosa hasta los límites con Campeche, incluyendo la parte sur de este estado en zonas con suelos inundables. Los climas en donde se desarrolla son cálido-húmedo y subhúmedo con temperatura media anual mayor a los 24°C y se desarrollan a altitudes a nivel del mar hasta los 100 msnm. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperennifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se ubican en amplias hondonadas con suelo plano y profundo, con altos contenidos de arcilla, con gran deficiencia de drenaje, lo cual provocan que se acumule durante ciertos periodos de época de lluvias, el agua drenada en las zonas contiguas. Esta selva está caracterizada por

árboles bajos con alturas entre los 5 y 11 m, generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Son especies importantes: **Haematoxylum campechianum** (ek', tinto, palo de tinte), **Talisia floresii**, **Eugenia laevis**, **Bucida buceras** (pukté'), **Metopium brownei** (chechem), **Coccoloba cozumelensis**, **Cameraria latifolia**, **Croton reflexifolius**, **Hyperbaena winzerlingii**, **Byrsonima bucidifolia** (sakpaj), **Pachira aquatica** (zapote bobo, kuche'), **Byrsonima crassifolia**, **Crescentia alata**, **C. kujete**, **Curatella americana**, y **Coccoloba** sp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas están orquídeas como **Rhyncholaelia digbyana** y bromeliáceas como **Tillandsia** spp.

Vegetación secundaria arbustiva de selva baja espinosa subperennifolia

Similar a la comunidad anterior, en donde la sucesión secundaria da resultado a una dominancia de arbustos.

Agricultura de temporal permanente

Sistema de agricultura dependiente del agua de lluvia en donde la producción se obtiene en un periodo mayor a 10 años.

Agricultura de temporal semipermanente

Sistema de cultivo en donde el ciclo depende al menos en un 80% del agua de lluvias y su productividad ronda entre 2 y 10 años.

Agricultura de temporal anual

Sistema similar al anterior en donde la productividad es anual. Puede tratarse de mono o policultivos.

Pastizal cultivado

Superficie dominada por el cultivo de gramíneas con fines de interés agropecuarios, las especies cultivadas son variadas y no es ajena la presencia de especies nativas o invasoras creciendo como oportunistas.

Vegetación actual

Al presente, al AP posee una cubierta vegetal secundaria de selva mediana caducifolia, la cual se delimita también como área de CUS, adicionalmente la misma superficie posee sitios con uso de suelo ajeno a un tipo de vegetación los cuales se destinan mayormente a actividades agropecuarias y no son objeto de CUS.

Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia

Se trata de una comunidad en donde el 50 a 75% de los árboles altos pierden sus hojas durante la época más rígida de sequía. Esta comunidad con frecuencia se desarrolla en suelos profundos y algunas veces coexiste con la selva baja subcaducifolia o caducifolia además de la Sabana.

En el AP son representativas de esta comunidad las especies **Metopium brownei**, **Eugenia biflora**, **Randia obcordata**, **Piper neesianum**, **Paullinia pinnata**, **Sabal mexicana**, **Bursera simaruba**, **Crossopetalum gaumeri**, **Vachellia cornigera**, **Croton arboreus**, **Manilkara zapota**, **Tillandsia fasciculata**, **Guazuma ulmifolia**, **Croton icche**, **Lonchocarpus yucatanensis**, **Cryosophila stauracantha**, **Lysiloma latisiliquum**, **Hyperbaena winzerlingii**, **Cameraria latifolia** y **Ardisia escallonioides**.

Flora

Se presentan el listado florístico del tipo de vegetación muestreado en el AP:

Tabla 63: Listado de especies vegetales registradas para el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Acanthaceae	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	-	LC	-
	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiw	-	LC	-
	<i>Ruellia paniculata</i>	-	-	LC	-
	<i>Stenandrium nanum</i>	-	-	LC	-
Alismataceae	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	A	LC	-
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	-	LC	-
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	A	LC	-
	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	-	LC	-
	<i>Spondias mombin</i>	-	-	LC	-
Annonaceae	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	-	LC	-
	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	-	LC	-
	<i>Xylopia frutescens</i>	-	-	LC	-
Apiaceae	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	-	LC	-
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	-	LC	-
	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	-	LC	-
	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	-	LC	-
	<i>Echites panduratus</i>	-	-	LC	-
	<i>Macroscespis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	-	LC	-
	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	-	LC	-
	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	-	LC	-
	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	-	LC	-
	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	-	LC	-
<i>Vailia anomala</i>	-	-	LC	-	
Araceae	<i>Anthurium gracile</i>	-	-	LC	-
	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	-	LC	-
	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	-	LC	-
	<i>Syngonium angustatum</i>	-	-	LC	-
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	-	LC	-
Arecaceae	<i>Attalea cohune</i>	corozo	-	LC	-
	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	endémica, A	VU	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	-	LC	-
	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	-	LC	-
	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	-	LC	-
	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	-	LC	-
	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	-	LC	-
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	-	LC	-
Asteraceae	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	-	LC	-
	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	-	LC	-
	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	-	LC	-
	<i>Harleya oxilepis</i>	-	-	LC	-
	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	-	LC	-
Bignoniaceae	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	-	LC	-
	<i>Crescentia cujete</i>	waas	-	LC	-
	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	-	LC	-
	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	-	LC	-
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	-	LC	-
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	-	LC	-
	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	-	LC	-
	<i>Cordia stellifera</i>	-	-	LC	-
	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	-	LC	-
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	-	-	LC	-
Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	-	LC	-
	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	-	LC	-
	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	-	LC	-
	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i>	xch'u'	-	LC	-
	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	-	LC	-
	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	-	LC	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	-	LC	-
Cactaceae	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	-	LC	II
	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	-	LC	II
Canellaceae	<i>Canella winterana</i>	canela che'	-	LC	-
Cannabaceae	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	-	LC	-
Capparaceae	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	-	LC	-
	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	-	LC	-
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	-	LC	-
Celastraceae	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	-	LC	-
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	-	LC	-
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i>	pucte	-	LC	-
	<i>Terminalia amazonia</i>	-	-	LC	-
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	-	LC	-
Convolvulaceae	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	-	LC	-
	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	-	LC	-
	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	-	LC	-
	<i>Ipomoea steerei</i>	-	-	LC	-
	<i>Cionosicyos excisus</i>	aak'il k'aax	-	LC	-
Cucurbitaceae	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	-	LC	-
	<i>Momordica charantia</i>	kol	-	LC	-
	<i>Cyperus odoratus</i>	-	-	LC	-
Cyperaceae	<i>Cyperus planifolius</i>	-	-	LC	-
	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	-	LC	-
	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	-	LC	-
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	-	LC	-
Ebenaceae	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	-	LC	-
Euphorbiaceae	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	-	LC	-
	<i>Cnidoscolus acotinifolius</i>	chaay	-	LC	-
	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	-	LC	-
	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	-	LC	-
	<i>Croton cortesianus</i>	-	-	LC	-
	<i>Croton icche</i>	iik che'	-	LC	-
	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	-	LC	-
	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	-	LC	-
Fabaceae	<i>Albizia lebbek</i>	juub che'	-	LC	-
	<i>Ateleia cubensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	-	LC	-
	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	-	LC	-
	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	-	LC	-
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	-	LC	-
	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	-	LC	-
	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	-	LC	-
	<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	LC	-
	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	-	LC	-
	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	-	LC	-
	<i>Inga affinis</i>	-	-	LC	-
	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	-	LC	-
	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	-	LC	-
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	-	LC	-
	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	-	LC	-
	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	-	LC	-
	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	-	LC	-
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	-	LC	-
	<i>Senna atomaria</i>	-	-	LC	-
	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	-	LC	-
	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	-	LC	-
	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	-	LC	-
	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	-	LC	-
Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	-	LC	-
Iridaceae	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	-	LC	-
Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	-	LC	-
	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	-	LC	-
	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	-	LC	-
	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	-	LC	-
Lauraceae	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	-	LC	-
	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	-	LC	-
	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	-	LC	-
Loranthaceae	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	-	LC	-
Malpighiaceae	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	-	LC	-
	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	-	LC	-
	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	-	LC	-
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	-	LC	-
	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	-	LC	-
	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	-	LC	-
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	-	LC	-
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	-	LC	-
	<i>Hampea rovirosae</i>	-	-	LC	-
	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	-	LC	-
	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	-	LC	-
	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	-	LC	-
	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiiw	-	LC	-
Marantaceae	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	-	LC	-
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	Pr	VU	III
	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	-	VU	II

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Menispermaceae	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	-	LC	-
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	-	LC	-
	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	-	LC	-
	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	-	LC	-
	<i>Ficus maxima</i>	akúun	-	LC	-
Myrtaceae	<i>Calyptanthes karlingii</i>	-	-	LC	-
	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	-	LC	-
	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	-	LC	-
	<i>Eugenia capuli</i>	-	-	LC	-
	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	-	LC	-
	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	-	LC	-
	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	-	LC	-
	<i>Psidium guajava</i>	pichi	-	LC	-
	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	-	LC	-
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	-	LC	-
Ochnaceae	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	-	LC	-
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	-	LC	-
Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	-	LC	II
	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	-	LC	II
	<i>Encyclia alata</i>	-	-	LC	II
	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	-	LC	II
	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	-	LC	II
	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	-	LC	II
	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	-	LC	II
	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	-	LC	II
	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	-	LC	II
	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	-	LC	II
	<i>Polystachya caracasana</i>	-	-	LC	II
	<i>Prosthechea radiata</i>	-	-	LC	II
	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	-	LC	II
	<i>Specklinia grobyi</i>	-	-	LC	II
	<i>Vanilla odorata</i>	-	-	EN	II
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	poch	-	LC	-
	<i>Passiflora itzensis</i>	-	-	LC	-
	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	-	LC	-
	<i>Passiflora sub lanceolata</i>	pooch k'aak'	-	LC	-
Phytolaccaceae	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	-	LC	-
Piperaceae	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	laab óon aak'	-	LC	-
	<i>Piper aduncum</i>	-	-	LC	-

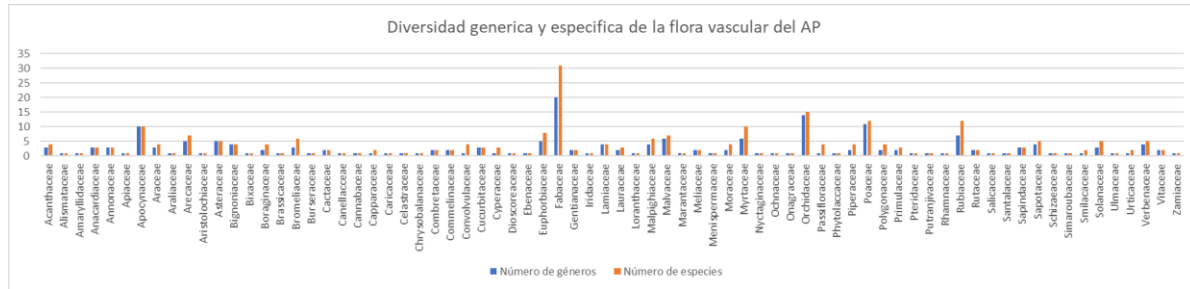
Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	-	LC	-
	<i>Piper neesianum</i>	-	-	LC	-
Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	-	LC	-
	<i>Bouteloua americana</i>	-	-	LC	-
	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	-	LC	-
	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	-	LC	-
	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	-	LC	-
	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	-	LC	-
	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	-	LC	-
	<i>Panicum amarum</i>	-	-	LC	-
	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	-	LC	-
	<i>Pharus latifolius</i>	-	-	LC	-
	<i>Rhipidoeladum bartlettii</i>	-	-	LC	-
	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	-	LC	-
	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	-	LC
<i>Coccoloba barbadensis</i>		boob ch'iich'	-	LC	-
<i>Coccoloba spicata</i>		boob	-	LC	-
<i>Gymnopodium floribundum</i>		ts'iits'ilche'	-	LC	-
Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	-	LC	-
	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	-	EN	-
	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	-	LC	-
Pteridaceae	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	-	LC	-
Putranjivaceae	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	-	LC	-
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	-	LC	-
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	-	LC	-
	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	-	LC	-
	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	-	LC	-
	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	-	LC	-
	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	-	LC	-
	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	-	LC	-
	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	-	LC	-
	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	-	LC	-
	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	-	LC	-
	<i>Randia armata</i>	peech kitam	-	LC	-
	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	-	LC	-
	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	-	LC	-
Rutaceae	<i>Amyris attenuata</i>	-	-	LC	-
	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	-	EN	-
Salicaceae	<i>Laetia thamnina</i>	ch'aw che'	-	LC	-
Santalaceae	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	-	LC	-

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	-	LC	-
	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	-	LC	-
	<i>Serjania lundellii</i>	-	-	LC	-
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	-	LC	-
	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	-	LC	-
	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	-	LC	-
	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	-	LC	-
	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	-	LC	-
Schizaeaceae	<i>Lygodium venustum</i>	-	-	LC	-
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	-	LC	-
Smilacaceae	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	-	LC	-
	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	-	LC	-
Solanaceae	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	-	LC	-
	<i>Lycianthes scandens</i>	-	-	LC	-
	<i>Solanum nigrescens</i>	-	-	LC	-
	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	-	LC	-
	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	-	LC	-
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	-	LC	-
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	-	LC	-
	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	-	LC	-
Verbenaceae	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	-	LC	-
	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	-	LC	-
	<i>Phyla nodiflora</i>	-	-	LC	-
	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	-	LC	-
	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	-	LC	-
Vitaceae	<i>Cissus gossypifolia</i>	chak tuuk anil	-	LC	-
	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	-	LC	-
Zamiaceae	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	endémica, Pr	CR	II

Se contabilizó la presencia de 257 especies de plantas vasculares en el AP, distribuidas en 197 géneros y 74 familias. De las especies categorizadas por la NOM-059-SEMARNAT, **Echinodorus subulatus** (como **E. tenellus**), **Astronium graveolens** y **Chamaedora oblongata** se clasifican como especies amenazadas, y la última se considera además endémica. Por la IUCN, **Chamaedora oblongata** y **Swietenia macrophylla** se listan como vulnerables, por otro lado, **Vanilla odorata**, **Bonellia flammea** y **Esenbeckia berlandieri** en peligro. Asimismo, por CITES, **Deamia testudo**, **Selenicereus grandiflorus**, **Swietenia macrophylla**, **Catasetum integerrimum**, **Cohniella ascendens**, **Encyclia alata**, **E. guatemalensis**, **Epidendrum flexuosum**, **Guarianthe aurantiaca**, **Isochilus carnosiflorus**, **Lophiaris oerstedii**, **Maxillaria tenuifolia**, **Oeceoclades maculata**, **Polystachya caracasana**, **Prosthechea radiata**,

Scaphyglottis behrii, **Specklinia grobyi** y **Vanilla odorata** se categorizan dentro del apéndice II. Por último, tanto **Cedrela odorata** como **Zamia polymorpha** se encuentran categorizadas en las tres listas, la primera bajo protección especial, vulnerable y apéndice III y la segunda como endémica bajo protección especial, en peligro crítico (buscada como **Z. prasina**) y apéndice II. Las categorías anteriores engloban un total de 25 especies lo que representa casi un 10% de la flora registrada bajo un estatus de protección.

Figura 50: Gráfica comparativa de la diversidad vegetal genérica y específica muestreada en el AP.



Curva de acumulación de especies

Figura 51: Curva de acumulación de especies del AP.

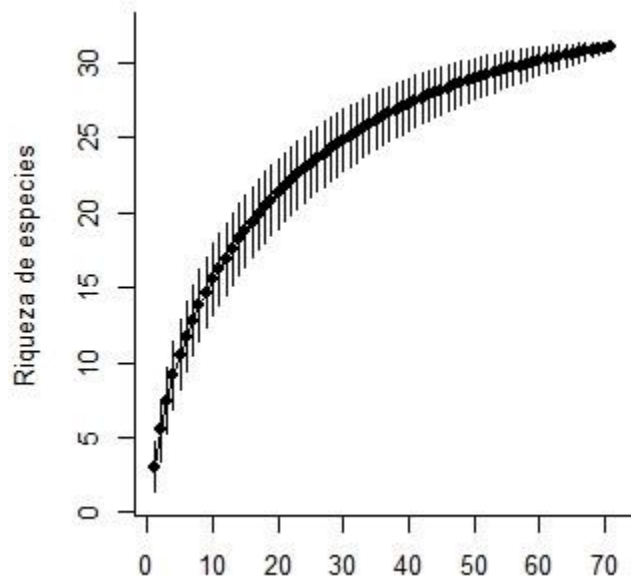


Tabla 64: Estimación de especies en el AP.

Estrato	Riqueza (S)	Bootstrap	Chao
Fabaceae	31	33.896	33.054

De acuerdo con los resultados del análisis para obtención de curva de acumulación de especies, para el AP se estima un incremento de registros inferior a una especie a partir de la unidad numero 7, llegando a una probabilidad de incremento de especies del 7% para la unidad de muestra 71. El argumento anterior da luz al panorama donde el levantamiento de

registros de muestra en el AP ha sido satisfactorio y tales datos permiten generar una estadística bastante verosímil del medio analizado. Por otro lado, las estimaciones de Bootstrap y Chao son bastante cercanas a la encontrada en la muestra, siendo esto una segunda evidencia de un buen levantamiento de datos en el sitio.

Parámetros Cuantitativos

Índice de Valor de Importancia

- Arbóreas

Tabla 65: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo en el AP.

Arbóreas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	AB	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Albizia lebeck</i>	juub che'	1	0.003	1	1.408	0.036	0.046	0.175	0.107	0.327
2	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	34	0.096	10	14.085	0.430	1.550	1.748	1.290	4.589
3	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	2	0.006	2	2.817	0.028	0.091	0.350	0.083	0.524
4	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	1	0.003	1	1.408	0.051	0.046	0.175	0.154	0.375
5	<i>Ateleia cubensis</i>	-	5	0.014	3	4.225	0.070	0.228	0.524	0.211	0.963
6	<i>Attalea cohune</i>	corozo	5	0.014	2	2.817	1.631	0.228	0.350	4.897	5.475
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	11	0.031	1	1.408	0.381	0.502	0.175	1.145	1.821
8	<i>Bucida buceras</i>	pucte	76	0.214	14	19.718	2.150	3.466	2.448	6.458	12.371
9	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	228	0.642	46	64.789	4.624	10.397	8.042	13.889	32.327
10	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	8	0.023	4	5.634	0.066	0.365	0.699	0.198	1.262
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	31	0.087	6	8.451	0.226	1.414	1.049	0.679	3.142
12	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	7	0.020	4	5.634	0.289	0.319	0.699	0.867	1.886
13	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	4	0.011	2	2.817	0.016	0.182	0.350	0.048	0.580
14	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	10	0.028	2	2.817	0.022	0.456	0.350	0.065	0.871
15	<i>Canella winterana</i>	canela che'	1	0.003	1	1.408	0.027	0.046	0.175	0.081	0.302
16	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	3	0.008	2	2.817	0.005	0.137	0.350	0.015	0.501
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	5	0.014	4	5.634	0.046	0.228	0.699	0.137	1.064
18	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	14	0.039	6	8.451	0.049	0.638	1.049	0.147	1.834
19	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	20	0.056	4	5.634	0.129	0.912	0.699	0.388	1.999
20	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	22	0.062	12	16.901	0.681	1.003	2.098	2.044	5.145
21	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	4	0.011	2	2.817	0.107	0.182	0.350	0.321	0.853
22	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	30	0.085	11	15.493	0.493	1.368	1.923	1.481	4.773
23	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	10	0.028	2	2.817	0.098	0.456	0.350	0.295	1.101
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	2	0.006	1	1.408	0.003	0.091	0.175	0.010	0.276
25	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	5	0.014	2	2.817	0.228	0.228	0.350	0.686	1.264
26	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	10	0.028	5	7.042	0.031	0.456	0.874	0.094	1.424
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	20	0.056	10	14.085	0.185	0.912	1.748	0.557	3.217
28	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	52	0.146	18	25.352	0.733	2.371	3.147	2.200	7.718
29	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	7	0.020	5	7.042	0.132	0.319	0.874	0.397	1.590
30	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	6	0.017	4	5.634	0.066	0.274	0.699	0.199	1.172
31	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	14	0.039	6	8.451	0.184	0.638	1.049	0.552	2.239
32	<i>Cordia stellifera</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.014	0.046	0.175	0.042	0.262
33	<i>Crescentia cujete</i>	waas	3	0.008	3	4.225	0.013	0.137	0.524	0.039	0.700

Arbóreas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	AB	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
34	<i>Croton icche</i>	iik che'	3	0.008	1	1.408	0.006	0.137	0.175	0.019	0.330
35	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	32	0.090	9	12.676	0.036	1.459	1.573	0.107	3.140
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	8	0.023	1	1.408	0.094	0.365	0.175	0.282	0.822
37	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	12	0.034	1	1.408	0.059	0.547	0.175	0.177	0.900
38	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	8	0.023	3	4.225	0.190	0.365	0.524	0.571	1.461
39	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	3	0.008	1	1.408	0.041	0.137	0.175	0.124	0.436
40	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.014	0.046	0.175	0.042	0.262
41	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	1	0.003	1	1.408	0.009	0.046	0.175	0.027	0.247
42	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.003	1	1.408	0.005	0.046	0.175	0.015	0.235
43	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.003	1	1.408	0.020	0.046	0.175	0.060	0.280
44	<i>Gliricidia sepium</i>	-	7	0.020	5	7.042	0.070	0.319	0.874	0.211	1.404
45	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	94	0.265	19	26.761	1.036	4.286	3.322	3.110	10.719
46	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	8	0.023	6	8.451	0.046	0.365	1.049	0.139	1.553
47	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	2	0.006	2	2.817	0.048	0.091	0.350	0.144	0.585
48	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	7	0.020	2	2.817	0.054	0.319	0.350	0.163	0.832
49	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.011	2	2.817	0.037	0.182	0.350	0.110	0.642
50	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	45	0.127	8	11.268	0.358	2.052	1.399	1.077	4.527
51	<i>Hampea rovirosae</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.006	0.046	0.175	0.017	0.237
52	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	8	0.023	5	7.042	0.019	0.365	0.874	0.056	1.295
53	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	1	0.003	1	1.408	0.002	0.046	0.175	0.007	0.227
54	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	3	0.008	2	2.817	0.004	0.137	0.350	0.013	0.500
55	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	4	0.011	2	2.817	0.011	0.182	0.350	0.033	0.565
56	<i>Laetia thamnia</i>	ch'aw che'	1	0.003	1	1.408	0.142	0.046	0.175	0.425	0.646
57	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	107	0.301	12	16.901	0.212	4.879	2.098	0.638	7.615
58	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	36	0.101	2	2.817	0.760	1.642	0.350	2.284	4.275
59	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	1	0.003	1	1.408	0.020	0.046	0.175	0.060	0.280
60	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	5	0.014	1	1.408	0.015	0.228	0.175	0.044	0.446
61	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	18	0.051	4	5.634	0.068	0.821	0.699	0.205	1.725
62	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	4	0.011	3	4.225	0.028	0.182	0.524	0.083	0.790
63	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	22	0.062	8	11.268	0.221	1.003	1.399	0.663	3.065
64	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	7	0.020	2	2.817	0.240	0.319	0.350	0.722	1.390
65	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	63	0.177	9	12.676	0.292	2.873	1.573	0.876	5.322
66	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	9	0.025	2	2.817	0.047	0.410	0.350	0.141	0.901
67	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	167	0.470	24	33.803	3.975	7.615	4.196	11.940	23.751
68	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	1	0.003	1	1.408	0.009	0.046	0.175	0.027	0.247
69	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	121	0.341	27	38.028	1.695	5.518	4.720	5.090	15.328
70	<i>Metopium brownei</i>	chechem	316	0.890	35	49.296	1.593	14.409	6.119	4.786	25.314
71	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	3	0.008	3	4.225	0.009	0.137	0.524	0.028	0.689

Arbóreas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	AB	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
72	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	1	0.003	1	1.408	0.007	0.046	0.175	0.022	0.242
73	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	12	0.034	9	12.676	0.069	0.547	1.573	0.209	2.329
74	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	1	0.003	1	1.408	0.003	0.046	0.175	0.008	0.228
75	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	4	0.011	1	1.408	0.028	0.182	0.175	0.083	0.440
76	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	27	0.076	5	7.042	0.203	1.231	0.874	0.611	2.716
77	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	58	0.163	23	32.394	1.327	2.645	4.021	3.986	10.651
78	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.006	0.046	0.175	0.017	0.238
79	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	4	0.011	3	4.225	0.215	0.182	0.524	0.644	1.351
80	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	6	0.017	4	5.634	0.046	0.274	0.699	0.138	1.111
81	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	3	0.008	2	2.817	0.089	0.137	0.350	0.267	0.754
82	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	2	0.006	1	1.408	0.008	0.091	0.175	0.024	0.290
83	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	20	0.056	3	4.225	0.100	0.912	0.524	0.299	1.736
84	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	60	0.169	18	25.352	0.758	2.736	3.147	2.276	8.159
85	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	12	0.034	10	14.085	0.431	0.547	1.748	1.294	3.590
86	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	1	0.003	1	1.408	0.004	0.046	0.175	0.013	0.233
87	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	9	0.025	6	8.451	0.115	0.410	1.049	0.344	1.803
88	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	11	0.031	4	5.634	0.145	0.502	0.699	0.434	1.635
89	<i>Spondias mombin</i>	-	42	0.118	19	26.761	1.750	1.915	3.322	5.256	10.493
90	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	2	0.006	1	1.408	0.040	0.091	0.175	0.121	0.387
91	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	2	0.006	1	1.408	0.020	0.091	0.175	0.060	0.326
92	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	25	0.070	15	21.127	1.127	1.140	2.622	3.384	7.147
93	<i>Terminalia amazonia</i>	-	2	0.006	1	1.408	0.082	0.091	0.175	0.248	0.514
94	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	2	0.006	1	1.408	0.006	0.091	0.175	0.017	0.283
95	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	15	0.042	8	11.268	0.043	0.684	1.399	0.128	2.211
96	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	83	0.234	25	35.211	1.920	3.785	4.371	5.768	13.923
97	<i>Xylopia frutescens</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.020	0.046	0.175	0.060	0.280
Total			2193	6.177	572	805.634	33.294	100	100	100	300

Para el AP, el estrato arbóreo se compone de 97 especies, de las cuales **Bursera simaruba** posee el valor de importancia más elevado en razón a su asidua de apariciones por unidad de muestra y dominancia de áreas basales. Asimismo, **Metopium brownei** obtuvo un valor importante en cuanto a densidad de organismos registrados. Otras especies con valores importantes son **Bucida buceras**, **Guazuma ulmifolia**, **Lisiloma latisiliquum**, **Manilkara zapota**, **Piscidia piscipula**, **Spondias mombin** y **Vitex gaumeri**.

- Arbustivas

Tabla 66: Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo en el AP.

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	17	0.048	1	1.408	38.25	0.224	0.122	0.236	0.582
2	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	6	0.017	1	1.408	0.54	0.079	0.122	0.003	0.205
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	90	0.254	5	7.042	179.82	1.183	0.612	1.111	2.906
4	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	3	0.008	2	2.817	1.5	0.039	0.245	0.009	0.294
5	<i>Amyris attenuata</i>	-	65	0.183	2	2.817	137.306	0.855	0.245	0.848	1.948
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	146	0.411	12	16.901	468.1	1.920	1.469	2.892	6.281
7	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	4	0.011	3	4.225	6.27	0.053	0.367	0.039	0.459
8	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.003	1	1.408	0.12	0.013	0.122	0.001	0.136
9	<i>Ateleia cubensis</i>	-	13	0.037	3	4.225	11.64	0.171	0.367	0.072	0.610
10	<i>Attalea cohune</i>	corozo	37	0.104	3	4.225	701	0.486	0.367	4.331	5.185
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	6	0.017	2	2.817	0.45	0.079	0.245	0.003	0.326
12	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	92	0.259	12	16.901	23.845	1.210	1.469	0.147	2.826
13	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	49	0.138	7	9.859	69.62	0.644	0.857	0.430	1.931
14	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	6	0.017	1	1.408	30	0.079	0.122	0.185	0.387
15	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	13	0.037	4	5.634	16.75	0.171	0.490	0.103	0.764
16	<i>Bucida buceras</i>	pucte	22	0.062	3	4.225	42.8	0.289	0.367	0.264	0.921
17	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	57	0.161	4	5.634	126.3	0.749	0.490	0.780	2.019
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	83	0.234	9	12.676	253.07	1.091	1.102	1.564	3.756
19	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	14	0.039	7	9.859	36.4	0.184	0.857	0.225	1.266
20	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	22	0.062	2	2.817	83.4	0.289	0.245	0.515	1.049
21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	24	0.068	4	5.634	9.964	0.316	0.490	0.062	0.867
22	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	2	0.006	1	1.408	8	0.026	0.122	0.049	0.198
23	<i>Calypttranthes karlingii</i>	-	46	0.130	3	4.225	139.05	0.605	0.367	0.859	1.831
24	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	168	0.473	9	12.676	530.71	2.209	1.102	3.279	6.589
25	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	46	0.130	7	9.859	69.56	0.605	0.857	0.430	1.891
26	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	23	0.065	8	11.268	5.535	0.302	0.979	0.034	1.316
27	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.003	1	1.408	0.12	0.013	0.122	0.001	0.136
28	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	14	0.039	4	5.634	30.38	0.184	0.490	0.188	0.861
29	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	4	0.011	2	2.817	1.38	0.053	0.245	0.009	0.306
30	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.003	1	1.408	0.16	0.013	0.122	0.001	0.137
31	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	19	0.054	1	1.408	76	0.250	0.122	0.470	0.842
32	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	5	0.014	2	2.817	1.86	0.066	0.245	0.011	0.322
33	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	4	0.011	3	4.225	9.82	0.053	0.367	0.061	0.480
34	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	94	0.265	18	25.352	26.484	1.236	2.203	0.164	3.603
35	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	15	0.042	2	2.817	136.8	0.197	0.245	0.845	1.287

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
36	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	21	0.059	2	2.817	41.48	0.276	0.245	0.256	0.777
37	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	82	0.231	16	22.535	129.17	1.078	1.958	0.798	3.835
38	<i>Cionosicyus excisus</i>	aak'il k'aax	5	0.014	3	4.225	0.38	0.066	0.367	0.002	0.435
39	<i>Cissus gossypiifolia</i>	chak tuuk anil	1	0.003	1	1.408	1	0.013	0.122	0.006	0.142
40	<i>Cnidocolus acotinifolius</i>	chaay	14	0.039	5	7.042	9.765	0.184	0.612	0.060	0.856
41	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	49	0.138	10	14.085	214.62	0.644	1.224	1.326	3.194
42	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	19	0.054	7	9.859	25.92	0.250	0.857	0.160	1.267
43	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	3	0.008	1	1.408	12	0.039	0.122	0.074	0.236
44	<i>Cordia stellifera</i>	-	6	0.017	1	1.408	30	0.079	0.122	0.185	0.387
45	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	2	0.006	2	2.817	11.5	0.026	0.245	0.071	0.342
46	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	241	0.679	13	18.310	119.42	3.169	1.591	0.738	5.498
47	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	210	0.592	6	8.451	536.84	2.761	0.734	3.317	6.812
48	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	53	0.149	4	5.634	34.58	0.697	0.490	0.214	1.400
49	<i>Croton cortesianus</i>	-	48	0.135	3	4.225	16.32	0.631	0.367	0.101	1.099
50	<i>Croton icche</i>	iik che'	199	0.561	14	19.718	221.8	2.616	1.714	1.370	5.700
51	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uuum	158	0.445	13	18.310	317.15	2.077	1.591	1.960	5.628
52	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	9	0.025	3	4.225	1	0.118	0.367	0.006	0.492
53	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	76	0.214	17	23.944	125.27	0.999	2.081	0.774	3.854
54	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	15	0.042	3	4.225	38.8	0.197	0.367	0.240	0.804
55	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	14	0.039	1	1.408	3.5	0.184	0.122	0.022	0.328
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	1	0.003	1	1.408	0.8	0.013	0.122	0.005	0.140
57	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	6	0.017	3	4.225	0.93	0.079	0.367	0.006	0.452
58	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	67	0.189	4	5.634	175.25	0.881	0.490	1.083	2.453
59	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	66	0.186	7	9.859	222.66	0.868	0.857	1.376	3.100
60	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	475	1.338	29	40.845	673.58	6.245	3.550	4.162	13.956
61	<i>Eugenia capuli</i>	-	2	0.006	1	1.408	18	0.026	0.122	0.111	0.260
62	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.003	1	1.408	1.95	0.013	0.122	0.012	0.148
63	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.003	1	1.408	0.2	0.013	0.122	0.001	0.137
64	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	3	0.008	3	4.225	92	0.039	0.367	0.568	0.975
65	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	109	0.307	12	16.901	392.22	1.433	1.469	2.423	5.325
66	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	1	0.003	1	1.408	6.25	0.013	0.122	0.039	0.174
67	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	93	0.262	11	15.493	317.18	1.223	1.346	1.960	4.529
68	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	46	0.130	3	4.225	27.66	0.605	0.367	0.171	1.143
69	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	89	0.251	9	12.676	523.64	1.170	1.102	3.235	5.507
70	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	19	0.054	5	7.042	20.96	0.250	0.612	0.130	0.991
71	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	116	0.327	19	26.761	174.83	1.525	2.326	1.080	4.931
72	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	179	0.504	18	25.352	452.8375	2.353	2.203	2.798	7.354
73	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	2	0.006	1	1.408	0.08	0.026	0.122	0.000	0.149

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
74	<i>Inga affinis</i>	-	20	0.056	3	4.225	6.72	0.263	0.367	0.042	0.672
75	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	27	0.076	6	8.451	121.3	0.355	0.734	0.749	1.839
76	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	4	0.011	2	2.817	0.84	0.053	0.245	0.005	0.303
77	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	49	0.138	5	7.042	2.51	0.644	0.612	0.016	1.272
78	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	80	0.225	3	4.225	6.555	1.052	0.367	0.041	1.459
79	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	4	0.011	1	1.408	4	0.053	0.122	0.025	0.200
80	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	39	0.110	5	7.042	70.36	0.513	0.612	0.435	1.559
81	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	38	0.107	1	1.408	760	0.500	0.122	4.696	5.318
82	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	7	0.020	3	4.225	1.48	0.092	0.367	0.009	0.468
83	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	57	0.161	4	5.634	7.715	0.749	0.490	0.048	1.287
84	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	3	0.008	1	1.408	12	0.039	0.122	0.074	0.236
85	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	6	0.017	2	2.817	0.98	0.079	0.245	0.006	0.330
86	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	7	0.020	1	1.408	2.1	0.092	0.122	0.013	0.227
87	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasin	5	0.014	2	2.817	0.66	0.066	0.245	0.004	0.315
88	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	128	0.361	7	9.859	855.38	1.683	0.857	5.285	7.825
89	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	26	0.073	1	1.408	40.8	0.342	0.122	0.252	0.716
90	<i>Lycianthes scandens</i>	-	3	0.008	2	2.817	0.47	0.039	0.245	0.003	0.287
91	<i>Lygodium venustum</i>	-	30	0.085	4	5.634	0.99	0.394	0.490	0.006	0.890
92	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	19	0.054	2	2.817	53.1	0.250	0.245	0.328	0.823
93	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	8	0.023	5	7.042	21.5	0.105	0.612	0.133	0.850
94	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	31	0.087	7	9.859	7.95	0.408	0.857	0.049	1.313
95	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	3	0.008	3	4.225	4.25	0.039	0.367	0.026	0.433
96	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	89	0.251	8	11.268	341.92	1.170	0.979	2.113	4.262
97	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	12	0.034	2	2.817	33.7	0.158	0.245	0.208	0.611
98	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	191	0.538	17	23.944	444.36	2.511	2.081	2.746	7.337
99	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	140	0.394	21	29.577	350.99	1.841	2.570	2.169	6.580
100	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	10	0.028	2	2.817	0.38	0.131	0.245	0.002	0.379
101	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	110	0.310	8	11.268	193.37	1.446	0.979	1.195	3.620
102	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	11	0.031	1	1.408	2.75	0.145	0.122	0.017	0.284
103	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	72	0.203	11	15.493	220.18	0.947	1.346	1.360	3.653
104	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	68	0.192	4	5.634	234.9	0.894	0.490	1.451	2.835
105	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	6	0.017	2	2.817	0.66	0.079	0.245	0.004	0.328
106	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	99	0.279	9	12.676	121.39	1.302	1.102	0.750	3.153
107	<i>Passiflora foetida</i>	poch	3	0.008	2	2.817	0.04	0.039	0.245	0.000	0.284
108	<i>Passiflora itzensis</i>	-	2	0.006	1	1.408	0.045	0.026	0.122	0.000	0.149
109	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	3	0.008	1	1.408	0.75	0.039	0.122	0.005	0.166
110	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	264	0.744	25	35.211	121.435	3.471	3.060	0.750	7.281
111	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	1	0.003	1	1.408	1.44	0.013	0.122	0.009	0.144

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
112	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	5	0.014	2	2.817	1.09	0.066	0.245	0.007	0.317
113	<i>Pharus latifolius</i>	-	47	0.132	4	5.634	12.51	0.618	0.490	0.077	1.185
114	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	6	0.017	2	2.817	9.5	0.079	0.245	0.059	0.382
115	<i>Phyla nodiflora</i>	-	10	0.028	1	1.408	0.9	0.131	0.122	0.006	0.259
116	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	13	0.037	2	2.817	38.38	0.171	0.245	0.237	0.653
117	<i>Piper aduncum</i>	-	90	0.254	3	4.225	79.26	1.183	0.367	0.490	2.040
118	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	137	0.386	10	14.085	498.11	1.801	1.224	3.078	6.103
119	<i>Piper neesianum</i>	-	309	0.870	14	19.718	572.54	4.063	1.714	3.538	9.314
120	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	4	0.011	2	2.817	2.56	0.053	0.245	0.016	0.313
121	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	67	0.189	6	8.451	49.26	0.881	0.734	0.304	1.920
122	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	4	0.011	3	4.225	10.8	0.053	0.367	0.067	0.487
123	<i>Psidium guajava</i>	pichi	1	0.003	1	1.408	7.5	0.013	0.122	0.046	0.182
124	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	6	0.017	2	2.817	55.5	0.079	0.245	0.343	0.667
125	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	52	0.146	5	7.042	14.19	0.684	0.612	0.088	1.383
126	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	93	0.262	7	9.859	17.065	1.223	0.857	0.105	2.185
127	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	31	0.087	4	5.634	113.5	0.408	0.490	0.701	1.598
128	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	19	0.054	1	1.408	142.5	0.250	0.122	0.880	1.253
129	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	10	0.028	3	4.225	7.66	0.131	0.367	0.047	0.546
130	<i>Randia armata</i>	peech kitam	28	0.079	2	2.817	111.24	0.368	0.245	0.687	1.300
131	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	4	0.011	1	1.408	2	0.053	0.122	0.012	0.187
132	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	419	1.180	24	33.803	281.895	5.509	2.938	1.742	10.188
133	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	18	0.051	3	4.225	129.24	0.237	0.367	0.799	1.402
134	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	186	0.524	12	16.901	518.37	2.445	1.469	3.203	7.117
135	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	98	0.276	24	33.803	687.1	1.288	2.938	4.245	8.471
136	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	3	0.008	1	1.408	0.6	0.039	0.122	0.004	0.166
137	<i>Senna atomaria</i>	-	1	0.003	1	1.408	10.5	0.013	0.122	0.065	0.200
138	<i>Serjania lundellii</i>	-	56	0.158	9	12.676	46.53	0.736	1.102	0.287	2.125
139	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	11	0.031	2	2.817	11.76	0.145	0.245	0.073	0.462
140	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	14	0.039	5	7.042	0.86	0.184	0.612	0.005	0.801
141	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	20	0.056	2	2.817	76.0625	0.263	0.245	0.470	0.978
142	<i>Solanum nigrescens</i>	-	3	0.008	1	1.408	1.8	0.039	0.122	0.011	0.173
143	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	1	0.003	1	1.408	0.42	0.013	0.122	0.003	0.138
144	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	11	0.031	1	1.408	31.35	0.145	0.122	0.194	0.461
145	<i>Syngonium angustatum</i>	-	104	0.293	12	16.901	7.18	1.367	1.469	0.044	2.880
146	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	16	0.045	4	5.634	19.04	0.210	0.490	0.118	0.818
147	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	45	0.127	10	14.085	20.3	0.592	1.224	0.125	1.941
148	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	28	0.079	5	7.042	88.22	0.368	0.612	0.545	1.525
149	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	1	0.003	1	1.408	0.12	0.013	0.122	0.001	0.136

Arbustivas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
150	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	210	0.592	30	42.254	81.98	2.761	3.672	0.507	6.939
151	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	11	0.031	2	2.817	68.75	0.145	0.245	0.425	0.814
152	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	25	0.070	2	2.817	41.2	0.329	0.245	0.255	0.828
153	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	1	0.003	1	1.408	1	0.013	0.122	0.006	0.142
Total			7606	21.425	817	1150.704	16184.859	100	100	100	300

El estrato arbustivo del AP se compone de 153 especies, de ellas **Eugenia biflora** posee el valor de densidad poblacional mas elevado dentro del estrato, también, la misma especie se considera representante fisonómico del estrato para el AP por su valor de importancia. En cuanto a los atributos restantes, la frecuencia más alta se localizó en **Vachellia cornigera**, mientras que la dominancia relativa encuentra su mayor valor en **Lonchocarpus yucatanensis**. Es importante mencionar que **Randia obcordata** y **Piper neesianum** representan también taxones fisonómicamente importantes en el sitio.

- Herbáceas

Tabla 67: Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo en el AP.

Herbáceas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	11	15.493	1	1.408	0.11	3.039	0.680	0.298	4.017
2	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	1	1.408	1	1.408	0.04	0.276	0.680	0.108	1.065
3	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	1.408	1	1.408	0.04	0.276	0.680	0.108	1.065
4	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	1	1.408	1	1.408	0.09	0.276	0.680	0.244	1.200
5	<i>Bouteloua americana</i>	-	8	11.268	1	1.408	0.08	2.210	0.680	0.217	3.107
6	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	7	9.859	2	2.817	9.75	1.934	1.361	26.426	29.720
7	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	3	4.225	3	4.225	0.24	0.829	2.041	0.650	3.520
8	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	2	2.817	1	1.408	0.03	0.552	0.680	0.081	1.314
9	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	1	1.408	1	1.408	0.09	0.276	0.680	0.244	1.200
10	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	5	7.042	3	4.225	0.0325	1.381	2.041	0.088	3.510
11	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	1	1.408	1	1.408	0.008	0.276	0.680	0.022	0.978
12	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	9	12.676	1	1.408	0.2025	2.486	0.680	0.549	3.715
13	<i>Cyperus odoratus</i>	-	12	16.901	7	9.859	0.9775	3.315	4.762	2.649	10.726
14	<i>Cyperus planifolius</i>	-	3	4.225	1	1.408	0.27	0.829	0.680	0.732	2.241
15	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	1	1.408	1	1.408	0.09	0.276	0.680	0.244	1.200
16	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	5	7.042	3	4.225	0.1675	1.381	2.041	0.454	3.876
17	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	7	9.859	2	2.817	0.25	1.934	1.361	0.678	3.972
18	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	6	8.451	2	2.817	0.425	1.657	1.361	1.152	4.170
19	<i>Echites panduratus</i>	-	1	1.408	1	1.408	1.5	0.276	0.680	4.066	5.022
20	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	11	15.493	7	9.859	0.117	3.039	4.762	0.317	8.118
21	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	1	1.408	1	1.408	0.008	0.276	0.680	0.022	0.978
22	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	1	1.408	1	1.408	0.09	0.276	0.680	0.244	1.200
23	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	7	9.859	2	2.817	0.025	1.934	1.361	0.068	3.362

Herbáceas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
24	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	1.408	1	1.408	0.04	0.276	0.680	0.108	1.065
25	<i>Harleya oxilepis</i>	-	3	4.225	1	1.408	0.03	0.829	0.680	0.081	1.590
26	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	1	1.408	1	1.408	0.04	0.276	0.680	0.108	1.065
27	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	1	1.408	1	1.408	1	0.276	0.680	2.710	3.667
28	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	33	46.479	12	16.901	0.635	9.116	8.163	1.721	19.000
29	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	1	1.408	1	1.408	0.06	0.276	0.680	0.163	1.119
30	<i>Ipomoea steerei</i>	-	2	2.817	1	1.408	0.5	0.552	0.680	1.355	2.588
31	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	15	21.127	9	12.676	0.3715	4.144	6.122	1.007	11.273
32	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	26	36.620	6	8.451	1.8275	7.182	4.082	4.953	16.217
33	<i>Lepidium virginicum</i>	-	1	1.408	1	1.408	0.018	0.276	0.680	0.049	1.005
34	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	1	1.408	1	1.408	0.01	0.276	0.680	0.027	0.984
35	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	1	1.408	1	1.408	0.01	0.276	0.680	0.027	0.984
36	<i>Lygodium venustum</i>	-	3	4.225	2	2.817	0.19	0.829	1.361	0.515	2.704
37	<i>Macroscespis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	1	1.408	1	1.408	0.09	0.276	0.680	0.244	1.200
38	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	4	5.634	2	2.817	0.265	1.105	1.361	0.718	3.184
39	<i>Momordica charantia</i>	kol	2	2.817	1	1.408	0.18	0.552	0.680	0.488	1.721
40	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	1	1.408	1	1.408	0.008	0.276	0.680	0.022	0.978
41	<i>Panicum amarum</i>	-	2	2.817	1	1.408	0.03	0.552	0.680	0.081	1.314
42	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	2	2.817	1	1.408	0.02	0.552	0.680	0.054	1.287
43	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	25	35.211	2	2.817	10.59	6.906	1.361	28.703	36.969
44	<i>Passiflora sublancoolata</i>	pooch k'aak'	1	1.408	1	1.408	0.05	0.276	0.680	0.136	1.092
45	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	1	1.408	1	1.408	0.3	0.276	0.680	0.813	1.770
46	<i>Pharus latifolius</i>	-	2	2.817	2	2.817	0.05	0.552	1.361	0.136	2.049
47	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	8	11.268	2	2.817	0.02	2.210	1.361	0.054	3.625
48	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	4	5.634	2	2.817	0.2	1.105	1.361	0.542	3.008
49	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiw	27	38.028	6	8.451	0.68	7.459	4.082	1.843	13.383
50	<i>Ruellia paniculata</i>	-	12	16.901	2	2.817	0.05	3.315	1.361	0.136	4.811
51	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	3	4.225	2	2.817	0.25	0.829	1.361	0.678	2.867
52	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiw	1	1.408	1	1.408	0.01	0.276	0.680	0.027	0.984
53	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	1	1.408	1	1.408	0.09	0.276	0.680	0.244	1.200
54	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	2	2.817	1	1.408	0.02	0.552	0.680	0.054	1.287
55	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	15	21.127	1	1.408	0.15	4.144	0.680	0.407	5.230
56	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	2	2.817	1	1.408	0.08	0.552	0.680	0.217	1.450
57	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	1	1.408	1	1.408	0.04	0.276	0.680	0.108	1.065
58	<i>Stenandrium nanum</i>	-	7	9.859	4	5.634	0.021	1.934	2.721	0.057	4.712
59	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	1	1.408	1	1.408	0.0064	0.276	0.680	0.017	0.974
60	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	4	5.634	1	1.408	0.36	1.105	0.680	0.976	2.761
61	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	1	1.408	1	1.408	0.02	0.276	0.680	0.054	1.011

Herbáceas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
62	<i>Vailia anomala</i>	-	2	2.817	1	1.408	0.02	0.552	0.680	0.054	1.287
63	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	36	50.704	23	32.394	3.93	9.945	15.646	10.652	36.243
Total			362	509.859	147	207.042	36.8954	100	100	100	300

Para el AP, el estrato herbáceo se compone de 63 especies no leñosas, de ellas **Zamia polymorpha** posee los valores de densidad y frecuencia mas altos, mientras que **Passiflora serratifolia** posee el valor de dominancia mas alto en relación a la suma de cobertura obtenido por esta especie, asimismo, esta ultima especie también posee el valor de importancia más significativo. **Bromelia pinguin**, **Cyperus odoratus**, **Ipomoea heterodoxa**, **Lasiacis divaricata**, **L. ruscifolia** y **Ruellia blechum** son también especies herbáceas con valores altos.

- Epífitas

Tabla 68: Índice de Valor de Importancia para epífitas en el AP.

Epífitas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
1	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	10	0.028	7	9.859	3.740	1.828	7.778	10.150	19.756
2	<i>Anthurium gracile</i>	-	9	0.025	3	4.225	6.440	1.645	3.333	17.477	22.456
3	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	1	0.003	1	1.408	0.040	0.183	1.111	0.109	1.402
4	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	46	0.130	14	19.718	0.349	8.410	15.556	0.946	24.911
5	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	13	0.037	7	9.859	1.410	2.377	7.778	3.827	13.981
6	<i>Encyclia alata</i>	-	2	0.006	1	1.408	0.005	0.366	1.111	0.014	1.490
7	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	1	0.003	1	1.408	0.040	0.183	1.111	0.109	1.402
8	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.010	0.183	1.111	0.027	1.321
9	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	5	0.014	4	5.634	0.310	0.914	4.444	0.841	6.200
10	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.010	0.183	1.111	0.027	1.321
11	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	10	0.028	5	7.042	0.173	1.828	5.556	0.468	7.852
12	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	3	0.008	1	1.408	0.030	0.548	1.111	0.081	1.741
13	<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	laab óon aak'	1	0.003	1	1.408	0.010	0.183	1.111	0.027	1.321
14	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	8	0.023	5	7.042	2.400	1.463	5.556	6.513	13.531
15	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	14	0.039	6	8.451	8.950	2.559	6.667	24.289	33.515
16	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	2	0.006	2	2.817	1.960	0.366	2.222	5.319	7.907
17	<i>Polystachya caracasana</i>	-	26	0.073	2	2.817	0.260	4.753	2.222	0.706	7.681
18	<i>Prosthechea radiata</i>	-	24	0.068	4	5.634	3.673	4.388	4.444	9.967	18.799
19	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	3	0.008	2	2.817	1.563	0.548	2.222	4.240	7.011
20	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	1	0.003	1	1.408	0.040	0.183	1.111	0.109	1.402
21	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	2	0.006	2	2.817	0.040	0.366	2.222	0.110	2.697
22	<i>Specklinia grobyi</i>	-	23	0.065	2	2.817	0.058	4.205	2.222	0.156	6.583
23	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	1	0.003	1	1.408	0.030	0.183	1.111	0.081	1.375
24	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	122	0.344	8	11.268	2.321	22.303	8.889	6.299	37.492
25	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	210	0.592	5	7.042	2.420	38.391	5.556	6.568	50.514

Epífitas											
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos	Densidad	Apariciones	Frecuencia	Cobertura	Densidad relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	IVI
26	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	4	0.011	1	1.408	0.148	0.731	1.111	0.402	2.244
27	<i>Vanilla odorata</i>	-	4	0.011	2	2.817	0.420	0.731	2.222	1.140	4.093
Total			547	1.541	90	126.761	36.848	100	100	100	300

El último estrato, epífitas del AP, registro la presencia de 27 especies, de las que **Tillandsia fasciculata**, **Cohniella ascendens** y **Philodendron radiatum** registraron valores altos de densidad, frecuencia y dominancia respectivamente, de ellas la primera posee el valor de importancia más significativo. Especies importante en el estrato también son **Tillandsia dasyliriifolia** y **Anthurium gracile**.

Abundancia relativa

Tabla 69: Abundancia relativa de las especies vegetales en el AP.

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Metopium brownei</i>	507	4.735
<i>Eugenia biflora</i>	475	4.436
<i>Randia obcordata</i>	427	3.988
<i>Piper neesianum</i>	309	2.886
<i>Paullinia pinnata</i>	264	2.465
<i>Sabal mexicana</i>	246	2.297
<i>Bursera simaruba</i>	242	2.260
<i>Crossopetalum gaumeri</i>	241	2.251
<i>Vachellia cornigera</i>	226	2.111
<i>Croton arboreus</i>	210	1.961
<i>Manilkara zapota</i>	210	1.961
<i>Tillandsia fasciculata</i>	210	1.961
<i>Guazuma ulmifolia</i>	203	1.896
<i>Croton icche</i>	202	1.886
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	191	1.784
<i>Cryosophila stauracantha</i>	190	1.774
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	186	1.737
<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	180	1.681
<i>Cameraria latifolia</i>	178	1.662
<i>Ardisia escallonioides</i>	146	1.363
<i>Leucaena leucocephala</i>	146	1.363
<i>Mimosa bahamensis</i>	143	1.335
<i>Piper amalago</i>	137	1.279
<i>Haematoxylum campechianum</i>	134	1.251
<i>Alseis yucatanensis</i>	124	1.158
<i>Hampea trilobata</i>	124	1.158
<i>Myrcianthes fragrans</i>	122	1.139
<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	122	1.139
<i>Sabal yapa</i>	113	1.055
<i>Vitex gaumeri</i>	108	1.009
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	106	0.990
<i>Syngonium angustatum</i>	104	0.971
<i>Ouratea lucens</i>	99	0.925
<i>Bucida buceras</i>	98	0.915
<i>Guettarda elliptica</i>	96	0.897
<i>Chamaedorea seifrizii</i>	94	0.878
<i>Bauhinia herrerae</i>	93	0.869

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Psychotria tenuifolia</i>	93	0.869
<i>Piper aduncum</i>	90	0.840
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	87	0.812
<i>Bunchosia swartziana</i>	83	0.775
<i>Desmoncus orthacanthos</i>	76	0.710
<i>Leucaena shannonii</i>	74	0.691
<i>Nectandra coriacea</i>	73	0.682
<i>Nectandra salicifolia</i>	72	0.672
<i>Coccoloba spicata</i>	71	0.663
<i>Coccoloba barbadensis</i>	69	0.644
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	68	0.635
<i>Eugenia acapulcensis</i>	67	0.626
<i>Eugenia aeruginea</i>	67	0.626
<i>Amyris attenuata</i>	65	0.607
<i>Lasiacis divaricata</i>	64	0.598
<i>Piscidia piscipula</i>	62	0.579
<i>Lisianthus axillaris</i>	58	0.542
<i>Bunchosia lindeniana</i>	57	0.532
<i>Serjania lundellii</i>	56	0.523
<i>Byrsonima crassifolia</i>	55	0.514
<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	53	0.495
<i>Psychotria nervosa</i>	52	0.486
<i>Haematoxylum calakmulense</i>	50	0.467
<i>Bonellia flammea</i>	49	0.458
<i>Carica papaya</i>	49	0.458
<i>Celtis trinervia</i>	49	0.458
<i>Pharus latifolius</i>	49	0.458
<i>Croton cortesianus</i>	48	0.448
<i>Calyptranthes karlingii</i>	46	0.430
<i>Cohniella ascendens</i>	46	0.430
<i>Thevetia ahouai</i>	46	0.430
<i>Attalea cohune</i>	42	0.392
<i>Spondias mombin</i>	42	0.392
<i>Tabebuia rosea</i>	41	0.383
<i>Pimenta dioica</i>	40	0.374
<i>Quadrella incana</i>	39	0.364
<i>Zamia polymorpha</i>	36	0.336
<i>Cecropia peltata</i>	34	0.318
<i>Ipomoea heterodoxa</i>	33	0.308
<i>Lygodium venustum</i>	33	0.308

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Malvaviscus arboreus</i>	31	0.290
<i>Quadrella cynophallophora</i>	31	0.290
<i>Byrsonima bucidifolia</i>	30	0.280
<i>Jatropha gaumeri</i>	30	0.280
<i>Trema micrantha</i>	30	0.280
<i>Cascabela gaumeri</i>	28	0.261
<i>Randia armata</i>	28	0.261
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	27	0.252
<i>Ludwigia octovalvis</i>	27	0.252
<i>Ruellia blechum</i>	27	0.252
<i>Cedrela odorata</i>	26	0.243
<i>Polystachya caracasana</i>	26	0.243
<i>Chloroleucon mangense</i>	25	0.233
<i>Elytraria bromoides</i>	25	0.233
<i>Passiflora serratifolia</i>	25	0.233
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	24	0.224
<i>Prosthechea radiata</i>	24	0.224
<i>Specklinia grobyi</i>	23	0.215
<i>Simarouba amara</i>	22	0.205
<i>Chromolaena laevigata</i>	21	0.196
<i>Smilax spinosa</i>	21	0.196
<i>Bromelia pinguin</i>	20	0.187
<i>Inga affinis</i>	20	0.187
<i>Philodendron radiatum</i>	20	0.187
<i>Hamelia patens</i>	19	0.177
<i>Ateleia cubensis</i>	18	0.168
<i>Ehretia tinifolia</i>	18	0.168
<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	18	0.168
<i>Adelia oaxacana</i>	17	0.159
<i>Cordia dodecandra</i>	17	0.159
<i>Dendropanax arboreus</i>	17	0.159
<i>Cecropia obtusifolia</i>	15	0.140
<i>Sporobolus virginicus</i>	15	0.140
<i>Cnidocolus acotinifolius</i>	14	0.131
<i>Smilax aristolochiifolia</i>	14	0.131
<i>Deamia testudo</i>	13	0.121
<i>Stachytarpheta frantzii</i>	13	0.121
<i>Cyperus odoratus</i>	12	0.112
<i>Diospyros yucatanensis</i>	12	0.112
<i>Matayba oppositifolia</i>	12	0.112

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Ruellia paniculata</i>	12	0.112
<i>Acmella oppositifolia</i>	11	0.103
<i>Brosimum alicastrum</i>	11	0.103
<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	11	0.103
<i>Myrciaria floribunda</i>	11	0.103
<i>Vachellia gentlei</i>	11	0.103
<i>Aechmea bracteata</i>	10	0.093
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	10	0.093
<i>Lophiaris oerstedii</i>	10	0.093
<i>Morinda royoc</i>	10	0.093
<i>Phyla nodiflora</i>	10	0.093
<i>Plumeria obtusa</i>	10	0.093
<i>Randia aculeata</i>	10	0.093
<i>Anthurium gracile</i>	9	0.084
<i>Cynodon dactylon</i>	9	0.084
<i>Guettarda combsii</i>	9	0.084
<i>Luehea speciosa</i>	9	0.084
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	9	0.084
<i>Bouteloua americana</i>	8	0.075
<i>Drypetes laterifolia</i>	8	0.075
<i>Licaria campechiana</i>	8	0.075
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	8	0.075
<i>Malpighia glabra</i>	8	0.075
<i>Philodendron jacquinii</i>	8	0.075
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7	0.065
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7	0.065
<i>Cordia stellifera</i>	7	0.065
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	7	0.065
<i>Eustoma exaltatum</i>	7	0.065
<i>Gliricidia sepium</i>	7	0.065
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7	0.065
<i>Lonchocarpus xuul</i>	7	0.065
<i>Stenandrium nanum</i>	7	0.065
<i>Ageratum gaumeri</i>	6	0.056
<i>Bauhinia divaricata</i>	6	0.056
<i>Bonellia macrocarpa</i>	6	0.056
<i>Cordia alliodora</i>	6	0.056
<i>Echinodorus subalatus</i>	6	0.056
<i>Esenbeckia berlandieri</i>	6	0.056
<i>Neea psychotroides</i>	6	0.056

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Petrea volubilis</i>	6	0.056
<i>Psychopterys rivularis</i>	6	0.056
<i>Ceiba pentandra</i>	5	0.047
<i>Cestrum dumetorum</i>	5	0.047
<i>Cionosicya excisus</i>	5	0.047
<i>Cipura campanulata</i>	5	0.047
<i>Desmodium paniculatum</i>	5	0.047
<i>Guarianthe aurantiaca</i>	5	0.047
<i>Aristolochia chiapensis</i>	4	0.037
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	4	0.037
<i>Chamaedorea oblongata</i>	4	0.037
<i>Krugiodendron ferreum</i>	4	0.037
<i>Lantana canescens</i>	4	0.037
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	4	0.037
<i>Maranta arundinacea</i>	4	0.037
<i>Passiflora sublanceolata</i>	4	0.037
<i>Platymiscium yucatanum</i>	4	0.037
<i>Randia longiloba</i>	4	0.037
<i>Rivina humilis</i>	4	0.037
<i>Tillandsia variabilis</i>	4	0.037
<i>Tradescantia spathacea</i>	4	0.037
<i>Vanilla odorata</i>	4	0.037
<i>Amphilophium crucigerum</i>	3	0.028
<i>Cenchrus echinatus</i>	3	0.028
<i>Crescentia cujete</i>	3	0.028
<i>Cyperus planifolius</i>	3	0.028
<i>Fridericia podopogon</i>	3	0.028
<i>Harleya oxilepis</i>	3	0.028
<i>Lycianthes scandens</i>	3	0.028
<i>Mandevilla subsagittata</i>	3	0.028
<i>Maxillaria tenuifolia</i>	3	0.028
<i>Passiflora foetida</i>	3	0.028
<i>Pouteria reticulata</i>	3	0.028
<i>Psittacanthus mayanus</i>	3	0.028
<i>Salvia occidentalis</i>	3	0.028
<i>Solanum nigrescens</i>	3	0.028
<i>Annona primigenia</i>	2	0.019
<i>Asclepias curassavica</i>	2	0.019
<i>Callicarpa acuminata</i>	2	0.019
<i>Cheilanthes microphylla</i>	2	0.019

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Chrysobalanus icaco</i>	2	0.019
<i>Cornutia pyramidata</i>	2	0.019
<i>Encyclia alata</i>	2	0.019
<i>Eugenia capuli</i>	2	0.019
<i>Ficus crassinervia</i>	2	0.019
<i>Ficus maxima</i>	2	0.019
<i>Ibervillea millspaughii</i>	2	0.019
<i>Ipomoea steerei</i>	2	0.019
<i>Momordica charantia</i>	2	0.019
<i>Panicum amarum</i>	2	0.019
<i>Paspalum paniculatum</i>	2	0.019
<i>Passiflora itzensis</i>	2	0.019
<i>Phoradendron trinervium</i>	2	0.019
<i>Psidium guineense</i>	2	0.019
<i>Selenicereus grandiflorus</i>	2	0.019
<i>Solanum tridynamum</i>	2	0.019
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.019
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	0.019
<i>Terminalia amazonia</i>	2	0.019
<i>Vailia anomala</i>	2	0.019
<i>Albizia lebeck</i>	1	0.009
<i>Aristida ternipes</i>	1	0.009
<i>Astronium graveolens</i>	1	0.009
<i>Canella winterana</i>	1	0.009
<i>Catasetum integerrimum</i>	1	0.009
<i>Chloris virgata</i>	1	0.009
<i>Cissus gossypifolia</i>	1	0.009
<i>Commelina erecta</i>	1	0.009
<i>Cyperus rotundus</i>	1	0.009
<i>Echites panduratus</i>	1	0.009
<i>Encyclia guatemalensis</i>	1	0.009
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	0.009
<i>Epidendrum flexuosum</i>	1	0.009
<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	1	0.009
<i>Euphorbia cyatophora</i>	1	0.009
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.009
<i>Hampea rovirosae</i>	1	0.009
<i>Hymenocallis littoralis</i>	1	0.009
<i>Ipomoea anisomeres</i>	1	0.009
<i>Ipomoea mitchellae</i>	1	0.009

Nombre Científico	Número de individuos registrados	Abundancia relativa = Densidad relativa
<i>Isochilus carnosiflorus</i>	1	0.009
<i>Laetia thamnina</i>	1	0.009
<i>Lepidium virginicum</i>	1	0.009
<i>Machaonia lindeniana</i>	1	0.009
<i>Macroscespis yucatanensis</i>	1	0.009
<i>Mosannonna depressa</i>	1	0.009
<i>Oeceoclades maculata</i>	1	0.009
<i>Pentalinon andrieuxii</i>	1	0.009
<i>Peperomia pereskiiifolia</i>	1	0.009
<i>Psidium guajava</i>	1	0.009
<i>Scaphyglottis behrii</i>	1	0.009
<i>Senna atomaria</i>	1	0.009
<i>Sida abutifolia</i>	1	0.009
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	1	0.009
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	1	0.009
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	1	0.009
<i>Tillandsia bulbosa</i>	1	0.009
<i>Vachellia collinsii</i>	1	0.009
<i>Vitis tiliifolia</i>	1	0.009
<i>Xylopia frutescens</i>	1	0.009
Total	10708	100

Índice de Margalef

- Arbóreas

Tabla 70: Índice de Margalef para el estrato arbóreo en el AP.

Índice de Margalef	
Dmg	12.478

- Arbustivas

Tabla 71: Índice de Margalef para el estrato arbustivo en el AP.

Índice de Margalef	
Dmg	17.008

- Herbáceas

Tabla 72: Índice de Margalef para el estrato herbáceo en el AP.

Índice de Margalef	
Dmg	

Dmg	10.518
------------	--------

- Epífitas

Tabla 73: Índice de Margalef para epífitas en el AP.

Índice de Margalef	
Dmg	4.123

Índice de diversidad de Menhinick

- Arbóreas

Tabla 74: Índice de Menhinick para el estrato arbóreo en el AP.

Índice de Menhinick	
Dmn	2.071

- Arbustivas

Tabla 75: Índice de Menhinick para el estrato arbustivo en el AP.

Índice de Menhinick	
Dmn	1.754

- Herbáceas

Tabla 76: Índice de Menhinick para el estrato herbáceo en el AP.

Índice de Menhinick	
Dmn	3.311

- Epífitas

Tabla 77: Índice de Menhinick para epífitas en el AP.

Índice de Menhinick	
Dmn	1.154

Índice de dominancia de Simpson

- Arbóreas

Tabla 78: Índice de dominancia de Simpson para el estrato arbóreo en el AP.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
1	<i>Albizia lebeck</i>	juub che'	1	0.000	0.000
2	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	34	0.016	0.000
3	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	2	0.001	0.000
4	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	1	0.000	0.000
5	<i>Ateleia cubensis</i>	-	5	0.002	0.000
6	<i>Attalea cohune</i>	corozo	5	0.002	0.000
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	11	0.005	0.000
8	<i>Bucida buceras</i>	pucte	76	0.035	0.001
9	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	228	0.104	0.011
10	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	8	0.004	0.000
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	31	0.014	0.000
12	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	7	0.003	0.000
13	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	4	0.002	0.000
14	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	10	0.005	0.000
15	<i>Canella winterana</i>	canela che'	1	0.000	0.000
16	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	3	0.001	0.000
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	5	0.002	0.000
18	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	14	0.006	0.000
19	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	20	0.009	0.000
20	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	22	0.010	0.000
21	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	4	0.002	0.000
22	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	30	0.014	0.000
23	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	10	0.005	0.000
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	2	0.001	0.000
25	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéj	5	0.002	0.000
26	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	10	0.005	0.000
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	20	0.009	0.000
28	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	52	0.024	0.001
29	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	7	0.003	0.000
30	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	6	0.003	0.000
31	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	14	0.006	0.000
32	<i>Cordia stellifera</i>	-	1	0.000	0.000
33	<i>Crescentia cujete</i>	waas	3	0.001	0.000
34	<i>Croton icche</i>	iik che'	3	0.001	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
35	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	32	0.015	0.000
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	8	0.004	0.000
37	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	12	0.005	0.000
38	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	8	0.004	0.000
39	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	3	0.001	0.000
40	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	1	0.000	0.000
41	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	1	0.000	0.000
42	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.000	0.000
43	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.000	0.000
44	<i>Gliricidia sepium</i>	-	7	0.003	0.000
45	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	94	0.043	0.002
46	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	8	0.004	0.000
47	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	2	0.001	0.000
48	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	7	0.003	0.000
49	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.002	0.000
50	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	45	0.021	0.000
51	<i>Hampea rovirosae</i>	-	1	0.000	0.000
52	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	8	0.004	0.000
53	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'booch' kitam	1	0.000	0.000
54	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	3	0.001	0.000
55	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	4	0.002	0.000
56	<i>Laetia thamnia</i>	ch'aw che'	1	0.000	0.000
57	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	107	0.049	0.002
58	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	36	0.016	0.000
59	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	1	0.000	0.000
60	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	5	0.002	0.000
61	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	18	0.008	0.000
62	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	4	0.002	0.000
63	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	22	0.010	0.000
64	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	7	0.003	0.000
65	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	63	0.029	0.001
66	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	9	0.004	0.000
67	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	167	0.076	0.006
68	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	1	0.000	0.000
69	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	121	0.055	0.003
70	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	316	0.144	0.021
71	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	3	0.001	0.000
72	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	1	0.000	0.000
73	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	12	0.005	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
74	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	1	0.000	0.000
75	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	4	0.002	0.000
76	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	27	0.012	0.000
77	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	58	0.026	0.001
78	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	1	0.000	0.000
79	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	4	0.002	0.000
80	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	6	0.003	0.000
81	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	3	0.001	0.000
82	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	2	0.001	0.000
83	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	20	0.009	0.000
84	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	60	0.027	0.001
85	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	12	0.005	0.000
86	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	1	0.000	0.000
87	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	9	0.004	0.000
88	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	11	0.005	0.000
89	<i>Spondias mombin</i>	-	42	0.019	0.000
90	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	2	0.001	0.000
91	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	2	0.001	0.000
92	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	25	0.011	0.000
93	<i>Terminalia amazonia</i>	-	2	0.001	0.000
94	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	2	0.001	0.000
95	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	15	0.007	0.000
96	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	83	0.038	0.001
97	<i>Xylopia frutescens</i>	-	1	0.000	0.000
Total			2193	1	0.053
			Dsi	0.053	
			1-Dsi	0.947	

- Arbustivas

Tabla 79: Índice de dominancia de Simpson para el estrato arbustivo en el AP.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
1	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	17	0.002	0.000
2	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	6	0.001	0.000
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	90	0.012	0.000
4	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	3	0.000	0.000
5	<i>Amyris attenuata</i>	-	65	0.009	0.000
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	146	0.019	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
7	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	4	0.001	0.000
8	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.000	0.000
9	<i>Ateleia cubensis</i>	-	13	0.002	0.000
10	<i>Attalea cohune</i>	corozo	37	0.005	0.000
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	6	0.001	0.000
12	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	92	0.012	0.000
13	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	49	0.006	0.000
14	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	6	0.001	0.000
15	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	13	0.002	0.000
16	<i>Bucida buceras</i>	pucte	22	0.003	0.000
17	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	57	0.007	0.000
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	83	0.011	0.000
19	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	14	0.002	0.000
20	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	22	0.003	0.000
21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	24	0.003	0.000
22	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	2	0.000	0.000
23	<i>Calyptanthes karlingii</i>	-	46	0.006	0.000
24	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	168	0.022	0.000
25	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	46	0.006	0.000
26	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	23	0.003	0.000
27	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.000	0.000
28	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	14	0.002	0.000
29	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	4	0.001	0.000
30	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.000	0.000
31	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	19	0.002	0.000
32	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	5	0.001	0.000
33	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	4	0.001	0.000
34	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	94	0.012	0.000
35	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	15	0.002	0.000
36	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	21	0.003	0.000
37	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéj	82	0.011	0.000
38	<i>Cionosicyx excisus</i>	aak'il k'aax	5	0.001	0.000
39	<i>Cissus gossypiifolia</i>	chak tuuk anil	1	0.000	0.000
40	<i>Cnidoscolus acotinifolius</i>	chaay	14	0.002	0.000
41	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	49	0.006	0.000
42	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	19	0.002	0.000
43	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	3	0.000	0.000
44	<i>Cordia stellifera</i>	-	6	0.001	0.000
45	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	2	0.000	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
46	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	241	0.032	0.001
47	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	210	0.028	0.001
48	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	53	0.007	0.000
49	<i>Croton cortesianus</i>	-	48	0.006	0.000
50	<i>Croton icche</i>	iik che'	199	0.026	0.001
51	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	158	0.021	0.000
52	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	9	0.001	0.000
53	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	76	0.010	0.000
54	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	15	0.002	0.000
55	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	14	0.002	0.000
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	1	0.000	0.000
57	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	6	0.001	0.000
58	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	67	0.009	0.000
59	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	66	0.009	0.000
60	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	475	0.062	0.004
61	<i>Eugenia capuli</i>	-	2	0.000	0.000
62	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.000	0.000
63	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.000	0.000
64	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	3	0.000	0.000
65	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	109	0.014	0.000
66	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	1	0.000	0.000
67	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	93	0.012	0.000
68	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	46	0.006	0.000
69	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	89	0.012	0.000
70	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	19	0.002	0.000
71	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	116	0.015	0.000
72	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	179	0.024	0.001
73	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	2	0.000	0.000
74	<i>Inga affinis</i>	-	20	0.003	0.000
75	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	27	0.004	0.000
76	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	4	0.001	0.000
77	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	49	0.006	0.000
78	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	80	0.011	0.000
79	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	4	0.001	0.000
80	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	39	0.005	0.000
81	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	38	0.005	0.000
82	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	7	0.001	0.000
83	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	57	0.007	0.000
84	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	3	0.000	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
85	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	6	0.001	0.000
86	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	7	0.001	0.000
87	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	5	0.001	0.000
88	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	128	0.017	0.000
89	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	26	0.003	0.000
90	<i>Lycianthes scandens</i>	-	3	0.000	0.000
91	<i>Lygodium venustum</i>	-	30	0.004	0.000
92	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	19	0.002	0.000
93	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	8	0.001	0.000
94	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	31	0.004	0.000
95	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	3	0.000	0.000
96	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	89	0.012	0.000
97	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	12	0.002	0.000
98	<i>Metopium brownei</i>	chechem	191	0.025	0.001
99	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	140	0.018	0.000
100	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	10	0.001	0.000
101	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	110	0.014	0.000
102	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	11	0.001	0.000
103	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	72	0.009	0.000
104	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	68	0.009	0.000
105	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	6	0.001	0.000
106	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	99	0.013	0.000
107	<i>Passiflora foetida</i>	poch	3	0.000	0.000
108	<i>Passiflora itzensis</i>	-	2	0.000	0.000
109	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	3	0.000	0.000
110	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	264	0.035	0.001
111	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	1	0.000	0.000
112	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	5	0.001	0.000
113	<i>Pharus latifolius</i>	-	47	0.006	0.000
114	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	6	0.001	0.000
115	<i>Phyla nodiflora</i>	-	10	0.001	0.000
116	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	13	0.002	0.000
117	<i>Piper aduncum</i>	-	90	0.012	0.000
118	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	137	0.018	0.000
119	<i>Piper neesianum</i>	-	309	0.041	0.002
120	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	4	0.001	0.000
121	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	67	0.009	0.000
122	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	4	0.001	0.000
123	<i>Psidium guajava</i>	pichi	1	0.000	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
124	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	6	0.001	0.000
125	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	52	0.007	0.000
126	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	93	0.012	0.000
127	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	31	0.004	0.000
128	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	19	0.002	0.000
129	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	10	0.001	0.000
130	<i>Randia armata</i>	peech kitam	28	0.004	0.000
131	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	4	0.001	0.000
132	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	419	0.055	0.003
133	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	18	0.002	0.000
134	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	186	0.024	0.001
135	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	98	0.013	0.000
136	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	3	0.000	0.000
137	<i>Senna atomaria</i>	-	1	0.000	0.000
138	<i>Serjania lundellii</i>	-	56	0.007	0.000
139	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	11	0.001	0.000
140	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	14	0.002	0.000
141	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	20	0.003	0.000
142	<i>Solanum nigrescens</i>	-	3	0.000	0.000
143	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	1	0.000	0.000
144	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	11	0.001	0.000
145	<i>Syngonium angustatum</i>	-	104	0.014	0.000
146	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	16	0.002	0.000
147	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	45	0.006	0.000
148	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	28	0.004	0.000
149	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	1	0.000	0.000
150	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	210	0.028	0.001
151	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	11	0.001	0.000
152	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	25	0.003	0.000
153	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	1	0.000	0.000
Total			7606	1	0.021
			<i>Dsi</i>	0.021	
			<i>1-Dsi</i>	0.979	

- Herbáceas

Tabla 80: Índice de dominancia de Simpson para el estrato herbáceo en el AP.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	$(pi)^2$
1	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	11	0.030	0.001
2	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	1	0.003	0.000
3	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.003	0.000
4	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	1	0.003	0.000
5	<i>Bouteloua americana</i>	-	8	0.022	0.000
6	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	7	0.019	0.000
7	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	3	0.008	0.000
8	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	2	0.006	0.000
9	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	1	0.003	0.000
10	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	5	0.014	0.000
11	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	1	0.003	0.000
12	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	9	0.025	0.001
13	<i>Cyperus odoratus</i>	-	12	0.033	0.001
14	<i>Cyperus planifolius</i>	-	3	0.008	0.000
15	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	1	0.003	0.000
16	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	5	0.014	0.000
17	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	7	0.019	0.000
18	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	6	0.017	0.000
19	<i>Echites panduratus</i>	-	1	0.003	0.000
20	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	11	0.030	0.001
21	<i>Eryngium nasturtiifolium</i>	-	1	0.003	0.000
22	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	1	0.003	0.000
23	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	7	0.019	0.000
24	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.003	0.000
25	<i>Harleya oxilepis</i>	-	3	0.008	0.000
26	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	1	0.003	0.000
27	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	1	0.003	0.000
28	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	33	0.091	0.008
29	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	1	0.003	0.000
30	<i>Ipomoea steerei</i>	-	2	0.006	0.000
31	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	15	0.041	0.002
32	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	26	0.072	0.005
33	<i>Lepidium virginicum</i>	-	1	0.003	0.000
34	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	1	0.003	0.000
35	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	1	0.003	0.000
36	<i>Lygodium venustum</i>	-	3	0.008	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	$(pi)^2$
37	<i>Macroscespis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	1	0.003	0.000
38	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	4	0.011	0.000
39	<i>Momordica charantia</i>	kol	2	0.006	0.000
40	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	1	0.003	0.000
41	<i>Panicum amarum</i>	-	2	0.006	0.000
42	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	2	0.006	0.000
43	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	25	0.069	0.005
44	<i>Passiflora subanceolata</i>	pooch k'aak'	1	0.003	0.000
45	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	1	0.003	0.000
46	<i>Pharus latifolius</i>	-	2	0.006	0.000
47	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	8	0.022	0.000
48	<i>Rivina humilis</i>	k'luxu'ub kaan	4	0.011	0.000
49	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiiw	27	0.075	0.006
50	<i>Ruellia paniculata</i>	-	12	0.033	0.001
51	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	3	0.008	0.000
52	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiiw	1	0.003	0.000
53	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	1	0.003	0.000
54	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	2	0.006	0.000
55	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	15	0.041	0.002
56	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	2	0.006	0.000
57	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	1	0.003	0.000
58	<i>Stenandrium nanum</i>	-	7	0.019	0.000
59	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	1	0.003	0.000
60	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	4	0.011	0.000
61	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	1	0.003	0.000
62	<i>Vailia anomala</i>	-	2	0.006	0.000
63	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	36	0.099	0.010
Total			362	1	0.046
			<i>Dsi</i>	0.046	
			<i>1-Dsi</i>	0.954	

- Epífitas

Tabla 81: Índice de dominancia de Simpson para epífitas en el AP.

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	$(pi)^2$
1	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	10	0.018	0.000
2	<i>Anthurium gracile</i>	-	9	0.016	0.000
3	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	1	0.002	0.000

Índice de dominancia de Simpson					
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$(p_i)^2$
4	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	46	0.084	0.007
5	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	13	0.024	0.001
6	<i>Encyclia alata</i>	-	2	0.004	0.000
7	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	1	0.002	0.000
8	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	1	0.002	0.000
9	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	5	0.009	0.000
10	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	1	0.002	0.000
11	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	10	0.018	0.000
12	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	3	0.005	0.000
13	<i>Peperomia pereskifolia</i>	laab óon aak'	1	0.002	0.000
14	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	8	0.015	0.000
15	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	14	0.026	0.001
16	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	2	0.004	0.000
17	<i>Polystachya caracasana</i>	-	26	0.048	0.002
18	<i>Prosthechea radiata</i>	-	24	0.044	0.002
19	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'uben ba'	3	0.005	0.000
20	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	1	0.002	0.000
21	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	2	0.004	0.000
22	<i>Specklinia grobyi</i>	-	23	0.042	0.002
23	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	1	0.002	0.000
24	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	122	0.223	0.050
25	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	210	0.384	0.147
26	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	4	0.007	0.000
27	<i>Vanilla odorata</i>	-	4	0.007	0.000
Total			547	1	0.213
			Dsi	0.213	
			1-Dsi	0.787	

Índice de Shannon- Weaver

- Arbóreas

Tabla 82: Índice de Shannon-Weaver para el estrato arbóreo en el AP.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
1	<i>Albizia lebeck</i>	juub che'	1	0.000	-7.693	-0.004
2	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	34	0.016	-4.167	-0.065
3	<i>Annona primigenia</i>	anonillo	2	0.001	-7.000	-0.006
4	<i>Astronium graveolens</i>	k'ulensiis	1	0.000	-7.693	-0.004
5	<i>Ateleia cubensis</i>	-	5	0.002	-6.084	-0.014

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
6	<i>Attalea cohune</i>	corozo	5	0.002	-6.084	-0.014
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	k'an oox	11	0.005	-5.295	-0.027
8	<i>Bucida buceras</i>	pucte	76	0.035	-3.362	-0.117
9	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	228	0.104	-2.264	-0.235
10	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	8	0.004	-5.614	-0.020
11	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	31	0.014	-4.259	-0.060
12	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	kitim che'	7	0.003	-5.747	-0.018
13	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	taa k'in che'	4	0.002	-6.307	-0.012
14	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	10	0.005	-5.390	-0.025
15	<i>Canella winterana</i>	canela che'	1	0.000	-7.693	-0.004
16	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	3	0.001	-6.594	-0.009
17	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	5	0.002	-6.084	-0.014
18	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	14	0.006	-5.054	-0.032
19	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	20	0.009	-4.697	-0.043
20	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	22	0.010	-4.602	-0.046
21	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	4	0.002	-6.307	-0.012
22	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	30	0.014	-4.292	-0.059
23	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	10	0.005	-5.390	-0.025
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	icaco	2	0.001	-7.000	-0.006
25	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	5	0.002	-6.084	-0.014
26	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	tóon yúul	10	0.005	-5.390	-0.025
27	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	20	0.009	-4.697	-0.043
28	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	52	0.024	-3.742	-0.089
29	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	chuun	7	0.003	-5.747	-0.018
30	<i>Cordia alliodora</i>	bojum	6	0.003	-5.901	-0.016
31	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	14	0.006	-5.054	-0.032
32	<i>Cordia stellifera</i>	-	1	0.000	-7.693	-0.004
33	<i>Crescentia cujete</i>	waas	3	0.001	-6.594	-0.009
34	<i>Croton icche</i>	iik che'	3	0.001	-6.594	-0.009
35	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	32	0.015	-4.227	-0.062
36	<i>Dendropanax arboreus</i>	tiiimin che'	8	0.004	-5.614	-0.020
37	<i>Diospyros yucatanensis</i>	u chul che	12	0.005	-5.208	-0.028
38	<i>Drypetes laterifolia</i>	ekulub, sin che'	8	0.004	-5.614	-0.020
39	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	3	0.001	-6.594	-0.009
40	<i>Eugenia aeruginosa</i>	-	1	0.000	-7.693	-0.004
41	<i>Ficus cotinifolia</i>	kopo'	1	0.000	-7.693	-0.004
42	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.000	-7.693	-0.004
43	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.000	-7.693	-0.004
44	<i>Gliricidia sepium</i>	-	7	0.003	-5.747	-0.018

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>Ln (pi)</i>	<i>(pi) x Ln (pi)</i>
45	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	94	0.043	-3.150	-0.135
46	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	8	0.004	-5.614	-0.020
47	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	2	0.001	-7.000	-0.006
48	<i>Gymnopodium floribundum</i>	ts'iits'ilche'	7	0.003	-5.747	-0.018
49	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	4	0.002	-6.307	-0.012
50	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	45	0.021	-3.886	-0.080
51	<i>Hampea rovirosae</i>	-	1	0.000	-7.693	-0.004
52	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	8	0.004	-5.614	-0.020
53	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	1	0.000	-7.693	-0.004
54	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	3	0.001	-6.594	-0.009
55	<i>Krugiodendron ferreum</i>	ch'iin took'	4	0.002	-6.307	-0.012
56	<i>Laetia thamnia</i>	ch'aw che'	1	0.000	-7.693	-0.004
57	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	107	0.049	-3.020	-0.147
58	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	36	0.016	-4.110	-0.067
59	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	1	0.000	-7.693	-0.004
60	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	5	0.002	-6.084	-0.014
61	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	18	0.008	-4.803	-0.039
62	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	4	0.002	-6.307	-0.012
63	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	22	0.010	-4.602	-0.046
64	<i>Lonchocarpus xuul</i>	k'an xu'ul	7	0.003	-5.747	-0.018
65	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	63	0.029	-3.550	-0.102
66	<i>Luehea speciosa</i>	k'an kaat	9	0.004	-5.496	-0.023
67	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	167	0.076	-2.575	-0.196
68	<i>Machaonia lindeniana</i>	k'uch'eel	1	0.000	-7.693	-0.004
69	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	121	0.055	-2.897	-0.160
70	<i>Metopium brownei</i>	chechem	316	0.144	-1.937	-0.279
71	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	3	0.001	-6.594	-0.009
72	<i>Mosannonna depressa</i>	boox éelemuy	1	0.000	-7.693	-0.004
73	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	12	0.005	-5.208	-0.028
74	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	1	0.000	-7.693	-0.004
75	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	4	0.002	-6.307	-0.012
76	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	27	0.012	-4.397	-0.054
77	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	58	0.026	-3.633	-0.096
78	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	1	0.000	-7.693	-0.004
79	<i>Platymiscium yucatanum</i>	subin che'	4	0.002	-6.307	-0.012
80	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	6	0.003	-5.901	-0.016
81	<i>Pouteria reticulata</i>	sapotillo	3	0.001	-6.594	-0.009
82	<i>Psidium guineense</i>	puul hembra	2	0.001	-7.000	-0.006
83	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	20	0.009	-4.697	-0.043

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>Ln (pi)</i>	<i>(pi) x Ln (pi)</i>
84	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	60	0.027	-3.599	-0.098
85	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	12	0.005	-5.208	-0.028
86	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	baalche'kéej	1	0.000	-7.693	-0.004
87	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	chakal ja'as	9	0.004	-5.496	-0.023
88	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	11	0.005	-5.295	-0.027
89	<i>Spondias mombin</i>	-	42	0.019	-3.955	-0.076
90	<i>Swartzia cubensis</i>	k'aatal oox	2	0.001	-7.000	-0.006
91	<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	2	0.001	-7.000	-0.006
92	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	25	0.011	-4.474	-0.051
93	<i>Terminalia amazonia</i>	-	2	0.001	-7.000	-0.006
94	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	2	0.001	-7.000	-0.006
95	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	15	0.007	-4.985	-0.034
96	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	83	0.038	-3.274	-0.124
97	<i>Xylopia frutescens</i>	-	1	0.000	-7.693	-0.004
Total			2193	1	-555.144	-3.522
			<i>H' max</i>	4.575		
			<i>H'</i>	3.522		

- Arbustivas

Tabla 83: Índice de Shannon-Weaver para el estrato arbustivo en el AP.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>Ln (pi)</i>	<i>(pi) x Ln (pi)</i>
1	<i>Adelia oaxacana</i>	t'ooj yuub	17	0.002	-6.103	-0.014
2	<i>Ageratum gaumeri</i>	sak jaway	6	0.001	-7.145	-0.006
3	<i>Alseis yucatanensis</i>	ja'as che'	90	0.012	-4.437	-0.053
4	<i>Amphilophium crucigerum</i>	xaa che' xtáabay	3	0.000	-7.838	-0.003
5	<i>Amyris attenuata</i>	-	65	0.009	-4.762	-0.041
6	<i>Ardisia escallonioides</i>	sak loob che'	146	0.019	-3.953	-0.076
7	<i>Aristolochia chiapensis</i>	wako aak'	4	0.001	-7.550	-0.004
8	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.000	-8.937	-0.001
9	<i>Ateleia cubensis</i>	-	13	0.002	-6.372	-0.011
10	<i>Attalea cohune</i>	corozo	37	0.005	-5.326	-0.026
11	<i>Bauhinia divaricata</i>	ts' ulub took'	6	0.001	-7.145	-0.006
12	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	92	0.012	-4.415	-0.053
13	<i>Bonellia flammea</i>	chak sik'iin	49	0.006	-5.045	-0.033
14	<i>Bonellia macrocarpa</i>	chak sik'iix le'	6	0.001	-7.145	-0.006
15	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	13	0.002	-6.372	-0.011
16	<i>Bucida buceras</i>	pucte	22	0.003	-5.846	-0.017

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
17	<i>Bunchosia lindeniana</i>	-	57	0.007	-4.894	-0.037
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	sip che'	83	0.011	-4.518	-0.049
19	<i>Bursera simaruba</i>	chakaj	14	0.002	-6.298	-0.012
20	<i>Byrsonima bucidifolia</i>	chi'	22	0.003	-5.846	-0.017
21	<i>Byrsonima crassifolia</i>	nance	24	0.003	-5.759	-0.018
22	<i>Callicarpa acuminata</i>	kú uk k'iin	2	0.000	-8.244	-0.002
23	<i>Calyptanthes karlingii</i>	-	46	0.006	-5.108	-0.031
24	<i>Cameraria latifolia</i>	cheechen blanco	168	0.022	-3.813	-0.084
25	<i>Carica papaya</i>	ch'iich'	46	0.006	-5.108	-0.031
26	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its	23	0.003	-5.801	-0.018
27	<i>Cecropia obtusifolia</i>	k'ooch k'aax	1	0.000	-8.937	-0.001
28	<i>Cecropia peltata</i>	k'ooch k'aax	14	0.002	-6.298	-0.012
29	<i>Cedrela odorata</i>	ku che'	4	0.001	-7.550	-0.004
30	<i>Ceiba pentandra</i>	ya'ax che'	1	0.000	-8.937	-0.001
31	<i>Celtis trinervia</i>	ta'an che'	19	0.002	-5.992	-0.015
32	<i>Cestrum dumetorum</i>	-	5	0.001	-7.327	-0.005
33	<i>Chamaedorea oblongata</i>	xiat	4	0.001	-7.550	-0.004
34	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	xiat	94	0.012	-4.393	-0.054
35	<i>Chloroleucon mangense</i>	ya' ax eek'	15	0.002	-6.229	-0.012
36	<i>Chromolaena laevigata</i>	purgación aak'	21	0.003	-5.892	-0.016
37	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	chi'kéej	82	0.011	-4.530	-0.049
38	<i>Cionosicyus excisus</i>	aak'il k'aax	5	0.001	-7.327	-0.005
39	<i>Cissus gossypifolia</i>	chak tuuk anil	1	0.000	-8.937	-0.001
40	<i>Cnidocolus acotinifolius</i>	chaay	14	0.002	-6.298	-0.012
41	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boob ch'iich'	49	0.006	-5.045	-0.033
42	<i>Coccoloba spicata</i>	boob	19	0.002	-5.992	-0.015
43	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte'	3	0.000	-7.838	-0.003
44	<i>Cordia stellifera</i>	-	6	0.001	-7.145	-0.006
45	<i>Cornutia pyramidata</i>	loob che'	2	0.000	-8.244	-0.002
46	<i>Crossopetalum gaumeri</i>	kabal muk	241	0.032	-3.452	-0.109
47	<i>Croton arboreus</i>	pak che'	210	0.028	-3.590	-0.099
48	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	iik aban	53	0.007	-4.966	-0.035
49	<i>Croton cortesianus</i>	-	48	0.006	-5.065	-0.032
50	<i>Croton icche</i>	iik che'	199	0.026	-3.643	-0.095
51	<i>Cryosophila stauracantha</i>	k'uum	158	0.021	-3.874	-0.080
52	<i>Dendropanax arboreus</i>	tsiimin che'	9	0.001	-6.739	-0.008
53	<i>Desmoncus orthacanthos</i>	bayal	76	0.010	-4.606	-0.046
54	<i>Ehretia tinifolia</i>	beek	15	0.002	-6.229	-0.012
55	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	14	0.002	-6.298	-0.012

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>Ln (pi)</i>	<i>(pi) x Ln (pi)</i>
56	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	piich	1	0.000	-8.937	-0.001
57	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	-	6	0.001	-7.145	-0.006
58	<i>Eugenia acapulcensis</i>	-	67	0.009	-4.732	-0.042
59	<i>Eugenia aeruginea</i>	-	66	0.009	-4.747	-0.041
60	<i>Eugenia biflora</i>	pichi che'	475	0.062	-2.773	-0.173
61	<i>Eugenia capuli</i>	-	2	0.000	-8.244	-0.002
62	<i>Ficus crassinervia</i>	oop'	1	0.000	-8.937	-0.001
63	<i>Ficus maxima</i>	akúun	1	0.000	-8.937	-0.001
64	<i>Fridericia podopogon</i>	bilin aak'	3	0.000	-7.838	-0.003
65	<i>Guazuma ulmifolia</i>	kabal pixoy	109	0.014	-4.245	-0.061
66	<i>Guettarda combsii</i>	taastaab	1	0.000	-8.937	-0.001
67	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	93	0.012	-4.404	-0.054
68	<i>Haematoxylum calakmulense</i>	-	46	0.006	-5.108	-0.031
69	<i>Haematoxylum campechianum</i>	éek	89	0.012	-4.448	-0.052
70	<i>Hamelia patens</i>	chak took'	19	0.002	-5.992	-0.015
71	<i>Hampea trilobata</i>	jóol	116	0.015	-4.183	-0.064
72	<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	k'ooch' kitam	179	0.024	-3.749	-0.088
73	<i>Ibervillea millspaughii</i>	kaa nil	2	0.000	-8.244	-0.002
74	<i>Inga affinis</i>	-	20	0.003	-5.941	-0.016
75	<i>Jatropha gaumeri</i>	xu'ul	27	0.004	-5.641	-0.020
76	<i>Lantana canescens</i>	xikin juj	4	0.001	-7.550	-0.004
77	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	49	0.006	-5.045	-0.033
78	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	80	0.011	-4.555	-0.048
79	<i>Lasianthaea fruticosa</i>	k'an xikin	4	0.001	-7.550	-0.004
80	<i>Leucaena leucocephala</i>	waaxim	39	0.005	-5.273	-0.027
81	<i>Leucaena shannonii</i>	sak piich	38	0.005	-5.299	-0.026
82	<i>Licaria campechiana</i>	chank'an toon che'	7	0.001	-6.991	-0.006
83	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	57	0.007	-4.894	-0.037
84	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	baal che'	3	0.000	-7.838	-0.003
85	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	-	6	0.001	-7.145	-0.006
86	<i>Lonchocarpus hondurensis</i>	-	7	0.001	-6.991	-0.006
87	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	k'anasín	5	0.001	-7.327	-0.005
88	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	ya'ax xu'ul	128	0.017	-4.085	-0.069
89	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	26	0.003	-5.679	-0.019
90	<i>Lycianthes scandens</i>	-	3	0.000	-7.838	-0.003
91	<i>Lygodium venustum</i>	-	30	0.004	-5.535	-0.022
92	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	19	0.002	-5.992	-0.015
93	<i>Malpighia glabra</i>	wayate'	8	0.001	-6.857	-0.007
94	<i>Malvaviscus arboreus</i>	bisil	31	0.004	-5.503	-0.022

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	<i>ni</i>	<i>pi</i>	<i>Ln (pi)</i>	<i>(pi) x Ln (pi)</i>
95	<i>Mandevilla subsagittata</i>	k'an lool	3	0.000	-7.838	-0.003
96	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya'	89	0.012	-4.448	-0.052
97	<i>Matayba oppositifolia</i>	-	12	0.002	-6.452	-0.010
98	<i>Metopium brownei</i>	cheechem	191	0.025	-3.684	-0.093
99	<i>Mimosa bahamensis</i>	sak káatsim	140	0.018	-3.995	-0.074
100	<i>Morinda royoc</i>	baake aak	10	0.001	-6.634	-0.009
101	<i>Myrcianthes fragrans</i>	koj kaan'	110	0.014	-4.236	-0.061
102	<i>Myrciaria floribunda</i>	guayabillo	11	0.001	-6.539	-0.009
103	<i>Nectandra coriacea</i>	sip che'	72	0.009	-4.660	-0.044
104	<i>Nectandra salicifolia</i>	jobon ka'aax	68	0.009	-4.717	-0.042
105	<i>Neea psychotroides</i>	ta'tsi'	6	0.001	-7.145	-0.006
106	<i>Ouratea lucens</i>	buy ch'iich'	99	0.013	-4.342	-0.057
107	<i>Passiflora foetida</i>	poch	3	0.000	-7.838	-0.003
108	<i>Passiflora itzensis</i>	-	2	0.000	-8.244	-0.002
109	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	3	0.000	-7.838	-0.003
110	<i>Paullinia pinnata</i>	chéen aak'	264	0.035	-3.361	-0.117
111	<i>Pentalinon andrieuxii</i>	ya'ax juux	1	0.000	-8.937	-0.001
112	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	5	0.001	-7.327	-0.005
113	<i>Pharus latifolius</i>	-	47	0.006	-5.087	-0.031
114	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	6	0.001	-7.145	-0.006
115	<i>Phyla nodiflora</i>	-	10	0.001	-6.634	-0.009
116	<i>Pimenta dioica</i>	boox pool	13	0.002	-6.372	-0.011
117	<i>Piper aduncum</i>	-	90	0.012	-4.437	-0.053
118	<i>Piper amalago</i>	ya'ax pe'jel che'	137	0.018	-4.017	-0.072
119	<i>Piper neesianum</i>	-	309	0.041	-3.203	-0.130
120	<i>Piscidia piscipula</i>	ja'abin	4	0.001	-7.550	-0.004
121	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	-	67	0.009	-4.732	-0.042
122	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its	4	0.001	-7.550	-0.004
123	<i>Psidium guajava</i>	pichi	1	0.000	-8.937	-0.001
124	<i>Psychopterys rivularis</i>	-	6	0.001	-7.145	-0.006
125	<i>Psychotria nervosa</i>	k'aanan	52	0.007	-4.985	-0.034
126	<i>Psychotria tenuifolia</i>	-	93	0.012	-4.404	-0.054
127	<i>Quadrella cynophallophora</i>	-	31	0.004	-5.503	-0.022
128	<i>Quadrella incana</i>	bojk'anche'	19	0.002	-5.992	-0.015
129	<i>Randia aculeata</i>	kat ku'uk	10	0.001	-6.634	-0.009
130	<i>Randia armata</i>	peech kitam	28	0.004	-5.604	-0.021
131	<i>Randia longiloba</i>	aak'aax	4	0.001	-7.550	-0.004
132	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	419	0.055	-2.899	-0.160
133	<i>Rhipidocladum bartlettii</i>	-	18	0.002	-6.046	-0.014

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	ni	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
134	<i>Sabal mexicana</i>	bon xa'an	186	0.024	-3.711	-0.091
135	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	98	0.013	-4.352	-0.056
136	<i>Salvia occidentalis</i>	ta'úulmí	3	0.000	-7.838	-0.003
137	<i>Senna atomaria</i>	-	1	0.000	-8.937	-0.001
138	<i>Serjania lundellii</i>	-	56	0.007	-4.911	-0.036
139	<i>Simarouba amara</i>	pa' sak	11	0.001	-6.539	-0.009
140	<i>Smilax aristolochiifolia</i>	-	14	0.002	-6.298	-0.012
141	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	20	0.003	-5.941	-0.016
142	<i>Solanum nigrescens</i>	-	3	0.000	-7.838	-0.003
143	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	manzanita de amor	1	0.000	-8.937	-0.001
144	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	11	0.001	-6.539	-0.009
145	<i>Syngonium angustatum</i>	-	104	0.014	-4.292	-0.059
146	<i>Tabebuia rosea</i>	jokab	16	0.002	-6.164	-0.013
147	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	45	0.006	-5.130	-0.030
148	<i>Trema micrantha</i>	pixoy k'aax	28	0.004	-5.604	-0.021
149	<i>Vachellia collinsii</i>	subin	1	0.000	-8.937	-0.001
150	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	210	0.028	-3.590	-0.099
151	<i>Vachellia gentlei</i>	subin	11	0.001	-6.539	-0.009
152	<i>Vitex gaumeri</i>	ya'axnik	25	0.003	-5.718	-0.019
153	<i>Vitis tiliifolia</i>	xta'kanil	1	0.000	-8.937	-0.001
Total			7606	1	-931.241	-4.252
			H' max	5.030		
			H'	4.252		

- Herbáceas

Tabla 84: Índice de Shannon-Weaver para el estrato herbáceo en el AP.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	ni	pi	Ln (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	<i>Acmella oppositifolia</i>	k'utumbuy	11	0.030	-3.494	-0.106
2	<i>Aristida ternipes</i>	chak su'uk	1	0.003	-5.892	-0.016
3	<i>Asclepias curassavica</i>	pool kuuts'	1	0.003	-5.892	-0.016
4	<i>Bauhinia herrerae</i>	boox ts' ulub took	1	0.003	-5.892	-0.016
5	<i>Bouteloua americana</i>	-	8	0.022	-3.812	-0.084
6	<i>Bromelia pinguin</i>	ch'om	7	0.019	-3.946	-0.076
7	<i>Cenchrus echinatus</i>	mul	3	0.008	-4.793	-0.040
8	<i>Cheilanthes microphylla</i>	-	2	0.006	-5.198	-0.029
9	<i>Chloris virgata</i>	me'ex nuk xiib	1	0.003	-5.892	-0.016
10	<i>Cipura campanulata</i>	kúukut ch'oom	5	0.014	-4.282	-0.059

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
11	<i>Commelina erecta</i>	paj ts'a	1	0.003	-5.892	-0.016
12	<i>Cynodon dactylon</i>	k' an su'uk	9	0.025	-3.694	-0.092
13	<i>Cyperus odoratus</i>	-	12	0.033	-3.407	-0.113
14	<i>Cyperus planifolius</i>	-	3	0.008	-4.793	-0.040
15	<i>Cyperus rotundus</i>	tuk'uch	1	0.003	-5.892	-0.016
16	<i>Desmodium paniculatum</i>	-	5	0.014	-4.282	-0.059
17	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	-	7	0.019	-3.946	-0.076
18	<i>Echinodorus subalatus</i>	wacok	6	0.017	-4.100	-0.068
19	<i>Echites panduratus</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
20	<i>Elytraria bromoides</i>	chjiolu'um	11	0.030	-3.494	-0.106
21	<i>Eryngium nasturtifolium</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
22	<i>Euphorbia cyatophora</i>	jobon xiiw	1	0.003	-5.892	-0.016
23	<i>Eustoma exaltatum</i>	-	7	0.019	-3.946	-0.076
24	<i>Guettarda elliptica</i>	lu'um che'	1	0.003	-5.892	-0.016
25	<i>Harleya oxilepis</i>	-	3	0.008	-4.793	-0.040
26	<i>Hymenocallis littoralis</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
27	<i>Ipomoea anisomeres</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
28	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	ya'ax ka'anil	33	0.091	-2.395	-0.218
29	<i>Ipomoea mitchellae</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
30	<i>Ipomoea steerei</i>	-	2	0.006	-5.198	-0.029
31	<i>Lasiacis divaricata</i>	siit	15	0.041	-3.184	-0.132
32	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	kanbal siit	26	0.072	-2.634	-0.189
33	<i>Lepidium virginicum</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
34	<i>Lisianthus axillaris</i>	chile rojo	1	0.003	-5.892	-0.016
35	<i>Ludwigia octovalvis</i>	máaskab che'	1	0.003	-5.892	-0.016
36	<i>Lygodium venustum</i>	-	3	0.008	-4.793	-0.040
37	<i>Macroscespis yucatanensis</i>	aak'tóom paap	1	0.003	-5.892	-0.016
38	<i>Maranta arundinacea</i>	chak k'aak	4	0.011	-4.505	-0.050
39	<i>Momordica charantia</i>	kol	2	0.006	-5.198	-0.029
40	<i>Oeceoclades maculata</i>	-	1	0.003	-5.892	-0.016
41	<i>Panicum amarum</i>	-	2	0.006	-5.198	-0.029
42	<i>Paspalum paniculatum</i>	-	2	0.006	-5.198	-0.029
43	<i>Passiflora serratifolia</i>	pooch aak'	25	0.069	-2.673	-0.185
44	<i>Passiflora sublanceolata</i>	pooch k'aak'	1	0.003	-5.892	-0.016
45	<i>Petrea volubilis</i>	oop'tsiimim	1	0.003	-5.892	-0.016
46	<i>Pharus latifolius</i>	-	2	0.006	-5.198	-0.029
47	<i>Randia obcordata</i>	kat k'aax	8	0.022	-3.812	-0.084
48	<i>Rivina humilis</i>	k'uxu'ub kaan	4	0.011	-4.505	-0.050
49	<i>Ruellia blechum</i>	aka'xiiw	27	0.075	-2.596	-0.194

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
50	<i>Ruellia paniculata</i>	-	12	0.033	-3.407	-0.113
51	<i>Sabal yapa</i>	julok' xa'an	3	0.008	-4.793	-0.040
52	<i>Sida abutifolia</i>	w'aay xiiw	1	0.003	-5.892	-0.016
53	<i>Smilax spinosa</i>	koke'	1	0.003	-5.892	-0.016
54	<i>Solanum tridynamum</i>	kóon ya'ax iik	2	0.006	-5.198	-0.029
55	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	15	0.041	-3.184	-0.132
56	<i>Stachytarpheta frantzii</i>	cola de mico	2	0.006	-5.198	-0.029
57	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	cola de mico	1	0.003	-5.892	-0.016
58	<i>Stenandrium nanum</i>	-	7	0.019	-3.946	-0.076
59	<i>Thevetia ahouai</i>	bola de venado	1	0.003	-5.892	-0.016
60	<i>Tradescantia spathacea</i>	chak tsam	4	0.011	-4.505	-0.050
61	<i>Vachellia cornigera</i>	subin	1	0.003	-5.892	-0.016
62	<i>Vailia anomala</i>	-	2	0.006	-5.198	-0.029
63	<i>Zamia polymorpha</i>	chak wa	36	0.099	-2.308	-0.230
Total			362	1	-304.098	-3.482
			H' max	4.143		
			H'	3.482		

- Epífitas

Tabla 85: Índice de Shannon-Weaver para epífitas en el AP.

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
1	<i>Aechmea bracteata</i>	nej ku'uk	10	0.018	-4.002	-0.073
2	<i>Anthurium gracile</i>	-	9	0.016	-4.107	-0.068
3	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk	1	0.002	-6.304	-0.012
4	<i>Cohniella ascendens</i>	puuts' che'	46	0.084	-2.476	-0.208
5	<i>Deamia testudo</i>	pitaya de tortuga	13	0.024	-3.739	-0.089
6	<i>Encyclia alata</i>	-	2	0.004	-5.611	-0.021
7	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	1	0.002	-6.304	-0.012
8	<i>Epidendrum flexuosum</i>	-	1	0.002	-6.304	-0.012
9	<i>Guarianthe aurantiaca</i>	-	5	0.009	-4.695	-0.043
10	<i>Isochilus carnosiflorus</i>	-	1	0.002	-6.304	-0.012
11	<i>Lophiaris oerstedii</i>	-	10	0.018	-4.002	-0.073
12	<i>Maxillaria tenuifolia</i>	-	3	0.005	-5.206	-0.029
13	<i>Peperomia pereskiifolia</i>	laab óon aak'	1	0.002	-6.304	-0.012
14	<i>Philodendron jacquinii</i>	tab ka'anil	8	0.015	-4.225	-0.062
15	<i>Philodendron radiatum</i>	tolok	14	0.026	-3.665	-0.094
16	<i>Phoradendron trinervium</i>	-	2	0.004	-5.611	-0.021

Índice de Shannon-Weaver						
Especie	Nombre Científico	Nombre Común	n_i	p_i	$\ln(p_i)$	$(p_i) \times \ln(p_i)$
17	<i>Polystachya caracasana</i>	-	26	0.048	-3.046	-0.145
18	<i>Prosthechea radiata</i>	-	24	0.044	-3.126	-0.137
19	<i>Psittacanthus mayanus</i>	k'ubén ba'	3	0.005	-5.206	-0.029
20	<i>Scaphyglottis behrii</i>	-	1	0.002	-6.304	-0.012
21	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	koj kaan	2	0.004	-5.611	-0.021
22	<i>Specklinia grobyi</i>	-	23	0.042	-3.169	-0.133
23	<i>Tillandsia bulbosa</i>	juche'	1	0.002	-6.304	-0.012
24	<i>Tillandsia dasyliriifolia</i>	xch'u'	122	0.223	-1.500	-0.335
25	<i>Tillandsia fasciculata</i>	xch'u'	210	0.384	-0.957	-0.368
26	<i>Tillandsia variabilis</i>	-	4	0.007	-4.918	-0.036
27	<i>Vanilla odorata</i>	-	4	0.007	-4.918	-0.036
Total			547	1	-123.924	-2.098
			H' max	3.296		
			H'	2.098		

Índice de Pielou

- Arbóreas

Tabla 86: Índice de Pielou para el estrato arbóreo en el AP.

Índice de Pielou	
J'	0.770

- Arbustivas

Tabla 87: Índice de Pielou para el estrato arbustivo en el AP.

Índice de Pielou	
J'	0.845

- Herbáceas

Tabla 88: Índice de Pielou para el estrato herbáceo en el AP.

Índice de Pielou	
J'	0.841

- Epífitas

Tabla 89: Índice de Pielou para epífitas en el AP.

Índice de Pielou	
J'	0.841

J'	0.637
-----------	-------

De manera similar al SAR, las largas listas de taxones para todos los estratos en el AP concuerdan con los resultados obtenidos en todos los índices anteriores donde la diversidad específica, riqueza y equitatividad muestran valores significativos, disminuyendo solo ligeramente para el grupo compuesto por epífitas.

Índices de similitud

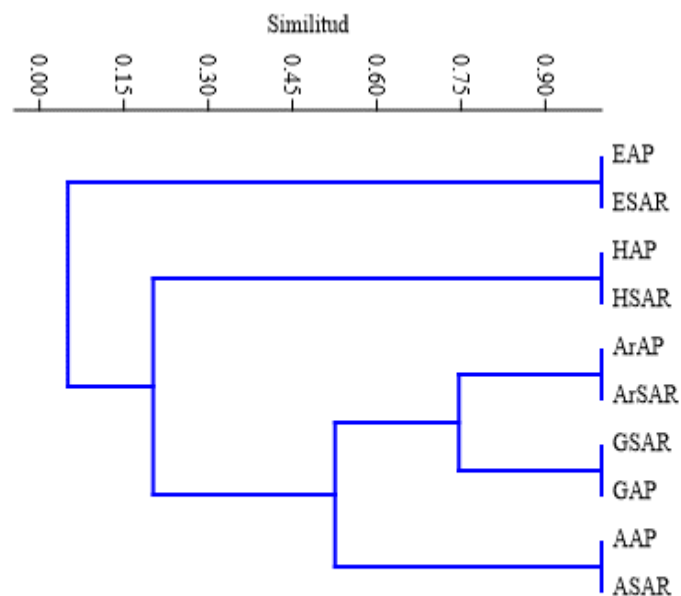
Con el fin de graficar de manera simple las tablas de similitud, los ensambles se contraen como se indica a continuación:

GAP	Ensamble general del AP
AAP	Ensamble de arbóreas del AP
ArAP	Ensamble de arbustivas del AP
HAP	Ensamble de herbáceas del AP
EAP	Ensamble de epífitas del AP
GSAR	Ensamble general del SAR
ASAR	Ensamble de arbóreas del SAR
ArSAR	Ensamble de arbustivas del SAR
HSAR	Ensamble de herbáceas del SAR
ESAR	Ensamble de epífitas del SAR

Índice de Sørensen-Dice

Tabla 90: Índice de Sørensen-Dice para el ensamble de especies del SAR y AP.

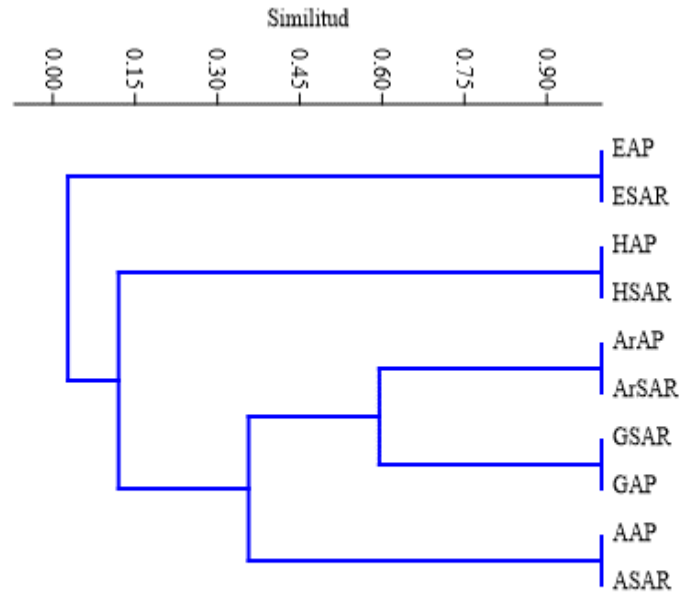
Ensamble	GAP	AAP	ArAP	HAP	EAP	GSAR	ASAR	ArSAR	HSAR	ESAR
GAP	1.000	0.548	0.746	0.394	0.190	1.000	0.548	0.746	0.394	0.190
AAP	0.548	1.000	0.504	0.038	0.000	0.548	1.000	0.504	0.038	0.000
ArAP	0.746	0.504	1.000	0.176	0.011	0.746	0.504	1.000	0.176	0.011
HAP	0.394	0.038	0.176	1.000	0.000	0.394	0.038	0.176	1.000	0.000
EAP	0.190	0.000	0.011	0.000	1.000	0.190	0.000	0.011	0.000	1.000
GSAR	1.000	0.548	0.746	0.394	0.190	1.000	0.548	0.746	0.394	0.190
ASAR	0.548	1.000	0.504	0.038	0.000	0.548	1.000	0.504	0.038	0.000
ArSAR	0.746	0.504	1.000	0.176	0.011	0.746	0.504	1.000	0.176	0.011
HSAR	0.394	0.038	0.176	1.000	0.000	0.394	0.038	0.176	1.000	0.000
ESAR	0.190	0.000	0.011	0.000	1.000	0.190	0.000	0.011	0.000	1.000



Índice de Jaccard

Tabla 91: Índice de Jaccard para el ensamble de especies del SAR y AP.

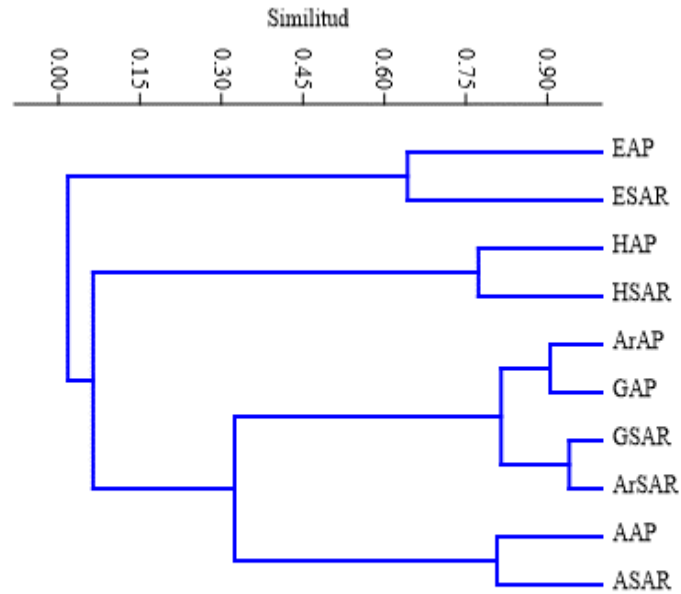
Ensamble	GAP	AAP	ArAP	HAP	EAP	GSAR	ASAR	ArSAR	HSAR	ESAR
GAP	1.000	0.377	0.595	0.245	0.105	1.000	0.377	0.595	0.245	0.105
AAP	0.377	1.000	0.337	0.019	0.000	0.377	1.000	0.337	0.019	0.000
ArAP	0.595	0.337	1.000	0.096	0.006	0.595	0.337	1.000	0.096	0.006
HAP	0.245	0.019	0.096	1.000	0.000	0.245	0.019	0.096	1.000	0.000
EAP	0.105	0.000	0.006	0.000	1.000	0.105	0.000	0.006	0.000	1.000
GSAR	1.000	0.377	0.595	0.245	0.105	1.000	0.377	0.595	0.245	0.105
ASAR	0.377	1.000	0.337	0.019	0.000	0.377	1.000	0.337	0.019	0.000
ArSAR	0.595	0.337	1.000	0.096	0.006	0.595	0.337	1.000	0.096	0.006
HSAR	0.245	0.019	0.096	1.000	0.000	0.245	0.019	0.096	1.000	0.000
ESAR	0.105	0.000	0.006	0.000	1.000	0.105	0.000	0.006	0.000	1.000



Índice de Morisita

Tabla 92: Índice de Morisita para el ensamble de especies del SAR y AP.

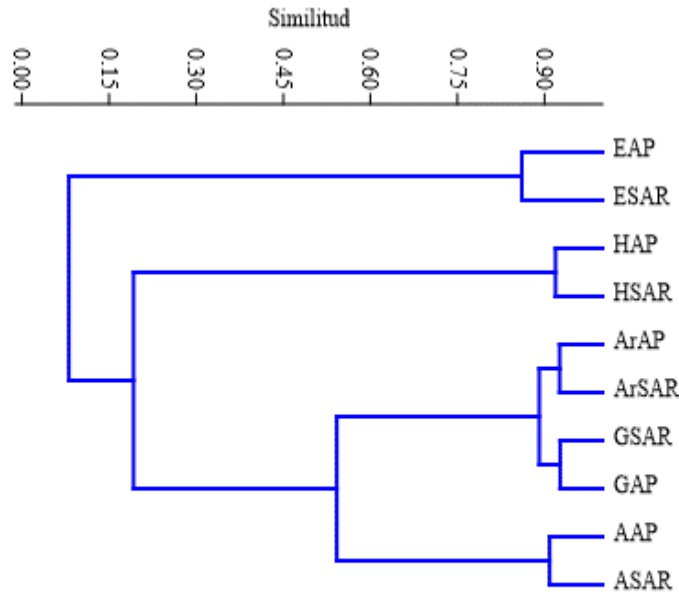
Ensamble	GAP	AAP	ArAP	HAP	EAP	GSAR	ASAR	ArSAR	HSAR	ESAR
GAP	1.000	0.492	0.906	0.112	0.095	0.833	0.498	0.761	0.102	0.065
AAP	0.492	1.000	0.234	0.001	0.000	0.293	0.807	0.160	0.002	0.000
ArAP	0.906	0.234	1.000	0.081	0.000	0.812	0.254	0.854	0.076	0.000
HAP	0.112	0.001	0.081	1.000	0.000	0.115	0.003	0.061	0.773	0.000
EAP	0.095	0.000	0.000	0.000	1.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.643
GSAR	0.833	0.293	0.812	0.115	0.043	1.000	0.424	0.940	0.143	0.071
ASAR	0.498	0.807	0.254	0.003	0.000	0.424	1.000	0.238	0.005	0.000
ArSAR	0.761	0.160	0.854	0.061	0.000	0.940	0.238	1.000	0.063	0.000
HSAR	0.102	0.002	0.076	0.773	0.000	0.143	0.005	0.063	1.000	0.000
ESAR	0.065	0.000	0.000	0.000	0.643	0.071	0.000	0.000	0.000	1.000



Índice de Horn

Tabla 93: Índice de Horn para el ensamble de especies del SAR y AP.

Ensamble	GAP	AAP	ArAP	HAP	EAP	GSAR	ASAR	ArSAR	HSAR	ESAR
GAP	1.000	0.678	0.920	0.404	0.348	0.927	0.722	0.875	0.415	0.412
AAP	0.678	1.000	0.438	0.013	0.000	0.525	0.909	0.368	0.017	0.000
ArAP	0.920	0.438	1.000	0.165	0.006	0.847	0.497	0.926	0.146	0.007
HAP	0.404	0.013	0.165	1.000	0.000	0.377	0.015	0.147	0.919	0.000
EAP	0.348	0.000	0.006	0.000	1.000	0.177	0.000	0.007	0.000	0.861
GSAR	0.927	0.525	0.847	0.377	0.177	1.000	0.661	0.922	0.446	0.326
ASAR	0.722	0.909	0.497	0.015	0.000	0.661	1.000	0.448	0.019	0.000
ArSAR	0.875	0.368	0.926	0.147	0.007	0.922	0.448	1.000	0.144	0.008
HSAR	0.415	0.017	0.146	0.919	0.000	0.446	0.019	0.144	1.000	0.000
ESAR	0.412	0.000	0.007	0.000	0.861	0.326	0.000	0.008	0.000	1.000



Los cuatro índices anteriores reflejan que los estratos habitacionales de la flora y vegetación del AP representan un continuo interrelacionado con los del SAR. Por otra parte, el estrato que da fisonomía al medio corresponde al arbustivo en relación a su cercanía con el ensamble general, incluso, dentro del índice de Morisita, el dendrograma intercala ambos ensambles tanto en el SAR como en el AP. El contexto anterior muestra que la flora y vegetación del AP no representa una unidad distinta o especial dentro del SAR.

4.2.2.1.3 Síntesis de la Vegetación y Flora en el SAR y AP

El SAR y AP se ubican dentro de la región conocida como el Petén perteneciente a la Provincia biótica de la Península de Yucatán. Se realizó el levantamiento de datos de 17 unidades representativas de la vegetación y flora para el SAR y 71 para la superficie del AP, asimismo las curvas de acumulación de especies y estimación de diversidad señalan que el levantamiento de datos es suficiente y verosímil tanto para el SAR como el AP.

Actualmente el AP (referido únicamente de la superficie delimitada para el CUS) y las áreas colindantes a esta superficie en el SAR poseen una cubierta vegetal secundaria de selva mediana subcaducifolia, constituida por cuatro grupos habitacionales, arbóreas, arbustivas, herbáceas y epifitas, la cual alberga un total de 257 especies de plantas vasculares, de las que destacan **Metopium brownei**, **Eugenia biflora**, **Randia obcordata**, **Piper neesianum**, **Paullinia pinnata**, **Sabal mexicana**, **Bursera simaruba**, **Crossopetalum gaumeri**, **Vachellia cornigera** y **Croton arboreus**. Los índices evaluados señalan una nutrida riqueza de especies, así como una distribución de abundancia equitativa para todos los estratos. Se identifico la presencia de 25 especies categorizadas bajo algún estatus de protección, no obstante, todas ellas se consideran dentro de las actividades de los programas de reforestación, rescate y reubicación propuestos. Asimismo, los índices de similitud

muestran al AP como una continuidad del SAR y no como una particularidad dentro de la región.

Bajo el anterior argumento, la propuesta de construcción del proyecto no compromete a la vegetación y flora nativa de la región toda vez que las medidas de mitigación propuestas sean llevadas a cabo (ver capítulo VI).

4.2.2.2 Fauna

Introducción

México es un país reconocido por su nutrida riqueza de vertebrados, pues ocupa el segundo sitio mundial por registro de mayor número de especies de reptiles, el doceavo en riqueza de aves y el tercer lugar en mamíferos. Aunado a lo anterior, existen numerosas especies endémicas a este territorio (Sarukhan **et al.** 2008). En ejemplo se conocen aproximadamente 1,096 especies de aves descritas de las que al menos 125 se consideran endémicas (Navarro-Sigüenza **et al.** 2014), por otro lado, para el caso de los mamíferos terrestres, se reconoce un aproximado de 488 especies de las cuales 164 son endémicas para México, esto sin tomar en cuenta las 47 especies de mamíferos marinos registrados para México. Asimismo, se estima un aproximado de 804 especies de reptiles de las cuales 368 son endémicas para el país, así como 361 especies de anfibios con 174 endemismos.

De manera similar lo descrito en la sección de Vegetación y flora, el SAR y AP pertenecen a la Provincia de la Península de Yucatán que se ubica en la península homónima, en los estados mexicanos de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y el norte de Guatemala y Belice, en áreas que no superan los 300 m de altitud. La península de Yucatán es una de las pocas grandes penínsulas cuya base se encuentra más al sur que su ápice, lo cual, sumado a la falta de relieves de magnitud, hace que se acentúe la influencia climática marina. Su vegetación consiste en bosques húmedos y secos y pastizales inundables.

El hecho de que Quintana Roo se encuentre situado dentro de la región zoogeográfica neotropical, al igual que Yucatán y Campeche, le permite contar con una variedad de especies muy amplia e interesante. Como su avifauna, que tiene representantes de familias exclusivas de América tropical, tales como los tinámidos, crácidos, troquílidos, ictéridos, etc., sin que por esto se olviden a los mamíferos, especialmente a los roedores y murciélagos. Mas aún, cuenta con varias especies que son endémicas de la península yucateca.

Los estudios de la fauna permiten generar una línea base de información para la gestión de la vida silvestre, con el fin de proyectar una transición de acciones hacia la utilización sostenible y su conservación. En este sentido, el fin de este apartado es caracterizar la composición y comparar los grupos faunísticos presentes en el SAR y AP, así como la fauna encontrada en cada una de estas superficies, señalando sus parámetros cuantitativos a través de índices de valor de importancia y de diversidad, ayudados de herramientas de análisis digital, literatura local y datos recabados a partir del trabajo de campo y esfuerzo físico en la superficie del AP.

4.2.2.2.1 Metodología

El trabajo de campo se realizó dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR). Los días de trabajo se efectuaron en cuatro muestreos de campo: Primera salida del día 20 de octubre de 2020 al 3 de noviembre de 2020, segunda salida del 26 de enero de 2021 al 9 de febrero de 2021, tercera salida del 27 de abril de 2021 al 11 de mayo de 2021, y la cuarta salida del 7 de septiembre de 2021 al 16 de septiembre de 2021, tomando un horario diario de 06:00 a 17:00 hrs; llevándose a cabo 11 transectos en el SAR con las dimensiones de 2 km de largo y 20 m de ancho cada uno.

El criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de vertebrados, reptiles y anfibios, consistió en ubicar los transectos escogidos de manera aleatoria, así como búsqueda de huellas y excretas para los mamíferos de la zona, estos métodos son muy efectivos y ampliamente utilizados en muestreos de fauna.

Búsqueda de huellas y excretas

Para la obtención de datos de mamíferos se utilizó el método de búsqueda intensiva, este método consiste en transectos de longitud previamente establecida que permiten evaluar diferencias faunísticas de diversas áreas que incluyen, zonas de diferentes tipos de vegetación y gradientes topográficos entre otros (Gallina-Tessaro & López-González 2011).

Todos los registros que se recaudaron en la búsqueda intensiva fueron conformados con registros de avistamientos, huellas, excretas, madrigueras y rascaderos.

Búsqueda intensiva para herpetofauna

Para la obtención de datos de los anfibios y reptiles se utilizó de igual manera la búsqueda intensiva, dentro de los transectos establecidos, que permiten evaluar diferencias faunísticas de diversas áreas que incluyen, zonas de diferentes tipos de vegetación y gradientes topográficos entre otros (Gallina-Tessaro & López-González 2011; Moreno-Casasola & Warner 2009).

Todos los registros que se recaudaron en la búsqueda intensiva fueron conformados con registros de avistamientos y madrigueras.

Figura 52. Equipo utilizado para la búsqueda de herpetofauna.



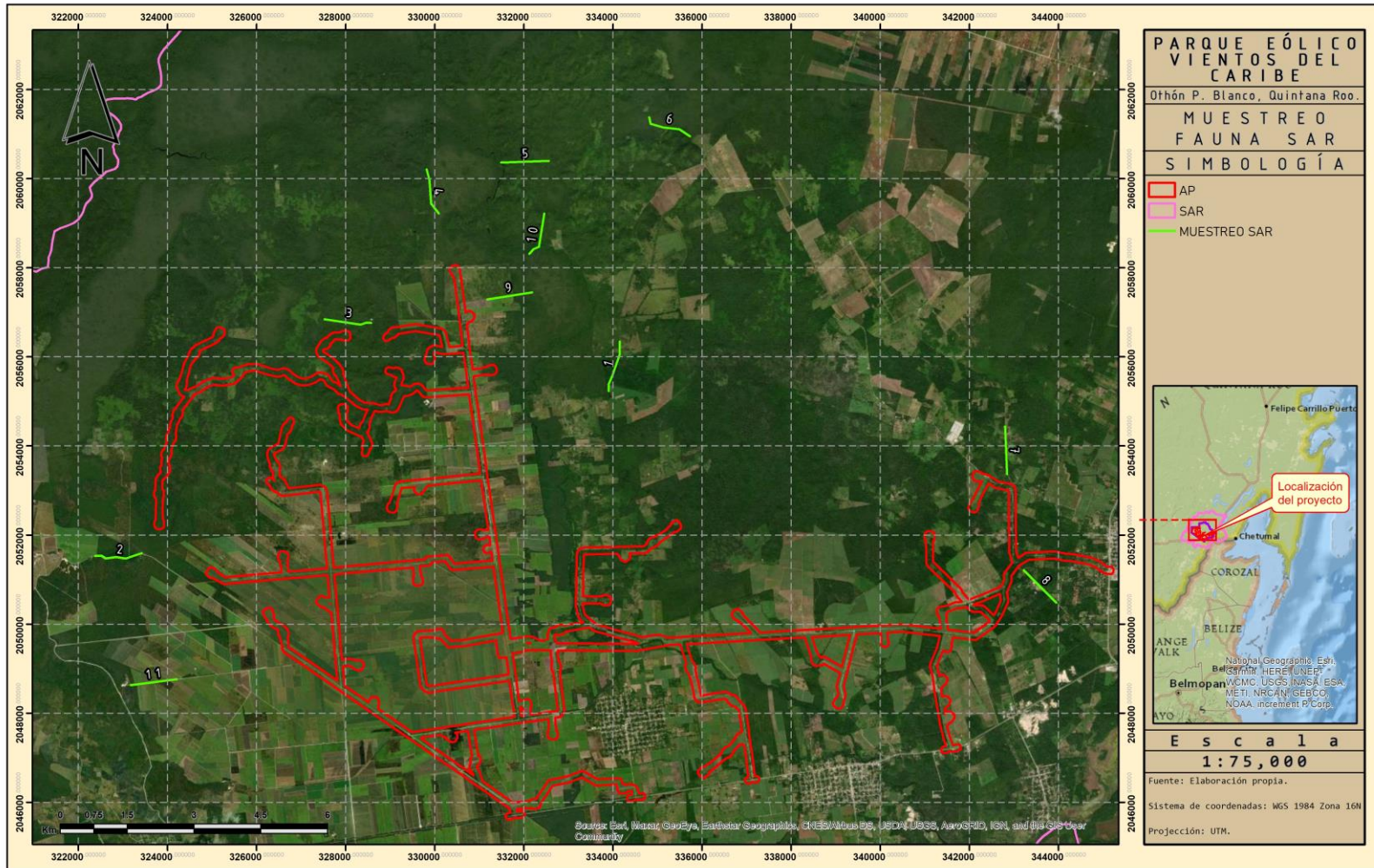
Búsqueda intensiva aves.

Todos los registros recabados en los transectos fueron conformados por registros vocales (cantos y llamados), avistamientos u observaciones de las especies en campo (avistamientos), individuos detectados en vuelo (vuelo) y la observación de individuos posados, descansando sobre algunas superficies (percha). Los cantos y llamados de las aves se determinaron mediante guías electrónicas obedeciendo los criterios propuestos por (Ralph **et al.** 1996).

Figura 53: Esquema de puntos de conteo de fauna.



Figura 54. Ubicación de los transectos de fauna del SAR.



Las coordenadas de los transectos de búsqueda intensiva se pueden consultar en el apartado de fauna del anexo del capítulo 4.

Para las cámaras trampa, se eligieron tres sitios estratégicos en los cuales se les veía con el potencial de avistamiento de fauna, por la presencia de cuerpos de agua cercanos y la baja incidencia de vehículos y personas.

Tabla 94. Coordenadas de ubicación de cámaras trampa.

Punto de observación	Este	Norte	Nombre
1	323445	2051643	CT1
2	331849	2057387	CT2
3	333963	2055746	CT3

Cálculos de riqueza, diversidad y similitud

Índices de diversidad biológica

La diversidad de especies en cada muestreo se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el inverso de Simpson ($1/D$), por considerar que estos índices son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes (Krebs, 1985).

Índice de Shannon - Wiener (h')

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N

n = número de individuos de la especie

Índice de Simpson

Este, nos indica la diversidad basada en la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Para lo cual se utiliza el índice de dominancia y después el de diversidad:

Dominancia de Simpson: $D = \sum(n_i/N)^2$

Índice de diversidad de Simpson: $D = 1 - (S \sum n_i(n_i-1) / (N(N-1)))$

$D \sim 1$ ausencia de diversidad (solo existe una especie) o equitatividad.

Índice inverso de Simpson: $1/D$, corresponde al valor menor posible que es 1 (comunidad con solo 1 especie); a mayor diversidad mayor es el índice; el valor máximo es el número de especies de la comunidad (riqueza de especies). Sus valores están comprendidos entre 0 y 1, cuando menor sea su valor la diversidad de nuestra zona será mayor.

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

n_i = número organismos i

N = número total de individuos de todas las especies.

4.2.2.3 Resultados

Sistema Ambiental Regional

Aves

Los resultados de aves se encuentran **anexos al presente estudio, en el “Estudio de Colisión”** (Ver anexo del capítulo 4.

MAMÍFEROS

Se registraron 51 rastros de mamíferos entre huellas, excretas o avistamientos directos, imágenes de cámara trampa, los cuales están repartidos en cuatro órdenes, nueve familias, doce géneros y doce especies. De estas, el tlacuache norteño (**Didelphis virginiana**) presenta mayores rastros con 11, mapache común (**Procyon lotor**) con 10 registros, ocelote (**Leopardus pardalis**) con 5 registros, ardilla yucateca (**Sciurus yucatanensis**) con 5 registros, venado cola blanca (**Odocoileus virginianus**) con 5 registros, pecarí de collar (**Pecari tajacu**) con 4 registros, zorra gris (**Urocyon cinereoargenteus**) con 3 registros, rata negra (**Rattus rattus**) con 2 registros, el jaguar (**Panthera onca**) con 2 registros, coatí (**Nasua narica**) con 1 registro, zorrillo de espalda blanca sureño (**Conepatus simistriatus**) con 1 registro y el tlacuache cuatroojos gris (**Philander oposum**) con 1 registro.

Dos mamíferos se encuentran dentro de alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020; el jaguar (**Panthera onca**) con categoría (P) que significa “en peligro de extinción”, y al ocelote (**Leopardus pardalis**) también en categoría (P) “en peligro de extinción”, y la mayoría de las especies están clasificadas como “Preocupación menor” (LC por sus siglas en inglés) dentro de las listas rojas de la UICN, excepto el jaguar (**Panthera onca**) que está con la categoría (NT) “casi amenazado” y ninguna tiene algún grado de endemismo para México.

Tabla 95: Listado de especies de mamíferos registrados en el SAR.

Orden	Familia	nombre científico	nombre común	No. Ind	NOM 059	IUCN	Endemismo	CITES
Artiodactyla	<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	5	SC	LC	-	-
	<i>Tayassuidae</i>	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	4	SC	LC	-	-
Carnivora	<i>Mephitidae</i>	<i>Conepatus simistriatus</i>	Zorrillo de espalda blanca sureño	1	SC	LC	-	-
	<i>Felidae</i>	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	2	P	NT	-	I
		<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	5	P	LC	-	I
	<i>Procyonidae</i>	<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	SC	LC	-	III
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	11	SC	LC	-	-
	<i>Canidae</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	3	SC	LC	-	-
Didelphimorphia	<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	11	SC	LC	-	-
		<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatroojos gris	1	SC	LC	-	-
Rodentia	<i>Muridae</i>	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	2	SC	LC	Exótica-invasora	-
	<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	5	SC	LC	-	-

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue obtenido de Integrated Taxonomic Information System (2021) y (Ceballos y Oliva, 2005, 2014). La simbología utilizada corresponde LC=Least concern, por sus siglas en inglés: preocupación menor, aquellas especies que han sido evaluadas según los criterios y no califica para ninguna de las categorías de protección y NT=near threatened por sus siglas en inglés: casi amenazado (IUCN, 2021). La simbología utilizada SC=sin categoría, y P=en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010).

REPTILES

Se registraron 180 avistamientos de individuos de reptiles, repartidos en tres órdenes, nueve familias, once géneros y doce especies. El basilisco rayado (**Basiliscus vittatus**) tiene los mayores avistamientos con 73, anolis liso (**Anolis rodriguezii**) con 41 avistamientos, la lagartija escamosa de Lundell (**Sceloporus lundelli**) con 18 registros, eslizón de Schwartz (**Eumeces schwartzei**) con 13 registros, lagartija escamosa pintas amarillas (**Sceloporus chrysostictus**) con 13 registros, la culebra rayas negras (**Coniophanes imperialis**) con 9 registros, cocodrilo de moreleti (**Crocodylus moreletii**) con 3 registros, huico yucateco (**Cnemidophorus angusticeps**) con 3 registros, culebra arroyera de cola negra (**Drymarchon melanurus**) con 2 registros, la culebra perico mexicana (**Leptophis mexicanus**) con 2 registros, la tortuga pecho quebrado escorpión (**Kinosternon scorpioides**) con 2 registros, y la tortuga de monte mojina (**Rhinoclemmys areolata**) que tuvo un registro.

De las diez especies, dos se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020, el cocodrilo de moreleti (**Crocodylus moreletii**) y la tortuga pecho quebrado escorpión (**Kinosternon scorpioides**) con categoría (Pr) “protección especial”, la culebra perico mexicana (**Leptophis mexicanus**) y la tortuga de monte mojina (**Rhinoclemmys areolata**) con la categoría (A) “amenazada”. Dentro de UICN la tortuga de monte mojina (**Rhinoclemmys areolata**) es la única con categoría (NT) “casi amenazado”. Y ninguna tiene algún grado de endemismo para México.

Tabla 96: Listado de especies de reptiles registrados en el SAR.

Orden	Familia	nombre científico	nombre común	No. Ind	NOM 059	IUCN	Endemismo	CITES
Crocodylia	Crocodylidae	Crocodylus moreletii	Cocodrilo de moreletii	3	Pr	LC	-	II
Squamata	Corytophanidae	Basiliscus vittatus	Basilisco rayado	73	SC	LC	-	-
		Sceloporus chrysostictus	Lagartija escamosa pintas amarillas	13	SC	LC	-	-
	Iguanidae	Sceloporus lundelli	Lagartija escamosa de Lundell	18	SC	LC	-	-
		Teiidae	Cnemidophorus angusticeps	Huico yucateco	3	SC	LC	-
	Dactyloidae	Anolis rodriguezii	Anolis liso	41	SC	LC	-	-
	Scincidae	Eumeces schwartzei	Eslizón de Schwartz	13	SC	LC	-	-
	Colubridae	Coniophanes imperialis	Culebra rayas negras	9	SC	LC	-	-
		Drymarchon melanurus	Culebra arroyera de cola negra	2	SC	LC	-	-
		Leptophis mexicanus	Culebra-perico mexicana	2	A	LC	-	-
	Testudines	Geoemydidae	Rhinoclemmys areolata	Tortuga de monte mojina	1	A	NT	-
Kinosternidae		Kinosternon scorpioides	Tortuga pecho quebrado escorpión	2	Pr	SC	-	-

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue obtenido de Integrated Taxonomic Information System (2021). La simbología utilizada corresponde LC=Least concern, por sus siglas en inglés: preocupación menor, aquellas especies que han sido evaluadas según los criterios y no califica para ninguna de las categorías de protección y NT=near threatened por sus siglas en inglés: casi amenazado (IUCN, 2021). La simbología utilizada SC=sin categoría, A=amenazada y Pr=en protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

ANFIBIOS

Se registraron 32 avistamientos de individuos de anfibios, repartidos en un solo orden, dos familias, tres géneros y tres especies. El sapo del Golfo (**Incilius valliceps**) tiene los mayores avistamientos con 30, sapo gigante (**Rhinella horribilis**) con 6 avistamientos, y la rana arborícola mexicana (**Smilisca baudinii**) que tuvo 2 registros.

De las tres especies, una se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020, la rana arborícola mexicana (**Smilisca baudinii**) con categoría (Pr) “protección especial”. Dentro de UICN la rana arborícola mexicana (**Smilisca baudinii**) y el sapo del Golfo, con categoría (LC) “Preocupación menor” por sus siglas en inglés. Y ninguna tiene algún grado de endemismo para México.

Tabla 97: Listado de especies de anfibios registrados en el AP.

Orden	Familia	nombre científico	nombre común	No. Ind	NOM 059	IUCN	Endemismo	CITES
Anura	<i>Bufo</i> nidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo del Golfo	30	SC	LC	-	-
		<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	6	SC	SC	-	-
	<i>Hyla</i> idae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola mexicana	2	Pr	LC	-	-

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue obtenido de Integrated Taxonomic Information System (2021). La simbología utilizada corresponde SC=sin categoría y LC=Least concern, por sus siglas en inglés: preocupación menor, aquellas especies que han sido evaluadas según los criterios y no califica para ninguna de las categorías de protección (IUCN, 2021). La simbología utilizada SC=sin categoría, y Pr=en protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Resultados del AP

MAMÍFEROS

Se registraron 44 rastros de mamíferos entre capturas de fototrampa, huellas, excretas o avistamientos directos, los cuales están repartidos en cuatro órdenes, nueve familias, diez géneros y diez especies. De estas, el tlacuache norteño (**Didelphis virginiana**) y la ardilla yucateca (**Sciurus yucatanensis**) presentan los mayores registros con 11 cada uno, el mapache común (**Procyon lotor**) con 6 registros, rata negra (**Rattus rattus**) con 4 registros, zorrillo de espalda blanca sureño (**Conepatus simistriatus**) con 4 registros, pecarí de collar (**Pecari tajacu**) con 2 registros, venado cola blanca (**Odocoileus virginianus**) con 2 registros, zorra gris (**Urocyon cinereoargenteus**) con 2 registros, coatí (**Nasua narica**) con 1 registro, ocelote (**Leopardus pardalis**) con 1 registro.

Un mamífero se encuentra dentro de alguna categoría de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020; al ocelote (**Leopardus pardalis**) en categoría (P) “en peligro de extinción”, y la mayoría de las especies están clasificadas como “Preocupación menor” (LC por sus siglas en inglés) dentro de las listas rojas de la UICN, y ninguna tiene algún grado de endemismo para México.

Tabla 98: Listado de especies de mamíferos registrados en el AP.

Orden	Familia	nombre científico	nombre común	No. Ind	NOM 059	IUCN	Endemismo	CITES
Artiodactyla	<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	2	SC	LC	-	-
	<i>Tayassuidae</i>	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	2	SC	LC	-	-
Carnivora	<i>Mephitidae</i>	<i>Conepatus simistriatus</i>	Zorrillo de espalda blanca sureño	4	SC	LC	-	-
	<i>Felidae</i>	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	1	P	LC	-	I
	<i>Procyonidae</i>	<i>Nasua narica</i>	Coatí	1	SC	LC	-	III
		<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	6	SC	LC	-	-
	<i>Canidae</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	SC	LC	-	-
Didelphimorphia	<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	11	SC	LC	-	-
Rodentia	<i>Muridae</i>	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	4	SC	LC	Exótica-invasora	-
	<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	11	SC	LC	-	-

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue obtenido de Integrated Taxonomic Information System (2021) y (Ceballos y Oliva, 2005, 2014). La simbología utilizada corresponde LC=Least concern, por sus siglas en inglés: preocupación menor, aquellas especies que han sido evaluadas según los criterios y no califica para ninguna de las categorías de protección (IUCN, 2021). La simbología utilizada P=en peligro de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2010).

REPTILES

Se registraron 192 avistamientos de individuos de reptiles, repartidos en dos órdenes, seis familias, siete géneros y ocho especies. El basilisco rayado (**Basiliscus vittatus**) tiene los mayores avistamientos con 121, anolis liso (**Anolis rodriguezii**) con 28 avistamientos, la lagartija escamosa de Lundell (**Sceloporus lundelli**) con 17 registros, lagartija escamosa pintas amarillas (**Sceloporus chrysostictus**) con 14 registros, la culebra rayas negras (**Coniophanes imperialis**) con 7 registros, eslizón de Schwartz (**Eumeces schwartzei**) con 6 registros, culebra arroyera de cola negra (**Drymarchon melanurus**) y la tortuga de monte mojina (**Rhinoclemmys areolata**) que tuvieron un registro cada uno.

De las ocho especies, solo una especie se encuentra dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020, la tortuga de monte mojina (**Rhinoclemmys areolata**) con la categoría (A) “amenazada”. Dentro de UICN la tortuga de monte mojina (**Rhinoclemmys areolata**) es la única con categoría (NT) “casi amenazado”. Y ninguna tiene algún grado de endemismo para México.

Tabla 99: Listado de especies de reptiles registrados en el AP.

Orden	Familia	nombre científico	Nombre común	No. Ind	NOM 059	IUCN	Endemism o	CITE S
Squamata	<i>Corytophanidae</i>	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado	121	SC	LC	-	-
	<i>Iguanidae</i>	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	14	SC	LC	-	-
		<i>Sceloporus lundelli</i>	Lagartija escamosa de Lundell	17	SC	LC	-	-
	<i>Dactyloidae</i>	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso	28	SC	LC	-	-
	<i>Scincidae</i>	<i>Eumeces schwartzei</i>	Eslizón de Schwartz	3	SC	LC	-	-
	<i>Colubridae</i>	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayas negras	7	SC	LC	-	-
		<i>Drymarchon melanurus</i>	Culebra arroyera de cola negra	1	SC	LC	-	-
Testudines	<i>Geoemydidae</i>	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de monte mojina	1	A	NT	-	-

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue obtenido de Integrated Taxonomic Information System (2021). La simbología utilizada corresponde LC=Least concern, por sus siglas en inglés: preocupación menor, aquellas especies que han sido evaluadas según los criterios y no califica para ninguna de las categorías de protección y NT=near threatened por sus siglas en inglés: casi amenazado (IUCN, 2021). La simbología utilizada SC=sin categoría, A=amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010).

ANFIBIOS

Se registraron 25 avistamientos de individuos de anfibios, repartidos en un solo orden, una familia, dos géneros y dos especies. El sapo del Golfo (**Incilius valliceps**) tiene los mayores avistamientos con 24, sapo gigante (**Rhinella horribilis**) con 1 avistamiento.

De las dos especies, ninguna se encuentra dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 modificación 2020. Dentro de UICN, el sapo del Golfo, con categoría (LC) “Preocupación menor” por sus siglas en inglés. Y ninguna tiene algún grado de endemismo para México.

Tabla 100. Listado de especies de anfibios registrados en el AP.

Orden	Familia	nombre científico	nombre común	No. Ind	NOM 059	IUCN	Endemismo	CITES
Anura	<i>Bufo</i> nidae	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo del Golfo	30	SC	LC	-	-
		<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	1	SC	SC	-	-

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue obtenido de Integrated Taxonomic Information System (2021). La simbología utilizada corresponde SC=sin categoría y LC=Least concern, por sus siglas en inglés: preocupación menor, aquellas especies que han sido evaluadas según los criterios y no califica para ninguna de las categorías de protección (IUCN, 2021). La simbología utilizada SC=sin categoría (NOM-059-SEMARNAT-2010).

Resultados Diversidad SAR

DIVERSIDAD DE SHANNON

Los resultados de este índice para la fauna encontrada en el SAR nos señalan una diversidad específica estándar para mamíferos con (2.20), para reptiles diversidad específica estándar (1.78) y para anfibios una diversidad baja (0.63).

DIVERSIDAD DE SIMPSON SAR

En este índice, los mamíferos tienen un valor de dominancia baja (0.14) y un valor de diversidad alto (7.37), los reptiles con un valor de dominancia baja (0.24) y valor de diversidad alto de (4.16), y el grupo de anfibios tienen un valor de dominancia media de (0.65) y una diversidad baja de (1.54).

Resultados Diversidad AP

DIVERSIDAD DE SHANNON

Los resultados de este índice para la fauna encontrada en el AP nos señalan una diversidad específica estándar para los mamíferos con (1.99) y diversidad específica baja tanto para reptiles como anfibios respectivamente (0.83) (0.17).

DIVERSIDAD DE SIMPSON AP

En este índice, los mamíferos tienen un valor de diversidad alto con (5.98), con una dominancia muy baja (0.17) de los individuos de las especies reportadas; en reptiles el valor de diversidad es medio (2.31), con una dominancia estándar de (0.43) y el grupo de anfibios el resultado corresponde a una diversidad bajo con (1.07), con un valor de dominancia alto de (0.94).

Abundancia Relativa

Mamíferos

Los mamíferos con mayor número de registros en el SAR y que son más comunes de observar tanto en áreas de selva como urbanizadas, son el tlacuache norteño (**Didelphis virginiana**) y el mapache común (**Procyon lotor**). Y en el AP fueron el tlacuache norteño (**Didelphis virginiana**) y la ardilla yucateca (**Sciurus yucatanensis**) que de igual manera es también una especie que también se puede observar en zonas urbanizadas.

Reptiles

El basilisco rayado (**Basiliscus vittatus**) fue la más abundante en el SAR, debido a que son más frecuentes de observar por su hábito terrestre, es decir, es común verlas desplazándose por el suelo principalmente sobre los caminos, en busca de alimento, asoleándose o buscando refugio. En el AP, de igual manera fue el basilisco rayado (**Basiliscus vittatus**).

Anfibios

El sapo del Golfo (**Incilius valliceps**) fue el anfibio más abundante en el SAR, debido a que existe una gran cantidad de zonas que son inundables y que conservan humedad durante casi todo el año, dando el ambiente propicio para que esta, complete satisfactoriamente su

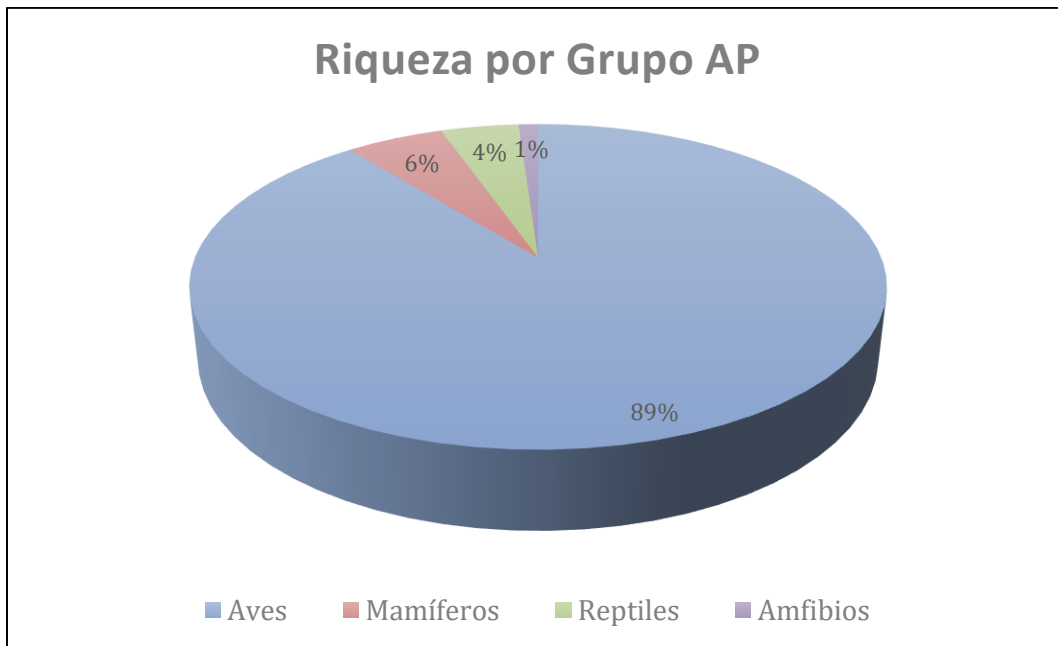
ciclo de vida. En el AP, fue de igual manera la que tuvo mas registros el sapo del Golfo (**Incilius valliceps**).

Las gráficas se pueden consultar en el apartado de fauna del anexo del capítulo 4.

Riqueza

En cuanto a la riqueza específica, está representada en el AP con un total de diecisiete especies, 166 son aves, 12 mamíferos, 12 reptiles y 3 anfibios.

Figura 55: Riqueza de especies AP



4.2.2.3.1 Síntesis de la Fauna.

Las especies de fauna que fueron registradas para el presente estudio, nos da como resultado que los avistamientos dependieron mucho del estado en la que se encuentra el área, o de la incidencia de humanos, ya que como se puede demostrar con los índices, que la mayor diversidad fue en áreas donde hay mas vegetación y donde hay menos perturbación. Y en las áreas donde hay más incidencia humana, vgr. las zonas de cultivo, las dedicadas a la ganadería, bodegas y caminos más transitados, la diversidad fue menor, pero la dominancia fue mayor por los tres grupos ya que fueron algunas especies como el tlacuache norteño (**Didelphis virginiana**), ardilla yucateca (**Sciurus yucatanensis**), basilisco rayado (**Basiliscus vittatus**), y el anolis liso (**Anolis rodriguezii**), que son individuos que se les puede ver teniendo interacción con frecuencia en áreas urbanizadas, y que por tal razón se les observó en un mayor número de ocasiones.

Tabla 101: Índice de Shannon y Simpson SAR

SAR			
Grupo	I. Shannon	Dominancia	I. Simpson
Mamíferos	2.20	0.14	7.37
Reptiles	1.78	0.24	4.16
Anfibios	0.63	0.65	1.54

Tabla 102: Índice de Shannon y Simpson AP

AP			
Grupo	I. Shannon	Dominancia	I. Simpson
Mamíferos	1.99	0.17	5.98
Reptiles	1.22	0.43	2.31
Anfibios	0.14	0.94	1.07

La mayoría de las especies reportadas en el trabajo de campo, tienen una amplia distribución no solo en la península de Yucatán, si no en otras regiones de México, las especies bajo protección en los muestreos del AP resultaron dos, de las 5 especies de los muestreos del SAR. Se considera que el desarrollo del proyecto no generará impactos considerables al factor fauna, ya que este se desarrollará en su mayor parte, en zonas con evidente alteración antropogénica, como son las áreas utilizadas para agricultura. No obstante, se llevará a cabo un Programa de ahuyentamiento, manejo, rescate y reubicación de fauna, para evitar cualquier incidente hacia la fauna, derivado de las actividades del proyecto.

4.2.3 Paisaje

Nuestro país mantiene una constante interacción reflejada en numerosos fenómenos que expresan una gran diversidad de paisajes naturales; muchos de ellos a su vez, se han transformado en paisajes humanizados caracterizados por complejos procesos e interesantes relaciones estructurales y dinámicas (García Romero & Muñoz Jiménez 2002).

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, **por lo tanto, “el área en el que conviven los rasgos naturales**, así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como **colectiva del conjunto de ese espacio”** (Abad-Soria & García-Quiroga 2006).

De acuerdo con (Canter n.d.), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras. Por su parte, el MOPT define al paisaje con base a dos enfoques: el estético y el ecológico o geográfico. Independientemente del contexto que se adopte, el paisaje liga a un factor ambiental que es percibido de manera directa o indirecta por un observador a través de todos los sentidos (Gómez-Mendoza **et al.** 2003).

La consideración del paisaje como elemento del medio ambiente implica dos aspectos fundamentales: el paisaje como elemento aglutinador de una serie de características del medio físico y la capacidad que tiene un paisaje para absorber los usos y actuaciones que se desarrollan sobre él. Uno de los mayores problemas en el desarrollo de métodos de evaluación cuantitativa de los efectos escénicos es el de la medición de las contribuciones específicas de los elementos del paisaje a la preferencia general (Buhyoff y Riesenmann, 1979), si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados: la visibilidad, la fragilidad del paisaje y la calidad (Martí-Vargas & Pérez-González 2001).

La visibilidad o cuenca visual es la porción de paisaje visualmente autocontenida, que abarca toda el área de visualización que un observador tiene del paisaje. La fragilidad de **un paisaje es la “susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso o actuación sobre él”**. **Se la puede considerar como una cualidad de carácter genérico y por ello intrínseca al territorio** (Aguiló et al., 1995). Por calidad paisajística o calidad visual de un paisaje se entiende **“el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve”**.

En primer lugar, se realiza una inspección del paisaje, describiendo los elementos que lo conforman (elementos bióticos y abióticos), los cuales serán la base para la evaluación; continuando con la descripción de la cuenca visual dependiendo de la ubicación del potencial espectador, lo cual sirve para localizar los elementos más frágiles, que se verán repercutidos por la construcción y operación de las obras.

Una vez colectados y analizados todos los elementos que pertenecen a la cuenca visual se hace la evaluación de la calidad del paisaje, en los diferentes planos; para determinar la calidad del paisaje de manera cuantitativa se utiliza el método de Polakowski, el cual clasifica la calidad en tres clases según lo típico o excepcional del paisaje.

4.2.3.1 Localización del Área de Proyecto (AP)

El proyecto Parque Eólico Vientos del Caribe, consiste en la preparación, construcción, operación y mantenimiento de un parque eólico, en el municipio Othón P. Blanco, al oeste de la ciudad de Chetumal a 14.09 km, en el estado de Quintana Roo.

4.2.3.2 Agentes modeladores del paisaje en el AP

Con base en lo publicado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes los factores que determinan el paisaje en el área de estudio son (Anon 1992):

- El relieve, que constituye la estructura básica de cualquier tipo de paisaje. En este caso, **el Proyecto se situará sobre la subprovincia fisiográfica “Costa Baja de Quintana Roo” y el SAR, tanto en dicha subprovincia, como en “Carso y Lomeríos de Campeche”:**

Subprovincia fisiográfica “Costa Baja de Quintana Roo” limita al este con el mar Caribe y al sur con el río Hondo. Destacan en el extremo oriental lagunas costeras que alternan con **tres bahías: “Ascensión” al norte, “Espíritu Santo” al este y al sur la Bahía de Chetumal.** Esta subprovincia la conforman ocho sistemas de topoformas, cinco tipos de llanuras y tres playas o barras, los suelos son poco profundos y mayormente salinos, por lo que no son propios para la agricultura.

Subprovincia fisiográfica “Carso y Lomeríos de Campeche” presenta relieve ligeramente ondulado debido a la presencia de lomeríos que alternan con hondonadas o llanuras que lo distinguen de las zonas aledañas, está constituida mayormente por calizas cársicas del Paleoceno y Eoceno. Dentro de esta subprovincia se localiza el rasgo fisiográfico más preponderante de la Península, que corresponde a la Sierrita de Ticul, donde la mayor elevación es de 210 m s.n.m. y se ubica en el cerro Benito Juárez; dentro de esta subprovincia se encuentran nueve sistemas de topoformas, cuatro tipos de lomeríos, cuatro de llanuras y un tipo de sierra.

- La composición y propiedades del suelo determinan su especial comportamiento frente a los procesos formadores del relieve. En el AP y SAR encontramos una asociación de los siguientes suelos: Gleysol, Luvisol, Leptosol, Phaeozem, y Vertisol, que se caracterizan por ser suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año, con coloraciones grises, azulosos o verdosos cuando se saturan de agua y rojizos al secarse o exponerse al viento. Suelos con acumulación de arcilla, que se encuentran en zonas templadas o tropicales. Suelos extremadamente jóvenes y delgados (muy pedregosos). También se caracterizan por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Contenidos de arcillas, y que se vuelven muy duros en la estación de seca y muy plásticos en la húmeda (INEGI, 2004).

- La red hidrográfica presentada para el área de estudio se aprecia que, dentro del límite sur del SAR, se encuentran dos corrientes superficiales de orden 1 y 2 respectivamente y de condición intermitente, esto es, que solo presentan agua en época de lluvias.

- La vegetación **que actualmente se encuentra en el sitio es “Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia” que se trata de una comunidad en donde el 50 a 75% de los árboles altos pierden sus hojas durante la época más álgida de sequía.** Esta comunidad

con frecuencia se desarrolla en suelos profundos y algunas veces coexiste con la selva baja subcaducifolia o caducifolia además de la sabana.

- La incidencia humana, a través de los asentamientos humanos y las actividades desarrolladas, destaca por su capacidad modeladora. El AP está rodeado por zonas destinadas a la agricultura principalmente a la cosecha de caña, zonas dedicadas a la ganadería, y caminos que abarcan gran parte de los ejidos, y por el poblado de Sergio B. Casas.

4.2.3.3 Descripción del paisaje desde un enfoque visual

Las características físicas del paisaje pueden ser identificadas por sus atributos visuales, ya que el planeamiento, las decisiones de manejo, la interacción de la cultura y los procesos naturales llevan a cambios físicos que se verán en el futuro en el paisaje. Los paisajes escénicos son una de las mayores fuentes para el goce humano y en algunos casos ha sido el objeto de acción pública directa para conservar su calidad (Julius 1978).

El enfoque visual considera fundamentalmente los aspectos que confluyen el proceso de percepción del paisaje, es decir, es lo que el observador es capaz de apreciar del territorio. La delimitación del espacio estudiado abarca la superficie definida por la visión del observador, y es lo que se denomina cuenca visual. La cuenca visual viene determinada **por una serie de parámetros que se especifican “ad casum”:** condiciones de visibilidad, altura de la posición del observador, y altura de éste, formas de relieve.

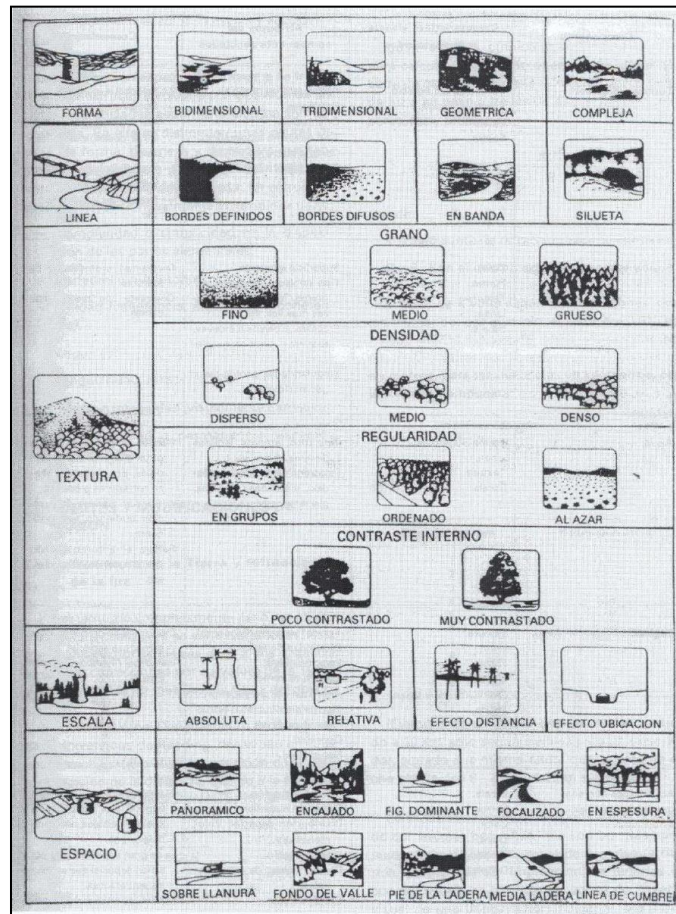
4.2.3.3.1 Cuenca visual

La cuenca visual es el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o, dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto (Fernández-Cañadas 1977).

Determinada la cuenca visual, es importante saber qué áreas dentro de ésta tienen una mayor accesibilidad, ya que éstas serán las que tengan mayor incidencia visual al tener mayor número de observadores potenciales. Estos puntos pueden ser áreas pobladas, carreteras, miradores, o cualquier zona considerada de interés público.

Teniendo ubicados los puntos con mayor incidencia visual, se procede a realizar un análisis en campo de las características visuales y componentes del paisaje desde la perspectiva de ellos. Para ello se describen los elementos visuales básicos de los componentes: forma, línea, color, textura, escala, y espacio (Ver figura siguiente).

Figura 56: Características visuales básicas de los componentes del paisaje (Anon 1992).



Determinación de la cuenca visual

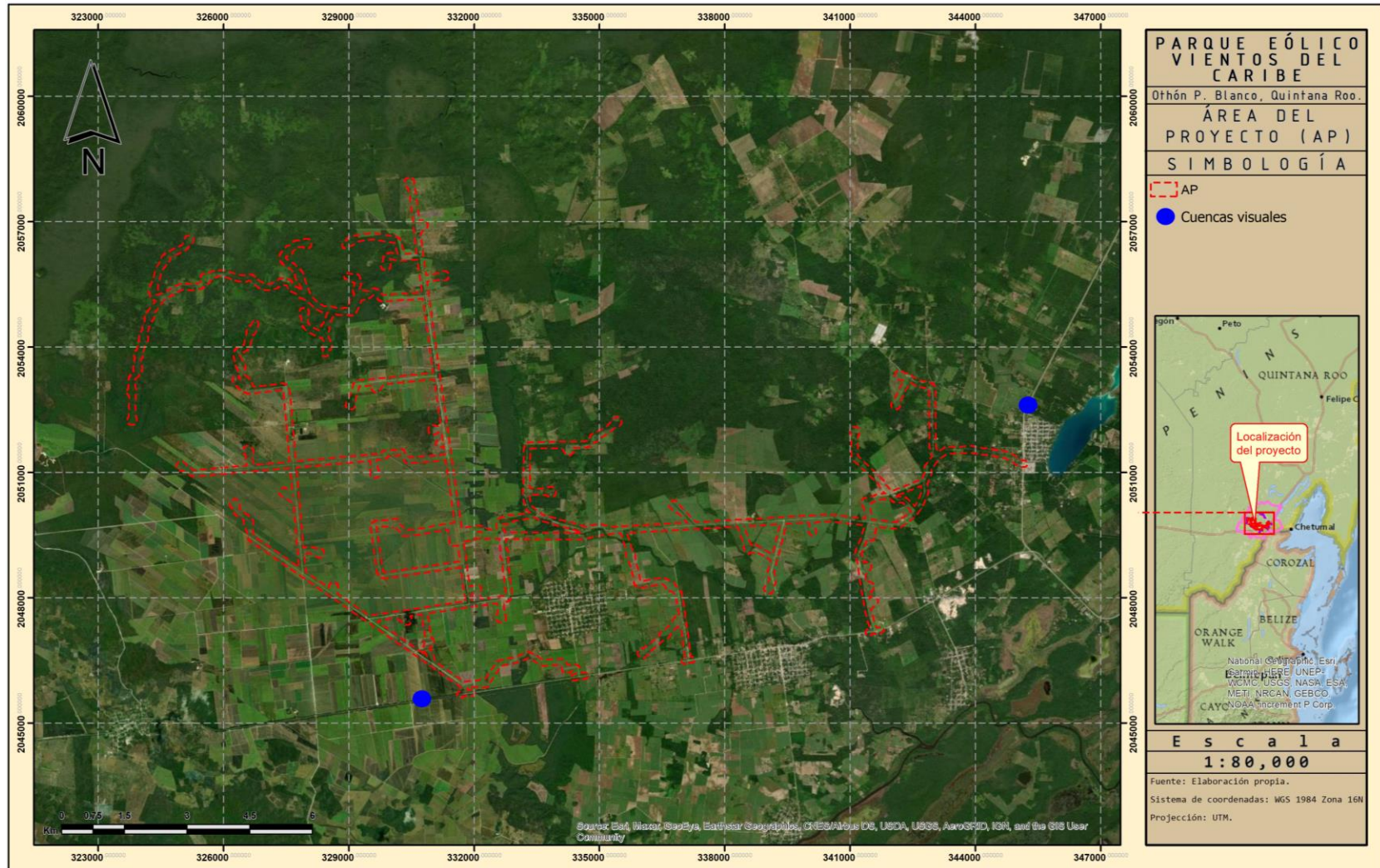
La operación básica en los estudios de análisis visual es la determinación de la cuenca visual. Ésta se define como la zona que es visible desde el punto (o conjunto de puntos) a estudiar, el cual puede ser una carretera, un embalse o cualquier otro proyecto (Benayas-Álamo 1992). En este caso, la cuenca visual será la zona visible desde el área donde se realizará la construcción del Proyecto.

Tras el análisis, se puede afirmar que la visibilidad del Proyecto será baja, ya que las zonas donde se podrá visualizar, quedan ubicadas en áreas donde es poco probable que se pueda ver, ya que la altura y la distancia al potencial testigo serían significativos para su poca incidencia visual, y aunando que como se trata de caminos, es poco lo que se ve del proyecto.

Tabla 103: Localización de las cuencas visuales.

Cuenca Visual	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
1	329414	2045343
2	345220	2052583

Figura 57: Ubicación de las cuencas visuales



A continuación, se describen las cuencas visuales:



Cuenca visual 1.- Esta fotografía corresponde a la porción sur del AP, vista de sur a norte, fuera del AP desde la carretera Federal 186 Villahermosa - Chetumal. Tiene una forma bidimensional, con líneas de bordes en banda, de grano medio con una densidad dispersa, dado por la vista que da la vegetación ya que en su mayoría son cultivos, con una regularidad en grupos y muy contrastado, debido a los tonos de la vegetación. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.



Cuenca visual 2.- Esta fotografía corresponde a la porción este del AP, vista de sureste a noroeste, fuera del AP desde la carretera Federal 307 Cancún - Chetumal. Tiene una forma bidimensional, con líneas de bordes en banda, de grano medio con una densidad dispersa,

dado por la vista que da la vegetación, con una regularidad en grupos y muy contrastado, debido a los tonos de la vegetación. La escala es relativa y se considera el espacio sobre llanura.

Calidad visual

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales, es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

Se entiende por calidad de un paisaje “el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve” (Blanco-Andray 1979). El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje (Cifuentes-Vega 1979).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno.

Evaluación de la calidad visual

El U.S. Forest Service (1973 y 1974), establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

- Clase A: de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase B: de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea, textura, pero que resultan comunes en la región estudiada y no excepcionales.
- Clase C: de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.

Tabla 104: Evaluación de la calidad visual

	Alto	Medio	Bajo	Calidad escénica
a. Formas del terreno (Morfología)	5	3	1	A: 19 o más
b. Vegetación	5	3	1	
c. Agua	5	3	0	B: 12-18
d. Color	5	3	1	
e. Contexto o fondo escénico	5	3	0	C: 11 o menos
f. Rareza	6	2	1	
g. Modificación antropogénica	2	0	-	
Total				6

Las cuencas visuales estudiadas tienen una pendiente menor o igual al 10%, por lo cual no hay presencia de grandes pendientes o sierras dentro de ellas, actualmente se observa que la zona es utilizada para actividades agrícolas y ganaderas.

Hay presencia de cuerpos de agua, de arroyos fuera y dentro del AP, que por la altura y ubicación son difícil apreciarlos.

La intervención antropogénica está presente en el AP, caminos de terracería que dan ingreso a las zonas de cultivo de caña, también presencia de bodegas dedicadas al empacado de frutas. Actualmente se encuentra rodeado de áreas que son destinadas a la agricultura y ganadería.

Por todas estas características se pudo concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual BAJA, clase predominantemente C.

Fragilidad visual

Al igual, que el estudio de calidad, el estudio de fragilidad puede resultar básico de cara a establecer recomendaciones de protección, y sobre todo para la evaluación de impactos ambientales.

Se define la fragilidad visual del paisaje como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones(Aguiló-Alonso 1981).

Otros autores también definen este concepto por la cualidad denominada capacidad de absorción visual, que representaría el efecto contrario al de fragilidad visual. La unidad de paisaje analizada es menos frágil cuanto más pueda ocultar o mitigar las acciones (absorber cambios) que sobre ella han sido llevadas a cabo por las actividades. La fragilidad visual indica, pues, el grado de alteración o el impacto que se alcanzaría en el caso hipotético de la implantación de una actividad concreta en la unidad territorial.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio (propia de sus elementos), dependiente de la valoración estética del observador de los elementos que componen ese paisaje, no ocurre así con la fragilidad visual. El grado de fragilidad territorial, además de los caracteres intrínsecos, también depende del tipo y magnitud de la actividad que se desarrolla.

La fragilidad visual, por lo tanto, se centra en identificar las posibles modificaciones del territorio, y se determina la posibilidad de ocultar o integrar en el paisaje los nuevos elementos de la actuación, de modo que la apreciación del observador sea la que no cambie.

Existen diversos modelos para su análisis, pero todos incluyen factores como la visibilidad, efecto pantalla de la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad al paisaje.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta ciertos componentes asociados a las características del espacio y su influencia en la capacidad de absorción:

- Densidad de la vegetación: A mayor densidad de vegetación de especies leñosas, menor fragilidad.
- Altura de vegetación: La vegetación tiene un alto poder enmascarante, pero depende de la complejidad de la estructura, la densidad de estratos. Por lo tanto, a mayor complejidad de la vegetación, menor es la fragilidad visual.
- Contraste cromático suelo vegetación: A mayor contraste de color entre suelo y vegetación, mayor es la fragilidad.
- Contraste cromático vegetación: A mayor contraste cromático de la vegetación, mayor camuflaje tiene el territorio. Si los colores, no se distribuyen de manera homogénea, tiene mayor efecto de camuflaje. Las manchas monocromáticas son muy frágiles.
- Estacionalidad de la vegetación: Se reduce el efecto pantalla en zonas donde la mayoría de especies son caducifolias.
- Pendiente: A menor pendiente, mayor capacidad de absorción del territorio.
- Iluminación: A mayor iluminación para el observador, mayor fragilidad. Esto depende de la orientación del terreno. El sur y oeste, son más frágiles.
- Los puntos y zonas singulares, hacen que el observador se sienta atraído a mirar, por lo tanto, si un territorio alberga puntos y zonas singulares, su fragilidad es mayor.
- La mayor amplitud y tamaño de vistas supone un incremento de su fragilidad visual al ser visible desde más puntos. Lo más habitual es que se utilicen las características geomorfológicas del territorio para evaluarlo.
- La distancia del terreno y de la actividad que se vaya implantar en el mismo, a carreteras o núcleos urbanos constituye un aumento de la presencia de observadores potenciales al mismo. Por lo tanto, a mayor cercanía, mayor es la fragilidad visual.

Evaluación de la fragilidad visual

Para evaluar la fragilidad se propone un método inspirado en (Escribano 1991), que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados. Los factores biofísicos determinan la fragilidad visual del punto, que, sumados a los factores histórico-culturales, constituyen la fragilidad visual intrínseca. Por últimos, al integrarse la accesibilidad tenemos la fragilidad visual adquirida.

Tabla 105: Evaluación de fragilidad en el paisaje.

Factor	Característica	Escala	
		Nominal	Numérico
D: Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
E: Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos de vegetación	Bajo	1
	< 3 estratos de vegetación	Medio	2
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3
A: Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	< 3 de altura promedio	Medio	2
	< 1 m de altura promedio	Alto	3
CS: contraste cromático Vegetación-suelo-vegetación	Contraste visual bajo (monocromático -veg. perenne)	Bajo	1
	Contraste visual medio - (caduca)	Medio	2
	Contraste visual (perenne y caduca)	Alto	3
P: Pendiente	0-25%	Bajo	1
	25-55%	Medio	2
	> 55%	Alto	3
TCV: Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter lejano o zonas distantes > 4,000 m	Bajo	1
	Visión media, dominio de los planos medios de visualización (1,000 a 4,000 m)	Medio	2
	Visión de carácter cercana, dominio de los primeros planos (0 a 1,000 m)	Alto	3
FCV: Forma de la cuenca visual	Cuencas regulares, extensas generalmente redondeadas (Vistas cerradas)	Bajo	1
	Cuencas irregulares mezcla de zonas cerradas con fugas visuales	Medio	2
	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual (focos de atención)	Alto	3
CCV: compacidad de la cuenca visual	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o con menor incidencia visual.	Bajo	1
	El paisaje presenta zonas de baja incidencia visual, pero en un bajo porcentaje	Medio	2

Factor	Característica		
	Vistas panorámicas, abiertas, el paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales (sin zonas de sombra)	Alto	3
SP: Singularidad paisajística	Paisaje común, sin riquezas visuales o muy alterados	Bajo	1
	Paisajes de importancia, pero característicos y representativos de la zona. Con poco o sin elementos singulares.	Medio	2
	Paisajes notables con riqueza de elementos únicos y, instintivos	Alto	3
Accesibilidad	Baja accesibilidad visual	Bajo	1
	Percepción media	Medio	2
	Alta visibilidad, paisaje con alta frecuencia turística	Alto	3
H: Valor histórico cultural	Sin elementos culturales	Bajo	1
	Elementos culturales subactuales de interés medio	Medio	2
	Elementos culturales de importancia	Alto	3
		TOTAL	19

El área en general debe su fragilidad a la poca o nula pendiente del terreno, lo anterior da como resultado un espacio abierto, que por la nula pendiente en la zona. La fragilidad visual del paisaje en este caso fue originada principalmente por los componentes antropogénicos, que actualmente dominan en el área, que está representado por la actividad agropecuaria que se ejerce en la zona. Además, se encuentran presentes construcciones y algunas comunidades, la carretera Federal 307 Cancún – Chetumal y 186 Villahermosa – Chetumal, entre otros.

Luego de ponderar cada factor de acuerdo a los valores de fragilidad señalados en la tabla anterior, se realiza la sumatoria de éstos obteniendo un nuevo valor que indica la fragilidad del paisaje de acuerdo a los siguientes rangos:

- 11 a 18 = Fragilidad Baja
- 19 a 26 = Fragilidad Media
- 27 a 33 = Fragilidad Alta

De acuerdo a la evaluación de cada uno de los factores que los componen y haciendo una evaluación cualitativa, se obtiene un valor de 19 (ver sumatoria de la valoración de la fragilidad en la tabla anterior) por lo que se concluye que el paisaje presenta una fragilidad MEDIA, considerando lo homogéneo del ambiente y las zonas descampadas, la presencia de brechas y caminos, la pendiente plana del terreno.

4.2.3.3.2 Capacidad de absorción

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano 1991), entendida

como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Por tanto, la "capacidad de absorción visual" se refiere a las posibilidades del terreno para enmascarar la alteración conservando su integridad visual o la aptitud del territorio para admitir cambios sin notable quebranto de sus aspectos visuales.

Para concluir en la obtención de la capacidad de absorción, se optó por aplicar la siguiente tabla, que combina los conceptos de calidad y visibilidad, y que es utilizada para evaluar fragilidad:

Tabla 106: Evaluación de capacidad de absorción.

Determinación de la fragilidad		CALIDAD				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
VISIBILIDAD	Muy Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja	Media	Media
	Baja	Muy Baja	Baja	Baja	Media	Alta
	Media	Baja	Baja	Media	Alta	Alta
	Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta
	Muy Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta	Muy Alta

La calidad de la zona es BAJA considerando que son zonas destinadas a la agricultura y a la ganadería, y la visibilidad MEDIA, ya que por las condiciones del terreno y lo plano del terreno se podría visualizar el proyecto. Se concluye que la fragilidad es BAJA y su capacidad de absorción es ALTA.

4.2.4 Medio socioeconómico.

Actualmente, de acuerdo a los artículos 86, 87 y 88, párrafo segundo del Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica, cualquier interesado en obtener un permiso o autorización para desarrollar un proyecto del sector energético, deberá presentar a la Secretaría de Energía (SENER), la Evaluación de Impacto Social (EviS); documento que contiene la identificación de las comunidades y pueblos, así como aquellos territorios donde habitan comunidades indígenas y se encuentran ubicados en el área de influencia del proyecto; en ella se integran la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos directos, indirectos, acumulativos y residuales a la población que podrían derivarse del proyecto y las medidas de mitigación y planes de gestión social; por lo tanto, se ha elaborado la correspondiente EviS para este proyecto de acuerdo a las Disposiciones Administrativas de Carácter General Sobre la Evaluación de Impacto Social en el Sector Energético, publicadas por la SENER en el Diario Oficial de la Federación el día 01 de junio de 2018.

A continuación, se presenta la descripción y el análisis del medio socioeconómico del municipio en donde se ubica el SAR; identificando los indicadores socioeconómicos relevantes, así como las principales necesidades de la población y la incidencia del proyecto en territorio donde habitan comunidades indígenas.

Othón P. Blanco es uno de los once municipios del estado de Quintana Roo. Su cabecera municipal es la ciudad de Chetumal, que es también la capital del estado. El municipio tiene una extensión territorial de 18,760 km², es el más extenso del estado; representando casi el 37 % del territorio estatal y ocupa toda la zona sur del estado, es además el quinto municipio más grande del país.

Limita al norte con el municipio Bacalar, al oeste con Calakmul que pertenece a Campeche, al sur con Belice y al extremo suroeste con Guatemala. Además, es parte del territorio del municipio el Banco Chinchorro, un atolón formado por cayos y arrecifes ubicado en el Caribe frente a las costas de Mahahual, el Banco Chinchorro es parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano.

Tamaño, estructura y crecimiento de la población

El municipio contaba en 2020 con 233,648 habitantes según el Censo de Población y Vivienda INEGI 2020(INEGI 2020), con una relación hombres – mujeres de 97. La edad mediana en el municipio era de 30 años y la razón de dependencia de edad de 44.8 años.

Tabla 107. Población 1990 – 2020

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hombres	87,826	102,518	104,314	109,059	121,906	108,635	115,096
Mujeres	84,737	99,528	103,850	110,704	122,647	115,445	118,552
Total	172,563	202,04	208,164	219,763	244,553	224,080	233,648

Fuente 1: Sistema Nacional de Información Municipal.

Según estimaciones de CONAPO, Othón P. Blanco, tendrá una población de 342,175 habitantes en 2030 (CONAPO 2015).

Marginación y desarrollo social

La marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2011).

De esta manera, la marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. En consecuencia, las comunidades marginadas enfrentan escenarios de elevada vulnerabilidad social cuya mitigación escapa del control personal o familiar, pues esas situaciones no son resultado de elecciones individuales, sino de un modelo productivo que no brinda a todos las mismas oportunidades.

El Índice de Marginación considera indicadores de educación, vivienda, ingreso por trabajo y la distribución de la población, y su desagregación es estatal y municipal; el Índice de Rezago Social considera indicadores de educación, salud, servicios básicos, calidad y espacios de la vivienda, y activos en el hogar y su desagregación es estatal, municipal y por localidad.

La marginación social es producto en gran medida de la falta de opciones para satisfacer las necesidades básicas de toda familia; el municipio tiene un grado de marginación Muy bajo.

Tabla 108. Indicadores de marginación 2015

Población total	224,080
Población de 15 años o más analfabeta	4.48 %
Población de 15 años o más sin primaria completa	14.87 %
Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	8.86 %
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.86 %
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	1.22 %
Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	33.08 %
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	2.64 %
Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	36.82 %
Índice de marginación	-1.10900
Grado de marginación	Muy bajo

Fuente: Estimaciones de CONAPO, Índices de marginación 2015

Según estimaciones del CONEVAL en 2015 (CONEVAL 2015) los principales datos sobre estimación de la pobreza en el municipio eran los que siguen:

Tabla 109. Estimaciones de pobreza en porcentaje, 2015 CONEVAL.

Porcentaje de población en situación de pobreza	37.3
Porcentaje de población en situación de pobreza moderada	31.7
Porcentaje de población en situación de pobreza extrema	5.7
Porcentaje de población vulnerable por carencias sociales	32.4
Porcentaje de población con al menos una carencia social	69.7
Porcentaje de población con al menos tres carencias sociales	19.9
Porcentaje de población con carencia por rezago educativo	15.0
Porcentaje de población con carencia por acceso a servicios de salud	10.6
Porcentaje de población con carencia por acceso a la seguridad social	53.9
Porcentaje de población con carencia por calidad y espacios de la vivienda	15.0
Porcentaje de población con carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	22.4
Porcentaje de población con carencia por acceso a la alimentación	23.1
Porcentaje de población con ingreso a la línea de bienestar	43.2
Porcentaje de población con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	12.8

Fuente 2: Medición de la pobreza a escala municipal, CONEVAL 2015

Hacia 2015, el municipio se encontraba con un Grado de Desarrollo Humano Alto (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano, 2005), según los indicadores que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 110. Indicadores de Desarrollo Humano.

Indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	16.10
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	2,994
Índice de salud	0.8770
Índice de educación	0.6340
Índice de ingreso	0.7810

Migración

La población que migra de Quintana Roo es muy poca, ya que las condiciones económicas favorecen contrariamente la inmigración; se registra una alta llegada de inmigrantes que buscan mejores condiciones de vida y empleo; quienes a su vez transforman el entorno cultural y económico de la entidad. Del total de migrantes en Estados Unidos de América, solo 0.1% corresponde a migrantes de Quintana Roo, lo que la convierte en la cuarta entidad con el menor flujo de migrantes.

A diferencia de otros estados, los ingresos por remesas no son significativos en la entidad, ya que el sector turístico cubre las necesidades de la mayoría de la población. Según datos del Banco de México (BANXICO 2021) las remesas desde EUA al municipio en el trimestre de abril a junio de 2021 fueron de 11.951944 millones de dólares; siendo el cuarto municipio con menores remesas durante el trimestre en el país, después de Tlaxcala, Campeche y Baja California Sur.

Othón P. Blanco, Benito Juárez, José María Morelos, Felipe Carrillo Puerto y Cozumel son los principales exportadores de migrantes a los Estados Unidos, lo cual explica en gran medida la brecha que existe en relación al desarrollo económico entre la zona sur y la zona norte del estado.

Los principales lugares de residencia de los migrantes establecidos en EUA son California, Texas, Alabama, Carolina del Norte y Florida.

Tabla 111. Principales causas de migración en el municipio en población de 5 años y más

Principales datos de migración	
Porcentaje que migra por trabajo	33.9
Porcentaje que migra por causa familiar	43.5
Porcentaje que migra por causa educativa	9.9
Porcentaje que migra por inseguridad, delincuencia o violencia	5.1
Otras causas	7.5

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

El porcentaje de población inmigrante que llega a la entidad, suele establecerse de manera permanente y generacional; convirtiéndose en población no nativa.

El mayor número de inmigrantes que radican en la entidad proceden de Chiapas, Tabasco, Ciudad de México y Veracruz de Ignacio de la Llave.

Tabla 112. Datos generales de población inmigrante

Principales datos de inmigración	
Porcentaje de población inmigrante	5.9
Población de 5 años y más inmigrante	10,923
Población inmigrante nacida en otro país	3,076
Población inmigrante nacida en otro país, hombres	1,469
Población inmigrante nacida en otro país, mujeres	1,607

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Religión

Entre la población de 5 años y más, predomina la religión católica la cual es profesada por la mayoría de la población 132,351 personas, es decir el 56.64 % de la población; en menor proporción se encuentran Testigos de Jehová, creyentes de doctrinas evangélicas y protestantes con 49,335 personas (21.11 %). Asimismo, 50,899 personas (21.78 %) de los habitantes manifestaron no practicar religión alguna.

Educación

En el municipio existen 449 centros de educación entre ellos: 141 instalaciones de preescolar, 157 primarias, 87 secundarias y 38 bachilleratos; además de 13 universidades.

Para el año 2015, el Grado promedio de escolaridad en el municipio era de 9.7 % en el que se incluye a la población de 15 años y más; mientras que la tasa de alfabetismo en la población de 15 a 24 años en el 2020 era de 98.9 %.

Tabla 113. Nivel de instrucción, 2020

Nivel de Instrucción 2020	Porcentaje
Población de 15 años y más con instrucción media superior	25.3
Población de 15 años y más con instrucción superior	16.0
Población de 25 años y más alfabetada	94.9
Población de 15 años y más sin escolaridad	4.8
Población de 3 a 5 años que asiste a la escuela	65.1
Población de 6 a 11 años que asiste a la escuela	96.5
Población de 12 a 14 años que asiste a la escuela	94.0
Población de 15 a 24 años que asiste a la escuela	53.5
Población de 15 años y más con escolaridad básica	45.2

Fuente: Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

El municipio cuenta con tres bibliotecas públicas, cinco auditorios, seis casas de cultura y cuatro museos.

Salud

El CONEVAL identifica que en Quintana Roo, el 18.5 % de la población no tiene acceso a servicios de salud. Benito Juárez, Othón P. Blanco y Solidaridad son los municipios que registran el mayor porcentaje de personas sin derechohabiencia. Asimismo, del porcentaje de población derechohabiente a servicios de salud, la mayoría se concentra en las instituciones públicas del IMSS y el ISSSTE.

El 79.5 % de la población municipal se encuentra afiliada a algún servicio de salud, es decir 185,788 personas, la gran mayoría al IMSS.

Tabla 114. Porcentaje de población derechohabiente según institución, 2020

INSTITUCIÓN	PORCENTAJE
Seguro Popular	33.2
PEMEX, SDN o SM	3.3
Instituciones de servicios médicos privados	1.0
ISSSTE	25.9
IMSS	37.8
Seguro privado	1.3
Otra institución	0.5
Instituto de Salud para el Bienestar	0.3

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020

Un total de 11,128 personas en el municipio cuentan con alguna limitación física de acuerdo al Censo 2020; las mayores discapacidades en la población son para caminar, subir o bajar y para ver aun usando lentes; en cuanto a limitaciones, se han censado 22,911 personas con limitaciones en el municipio, cuyas principales limitaciones son para ver aun usando lentes, seguida de la posibilidad de caminar, subir o bajar.

Hogares y vivienda

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en ese año había un total de 69,365 viviendas particulares ocupadas, el promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas era de 3.28 personas, con un promedio de 1.07 ocupantes por cuarto.

En lo que respecta al material predominante en la estructura de esas viviendas, solo el 1,876 cuentan con piso de tierra; mientras, con relación a los servicios disponibles, 69,228 tienen electricidad, 69,065 cuentan con drenaje, 68,746 agua entubada y 68,786 sanitario.

En relación a la disponibilidad de bienes se observan los datos siguientes:

Tabla 115. Disponibilidad de bienes en las viviendas, 2020

Internet	Televisión de paga	Automóvil	Computadora	Refrigerador	Lavadora
40,605	31,987	32,831	27,657	62,148	55,794

Trabajo y condiciones laborales

De acuerdo con datos estadísticos de INEGI en el 2020, el municipio tenía una población total de 233,648 de la cual el 52.29 % se encontraba ocupada o económicamente activa, es decir 122,186 personas de las cuales el 51.42 % se encontraban ocupadas en ese momento.

Tabla 116. Situación en el trabajo, INEGI 2020

Indicadores	Total	hombres	mujeres
Población económicamente activa (PEA) ⁽¹⁾	122,186	70,940	51,244
Ocupada	120,140	69,639	50,501

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020

Notas:

(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia.

Por otra parte, la población económicamente inactiva en el municipio representa el 28.67 % de la población de 12 años y más; la inactividad de la población puede ser por diferentes motivos que no le permiten incorporarse al mercado laboral, como es el caso de los estudiantes, ancianos, pensionados, jubilados, personas enfermas, discapacitadas o amas de casa.

Los últimos datos estadísticos que reporta el INEGI con referencia a la situación en el trabajo de la población del municipio, datan del año 2008 y son los siguientes:

Tabla 117. Población ocupada por sector, 2008, INEGI

Sector	Personal ocupado
Sector privado y paraestatal	34,576
Comercio	12,498
Servicios privados no financieros	11,695
Pesca y acuicultura	131
Minería	48
Electricidad, agua y gas	2,176
Construcción	2,897
Industrias manufactureras	3,614
Transportes	1,269

En la zona rural la oferta de empleos es muy débil, pues las actividades productivas son subsistencia de los pequeños productores, grupos de familias organizadas por sus necesidades de cultivos de temporal.

Actividades económicas

La actividad económica del municipio no es muy dinámica, en cuanto a producción primaria, existen cerca de 90 comunidades rurales que se dedican a las labores del campo; cuya producción depende de los factores naturales y biológicos de la región. Los programas de apoyo gubernamental son escasos para solucionar los problemas de producción de cultivos de autoconsumo.

Los principales cultivos agrícolas en el municipio son: maíz en grano (12,455 ha sembradas), elote (2,917 ha), sorgo (678 ha), y en menor cantidad chile jalapeño y frijol negro principalmente; además de chile habanero, sandía, tomate, calabacita, chile verde, jícama, pepino, soya y tomate verde. (SIAP 2020a)

Los cultivos perennes son de caña, limón, papaya, achiote, coco fruta, mandarina, naranja, pitahaya, piña y plátano.

En ganadería, se cría ganado bovino y caprino de carne en canal y leche; porcino y ovino en canal y aves de postura y guajolote. Además se produce huevo para plato, miel y cera. (SIAP 2020b)

Con base en los registros de comercios formales, existen mas de 1,300 comercios de abarrotes, negocios de ropa, talleres de herrería artística y muebles; comercios que elaboran tortillas, helados y otros.

Además, se cuenta con restaurantes, que van desde los mariscos de especies únicas de la región hasta los platillos típicos de la zona.

Los ingresos económicos de la población provienen del sector público. Al menos una persona por familia de los habitantes de la ciudad trabaja como empleada o empleado del gobierno, ya sea Municipal, Estatal o Federal.

La actividad industrial no se ha desarrollado en el municipio. Se han realizado intentos por promover la agroindustria. El ingenio azucarero San Rafael de Pucté es la única agroindustria que se encuentra en operación; se ubica entre los ejidos de Pucté y Álvaro Obregón, 63 km al sur de la ciudad de Chetumal, cerca de la frontera con Belice. El ingenio recibe su materia prima de 2,800 cañeros que son ejidatarios o pequeños propietarios de 23,082 hectáreas. Emplea 462 personas de la región de forma permanente durante la época de zafra y 338 personas durante la época de reparación.

Abasto

En materia de agua potable el municipio cuenta una cobertura del 93.01 % al cierre de 2017, con lo que se disminuyó la cobertura en 2.06 % en lo que respecta al 2016. La dispersión de la población y los asentamientos irregulares dificultan el acercamiento al 100 % de la cobertura.

En cuanto al servicio de energía eléctrica, se cuenta con una cobertura del 99 % en la ciudad de Chetumal, en la zona rural de municipio se cuenta con una cobertura del 100 % exceptuando los asentamientos irregulares.

En cuanto al manejo de residuos sólidos, no se cuenta con vehículos recolectores suficientes para cubrir las rutas que las colonias de nueva creación demandan. Los asentamientos humanos que se encuentran en las zonas conurbadas carecen del servicio de recolecta de manera regular debido a que no pertenecen al municipio. La disposición final se realiza en un basurero a cielo abierto. Los desechos sólidos de las comunidades rurales no están controlados por un mecanismo regulador. Cada comunidad tiene un tiradero a cielo abierto y recolecta para lo que se otorga un permiso cuando alguna autoridad local lo exige.

Se ubican cinco mercados municipales, cuatro en Chetumal y uno en Javier Rojo; existen tres rastros municipales.

Deporte

El municipio, a través del Instituto Municipal de la Cultura Física y el Deporte, cuenta con centros deportivos que tienen en conjunto instalaciones adecuadas para la práctica de diversos deportes como fútbol, softbol, voleibol, basquetbol, atletismo y juegos infantiles.

Medios de comunicación

Respecto a medios de comunicación, el municipio cuenta con correo, telégrafo, telefonía, fax, radio, televisión, radiotelefonía y cable.

Vías de comunicación

Carreteras

El territorio del municipio Othón P. Blanco se encuentra interconectado por las carreteras: Federal 186, Federal 293 y Federal 307. La carretera Federal 186 es el principal medio de comunicación del municipio con el resto del país, esta carretera ingresa al territorio procedente de Campeche, su extensión es recta de este a oeste y culmina en la ciudad de Chetumal. Desde los límites con Campeche, hasta su entronque con la carretera Federal 307 al sur de Bacalar, es una carretera sencilla de dos carriles; comunica a poblaciones como Carlos A. Madrazo, Sergio Butrón Casas, Francisco Villa y Nicolás Bravo.

La carretera Federal 307 es la vía que enlaza al municipio con el norte de estado, principalmente con Cancún, Playa del Carmen y Tulum, comienza en su entronque con la carretera 186 y pasa por Bacalar y continúa hacia el norte hasta ingresar al municipio Felipe Carrillo Puerto.

La carretera Federal 293 se encuentra ubicada en el extremo norte del municipio, comunica a Othón P. Blanco con el interior del estado y con Yucatán, acortando la distancia entre las ciudades de Mérida y Chetumal, así como comunidades rurales tanto de Othón P. Blanco como de Felipe Carrillo Puerto.

Además de las carreteras federales, el municipio cuenta con una importante extensión de carreteras y caminos estatales, las principales carreteras comunican a Chetumal con

Calderitas, el sitio arqueológico Oxtankah y poblaciones de la rivera de la Bahía de Chetumal, la que desde la carretera 186 comunica con Subteniente López y la frontera con Belice, siendo la principal vía de comunicación entre los dos países.

Aeropuertos

La principal forma de comunicación aérea en el municipio es a través del Aeropuerto Internacional de Chetumal, localizado en la cabecera municipal; para servicio local, existen cuatro aeropistas en Mahahual, Xcalak, Kohunlich y Pulticub.

Puertos

Othón P. Blanco tiene una extensa franja costera en el Mar Caribe, sus costas son de baja profundidad lo que favorece la existencia de playas turísticas, sin embargo, dificulta la navegación y el establecimiento de puertos, el principal puerto del municipio es el que se encuentra en Mahahual, donde se construyó un muelle para cruceros, además se encuentra el puerto de la ciudad de Chetumal, ubicado en el interior de la bahía del mismo nombre, que es de muy baja profundidad.

Patrimonio histórico y cultural

Zonas arqueológicas

En el territorio de Othón P. Blanco, se encuentran las zonas arqueológicas Kohunlich, Dzinbanché, Kinichná, Chacchobén y Oxtankah.

Arquitectónicos

El fuerte de San Felipe Bacalar, construido en la época de la Colonia, para la protección de la zona; en la frontera con Belice, se encuentra un monumento al mestizaje, con las figuras de Gonzalo Guerrero y Zazil Ha.

En Chetumal, se encuentra el obelisco, el palacio de Gobierno que data de 1935, el monumento a la Mestiza, la fuente y monumento al Pescador, la fuente del Manatí y el Parque del Renacimiento.

Museos

Destacan el Museo de la Cultura Maya, el Museo de la Ciudad en Chetumal y en Bacalar el Museo del Fuerte San Felipe Bacalar.

Fiestas, danzas y tradiciones

Entre las fiestas populares se encuentran el Carnaval que se celebra en febrero, la Feria Internacional de la Frontera Sur, el aniversario de la fundación de la ciudad de Chetumal el 5 de mayo; y el Festival Internacional de Cultura del Caribe en noviembre.

En cuanto a festividades religiosas, se celebra especialmente el 12 de diciembre, así como la Semana Santa y los días de Fieles Difuntos y Todos Santos.

En Bacalar, se realizan en julio y agosto las fiestas de San Joaquín, patrono de la población.

Música

La tradición musical de la región está compuesta por influencia de Yucatán, con la trova y las jaranas y por otra parte con la soca, el reggae y el calipso de Belice.

Artesanías

Se elaboran tejidos de palma y cestería; madera tallada y urdido de hamacas; además del bordado a mano de huipiles.

Gastronomía

Gran influencia de la cocina yucateca y beliceña. También se elaboran tamales de xpelón, y sotobichay que es un tamal de chaya. Se acostumbran el puchero y el chocolomo. En los días santos se elabora Mucbipollo, pan de cazón y tikinxic y preparados de caracol.

Cultura

Existen mecanismos orientados a preservar, fomentar, promover y difundir el patrimonio histórico, artístico y cultural del municipio, como el Centro Cultural Municipal, diversas escuelas de danza, y espacios culturales gubernamentales e independientes.

Centros turísticos

Playas y arrecifes como el Canco Chinchorro, parte del Arrecife Mesoamericano; donde se encuentran Xcalak y Mahahual donde se practica la pesca deportiva.

También se tienen sistemas lagunares en los cuales destaca la Laguna de Bacalar y el cenote Azul; otro atractivo es la Bahía de Chetumal; el canal que divide nuestro país con Belice.

Población indígena y afrodescendiente

El artículo 2° de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos establece que⁴:

LA NACIÓN MEXICANA ES ÚNICA E INDIVISIBLE.

La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas. Son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país, al iniciarse la colonización, y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas; aquellas que formen una unidad social, son comunidades integrantes de un pueblo indígena económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

De acuerdo al Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) y con base en el artículo 2° de la Constitución Mexicana se entiende como:

“Pueblo Indígena: Es aquel que desciende de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciar la colonización, y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas o parte de ellas.”

“Comunidad indígena: Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades

⁴ Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos. Texto Vigente. Última reforma publicada DOF 10-07-2015

propias de acuerdo a sus usos y costumbres. Entendidas como parcialidades de un pueblo indígena, las comunidades tienen tal carácter porque conforman una unidad de organización asentada en un territorio en el que se ejerce una autoridad. Hay entonces, un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario.”

La identificación de pueblos y comunidades indígenas se realiza, bajo las características y definiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo y demás instrumentos jurídicos aplicables. Al respecto, la Constitución en su artículo 2do. establece que:

“La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas”.

El Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) considera Población Indígena (PI) a todas las personas que forman parte de un hogar indígena, donde el jefe del hogar, su cónyuge y/o alguno de los ascendientes (madre, padre, madrastra o padrastro, abuelo, bisabuelo, tatarabuelo, o suegro) se declaró hablante de lengua indígena, Además incluye a personas que declararon hablar alguna lengua indígena y que no forman parte de estos hogares.

Con el uso del criterio de **"hogar"**, se trasciende una concepción del desarrollo que supone sólo factores económicos como los únicos determinantes, para complementar una concepción sistémica, más integral, que comprende a la red de relaciones entre ancestros-descendientes, y permite considerar no solo a los individuos, sino a los otros niveles de complejidad en esa red de relaciones: familias, comunidades, municipios, regiones, etc.

Con este criterio, se incorpora en la población indígena, al universo de personas que aun no siendo hablantes de lengua indígena comparten modos de vida y relaciones activas en el marco de las identidades étnicas. Bajo este criterio, le fue posible a la COI la clasificación de municipios a partir de la proporción y el tamaño de la población indígena residente. El resultado de la tipología de municipios es la siguiente:

- **Municipios Indígenas (40% y más de Población Indígena (PI))**
- **Con Presencia de Población Indígena (menos de 40% de PI y más de 5,000 indígenas, o bien, municipios con presencia importante de hablantes de lengua minoritaria),**
- **Municipios con Población Indígena Dispersa (menos de 40% de PI) y**
- **Municipios sin Población Indígena.**

Como resultado de los trabajos realizados de manera conjunta con el INEGI y con base a la metodología formulada por la otrora CDI para la identificación y cuantificación de la población indígena de México, actualmente se cuenta con el Catálogo de Localidades Indígenas, el cual muestra la información con datos derivados del Censo de Población y Vivienda de 2010.

Dicho catálogo, está integrado por las localidades clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con una proporción de Población Indígena mayor o igual a 40% de su población total **(de 40% y más)**
- Localidades con una densidad de población de menos del 40% de Población Indígena y más de 150 indígenas, se consideran **Localidades de Interés**.
- Localidades con menos de 40% de Población Indígena y menos de 150 indígenas entre su población total. **(menos del 40%)**

Regiones Indígenas

La definición de los límites —al menos probables— de lo que hoy en día constituyen las regiones indígenas de México no es tarea fácil debido a la compleja e intensa dinámica que caracteriza a los propios pueblos indígenas, la diversidad de grupos etnolingüísticos y sus variantes lingüísticas, sus volúmenes de población, patrones de asentamiento, modos de vida y formas de relación —la mayoría de las veces subordinada y discriminatoria— con el resto de la sociedad nacional. Este último factor, asociado a la apropiación de sus territorios por los grupos sociales dominantes, al mestizaje y al paulatino proceso de abandono de sus lenguas y, en cierta medida, de sus identidades y culturas desde el siglo XVI, ha tenido como resultado una extensa y compleja gama de dinámicas que dificultan la definición precisa de los territorios indígenas.

En términos cuantitativos, esta complejidad se expresa en el hecho de que 60 por ciento de la población indígena, aproximadamente 6.02 millones de personas, vive en los municipios indígenas —éstos son cuando la población indígena representa más del 40 por ciento del total municipal—, mientras que el resto, es decir, cerca de 4.2 millones, habita en municipios donde su representación proporcional es minoritaria. Esta distribución poblacional responde tanto a particularidades históricas locales como a la fuerte migración a las grandes ciudades del país o la de los jornaleros agrícolas. Es importante señalar que la población indígena se encuentra presente en una cuarta parte de las localidades del país, casi en la totalidad de los municipios —sólo 30 de ellos no tienen presencia indígena— y en todas las entidades federativas.

El término región hace referencia al espacio en el que se integran aquellos elementos que pertenecen a un nivel más pequeño —municipios o localidades—, que se encuentran dentro de una entidad mayor a través de la red de relaciones diversas que se establecen entre ellas. Ésta, a su vez, se distingue, al menos hipotéticamente, de otras unidades regionales con las que puede o no mantener determinadas formas de contacto.

Cabe señalar que la integración de una región no depende sólo de la distribución, el tipo y la intensidad de las actividades productivas, en términos del peso de los fenómenos y dinámicas demográficas en su configuración, sino de la relación entre la dispersión y la concentración de los asentamientos humanos; fenómenos comúnmente asociados a aspectos económicos, culturales y sociales. En este sentido, los patrones de asentamiento de la población indígena no sólo responden a procesos económicos, sino también a otros de carácter histórico, geográfico y cultural, lo que explica la dispersión de sus localidades, cuyo análisis a través de los cortes generalmente usados para distinguir lo rural y lo urbano son a todas luces insuficientes. Baste mencionar que entre los pueblos indígenas que habitan en el Gran Nayar y en la Sierra Tarahumara, predominan patrones de asentamiento

de enorme dispersión, vinculados a sus particulares sistemas cosmológicos y de creencias, aunadas a las condiciones de carácter geográfico imperante, por lo que la mayoría de su población habita en localidades menores a 100 habitantes.

En general se reconoce la existencia de las regiones indígenas, ligado a la distribución espacial de los pueblos indígenas identificados por las lenguas y el reconocimiento generalizado de los diferentes pueblos con elementos distintivos, como son Los Altos de Chiapas, la Sierra Tarahumara, las Mixtecas, el Gran Nayar o las Huastecas, entre otras. Es por ello que la mayor parte de las propuestas de delimitación de estas regiones se hayan basado en la distribución espacial de la población indígena, y las diferencias que presentan entre sí se deben a las dificultades de aplicar el criterio de hablantes de lenguas indígenas casi de manera exclusiva para determinar el carácter indígena. En este sentido, existen acuerdos sobre la importancia de incluir, además del criterio lingüístico, otros elementos como son las formas de organización social, la pertenencia a una comunidad indígena, el origen y la historia, así como las identidades que se asumen de forma individual o colectiva.

Relaciones de carácter histórico, económico y lingüístico

Para la construcción de las regiones se consideraron aspectos de carácter histórico y cultural, expresados a través de la comprensión de “**espacios tradicionales**”, lugares que históricamente fueron ocupados por los distintos pueblos indígenas antes o después de la conquista española y donde permanecen o permanecieron, que comparten características lingüísticas y/o culturales, expresiones de culto similares, visiones cosmogónicas y relaciones de parentesco, entre otros.

Criterio de contigüidad geográfica

Una condición indispensable para la delimitación de los territorios que comprenden las regiones indígenas, es su continuidad. En este aspecto no sólo se incluyeron la vecindad marcada por los límites políticos municipales, sino también las características de tipo morfológico (tipo de relieve físico, altitud, condiciones climáticas) y las posibilidades de comunicación interregional.

Autoadscripción

Aunque se ha ensayado la aplicación de diversos criterios, el rasgo que ha permanecido constante durante casi un siglo ha sido el de la calidad de hablante de alguna lengua indígena de la persona censada, es decir, ha prevalecido el criterio lingüístico. Los censos han registrado históricamente a la población hablante de alguna lengua indígena (HLI) mayor de 5 años, aunque la serie que ofrece la mejor base de comparación es la que va de 1930 a 2000. A partir de 1990 se registra también a la población de 0 a 4 años que habita en hogares cuyo jefe(a) o cónyuge habla lengua indígena.

El censo del 2000 registró, además, a la población que, no hablando alguna lengua indígena, declaró pertenecer a algún grupo indígena. En consecuencia, el total de población indígena actual es la sumatoria de:

- **La población de 5 años y más hablante de lengua indígena (HLI)**
- **La población indígena de 0 a 4 años de edad que habita en hogares cuyo jefe o jefa de familia o su cónyuge es hablante de lengua indígena**

- **La población que se autoadscribió como indígena⁵**

A propósito del uso del término "autoadscripción", autores como Fernández, García y Ávila han señalado sus reservas por considerar que: "En sentido estricto, el censo no capta la autoadscripción de un grupo indígena, ya que existe una persona (generalmente el jefe del hogar) que declara por todos los demás" (Fernández et al., 2002: 169). Proponen, en consecuencia, que se emplee la expresión "pertenencia" a un grupo indígena.

Si bien la autoadscripción indígena de una persona o grupo es suficiente para reconocer a sus integrantes como tales, habría que agregar que la respuesta pone en juego elementos de la conciencia social del encuestado, su sentido de lealtad o no al grupo de pertenencia u origen, su valoración de las relaciones de poder, entre otros factores (Rodríguez, 12/07/2004).

El reconocimiento de la autoadscripción afroamericana o afrodescendiente forma parte de los esfuerzos conjuntos de Naciones Unidas en muchos países de Latinoamérica para el Decenio Internacional para los Afrodescendientes, que inició en 2015 y que busca revalorizar la cultura, la historia y la integración multinacional de grupos históricamente discriminados

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, en México habitan 126.01 millones de personas y el 2 % se autorreconoce como afrodescendiente es decir 2,576,213 personas que se autorreconocen como afrodescendientes o afroamericanos, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

La edad promedio de dicho sector de la población tiene 32 años, lo cual es mayor a la media nacional que es de 29 años; tienen una base de la pirámide de población más estrecha, debido a que hay personas que se autorreconocen como afrodescendientes que son inmigrantes, la inmigración normalmente ocurre en las edades mayores.

Son diez entidades las que concentran el 45.1% de la población afroamericana. Los estados donde se concentra el mayor volumen son: Guerrero, con 8.6 millones de individuos; Oaxaca, con 4.7 millones de personas; Baja California Sur, con 3.3 millones; Yucatán, con 3 millones; Quintan Roo, con 2.8 millones; Veracruz, con 2.7 millones; Campeche, con 2.1 millones; Ciudad de México, con 2 millones; San Luis Potosí, con 2 millones y Morelos con 1.9 millones.

Población indígena y afrodescendiente en el municipio.

Othón P. Blanco se encuentra ubicado en la Región Indígena Maya, una de las más extensas y pobladas, ya que abarca casi por completo la Península de Yucatán; en el caso de Quintana Roo, donde se ubica el proyecto, siete de los once municipios del estado han sido incorporados a esta Región, ya sea como Municipio Indígena o como Municipio con Presencia Indígena, siendo éste el caso de Othón P. Blanco de acuerdo al Catálogo de Localidades Indígenas de México del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.(INPI n.d.)

⁵ INEGI define la Autoadscripción Indígena como el reconocimiento que hace la población de pertenecer a una etnia, con base en sus concepciones

De acuerdo al Atlas de los Pueblos Indígenas de Mexico (INPI n.d.) en Quintana Roo se tiene presencia de **ocho pueblos indígenas: Akatecos, Chujes, Ixiles, Jakaltecos, K'iches, Kaqchikeles, Mames, Maya, Q'anjob'ales y Q'eqchis. De estos, en el municipio se pueden ubicar cuatro de ellos: Ixiles, K'iches, Mames y Q'eqchis.**

La población indígena en el municipio pertenece principalmente al pueblo Maya. (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas 2018).

De acuerdo el Censo General de Población y Vivienda 2020 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la población total indígena y afrodescendiente en el municipio es:

Tabla 118: Población indígena y afrodescendiente en el municipio

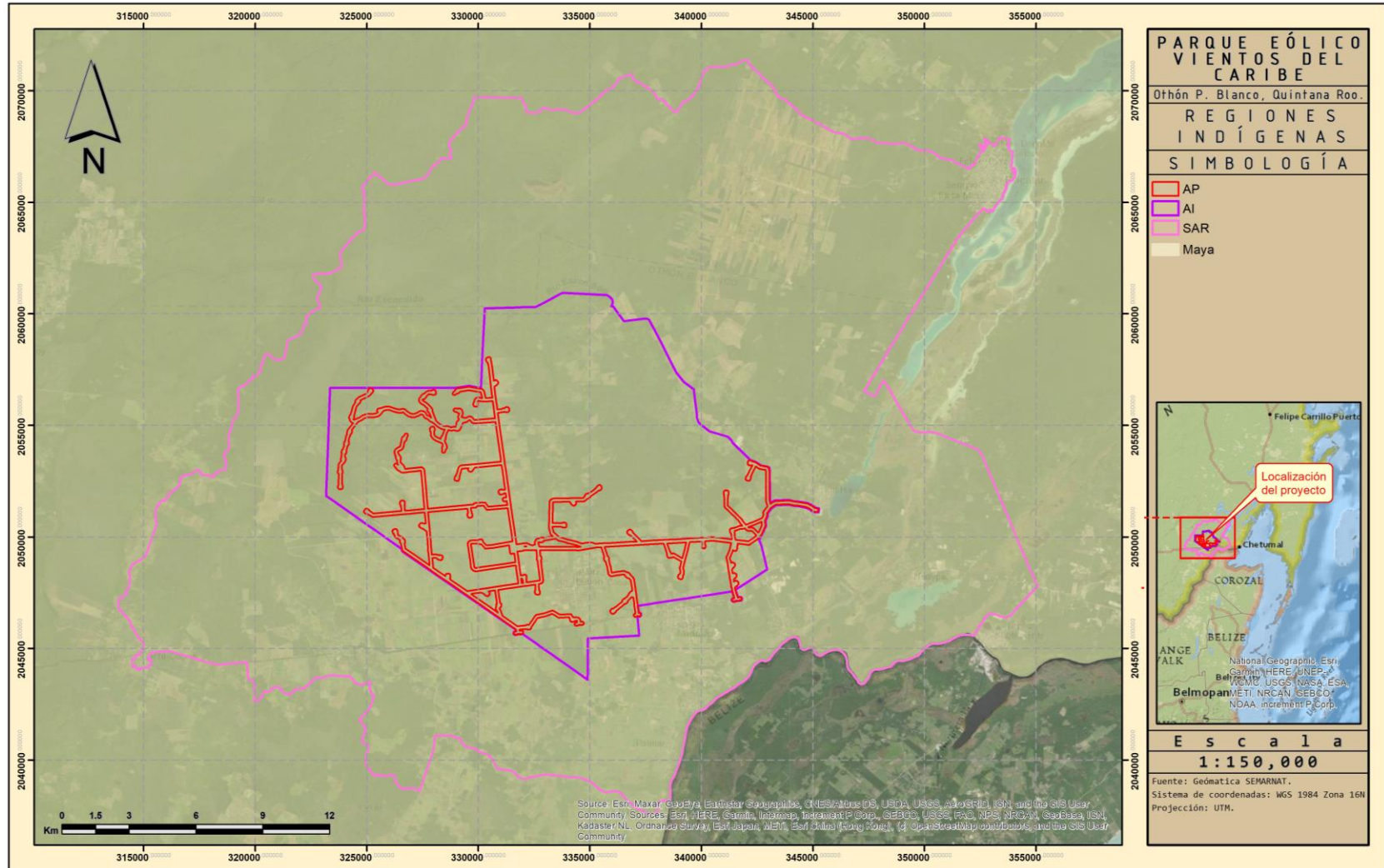
Municipio (Id Y Nombre)	Tipo De Municipio	Población Total Municipal (2020)	Población En Hogares Indígenas (2020)	Población Que Se Considera Afrodescendiente O Afrodescendiente (2020)
(004) Othón P. Blanco	2	233,648	32,127	8,634

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI).

Tipo de municipio: indígena = 1; con presencia indígena = 2; con población indígena dispersa = 3

En relación a la población que habla alguna lengua indígena, de acuerdo al Censo del 2020, se trata de 12,331 personas de 3 años y más que hablan alguna lengua indígena, de acuerdo al Censo 2010 la lengua hablada en el municipio es la Maya.

Figura 58. Ubicación de las Regiones Indígenas.



Conclusiones.

El establecimiento del parque eólico, trae como consecuencia el desarrollo económico y social de la zona; generará fuentes de empleo y derrama económica como consecuencia, principalmente en las localidades cercanas ya que se calcula un máximo de 360 trabajadores en la etapa más álgida del proyecto.

Los ejidos Sergio Butrón Casas y Juan Sarabia recibirán recursos económicos como parte del arrendamiento de sus tierras para el establecimiento del parque; recursos que serán utilizados para el beneficio de los propios habitantes de los ejidos. Las tierras del proyecto **son, en su gran mayoría, tierras de “uso común” por lo que los beneficios de la renta de las mismas recaerán en todos los ejidatarios.**

El área del proyecto se encuentra ubicada en la Región Indígena Maya.

Las localidades aledañas al proyecto se dedican principalmente a la agricultura y ganadería, actividades que no se verán afectadas por el desarrollo del proyecto.

4.3 Diagnóstico ambiental

La región donde se instalará el proyecto Parque Eólico Vientos del Caribe, presenta una notoria degradación ambiental debido a la extensa actividad agropecuaria; la tala para dar paso a zonas de cultivo y uso ganadero es sumamente evidente, viéndose reflejado en la fragmentación de la vegetación nativa. De la misma manera, la presencia de caminos rurales, carreteras y asentamientos humanos asociados a las actividades agropecuarias, ejercen un impacto negativo tanto en la flora y fauna del lugar. Otro impacto importante detectado, derivado de las actividades agrícolas es la constante quema de materia vegetal, enfocado principalmente al cultivo de caña de azúcar.

La instalación del proyecto no incrementará la degradación ambiental, ya que se utilizarán mayormente áreas de uso agrícola, únicamente efectuándose cambio de uso de suelo en zonas donde sea estrictamente necesario; compensándose este impacto con medidas que se van a implementar y se mencionan en capítulos siguientes.

Al ser un proyecto de generación de energía mediante el uso de viento (eólico), no utiliza agua para su funcionamiento, por lo cual no serán explotados acuíferos o ríos para el desarrollo y operación del parque. Si no al contrario, se llevaran a cabo medidas para mejorar la captación de agua en el sitio del proyecto y evitar una degradación de este recurso.

La flora y fauna del sitio no se verán afectadas en gran medida por el proyecto. Como se menciona en párrafos anteriores, existe fragmentación del hábitat lo cual ha disminuido la diversidad de especies de flora y fauna; sin embargo, para evitar cualquier afectación a los individuos y sus poblaciones, se implementarán programas de rescate y reubicación, con la finalidad de prevenir cualquier daño a la biodiversidad.

Otro aspecto primordial en este diagnóstico ambiental es el socioeconómico. Debido a la demanda de energía eléctrica; la preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, traerá beneficios en cuanto a la oferta de energía eléctrica, generando un impacto

positivo en la región, aunado a las fuentes de trabajo y la derrama económica que generará la realización de dicho proyecto.

Por último; de acuerdo a los ordenamientos jurídicos aplicables se concluye que: no existen disposiciones legales, federales o locales, que prohíban expresamente la instalación y operación del proyecto, en la zona en estudio, únicamente se establecen disposiciones tendientes a condicionar su ejecución para acreditar su viabilidad ambiental, durante su operación, lo que implicará un nivel de condicionamiento por parte de la autoridad competente al momento de revisar la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

5 IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 470

5.1	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES	470
5.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	471
5.2.1	INDICADORES DE IMPACTO Y CAMBIO CLIMÁTICO	471
5.2.2	GENERADORES DE CAMBIO.....	473
5.3	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	480
5.3.1	FACTORES DE CAMBIO GENERADOS POR EL HOMBRE	480
5.3.2	ELABORACIÓN DE UN CHECKLIST ESPECÍFICO.....	484
5.3.3	MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS.....	486
5.3.4	IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS	493
5.3.5	IMPACTOS NEGATIVOS.....	494
5.3.6	IMPACTOS POSITIVOS.....	494
5.4	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS	495
5.5	CONCLUSIONES	498

5 IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Con base en la legislación mexicana en materia de impacto ambiental y tomando como referencia las buenas prácticas internacionales respecto a la evaluación de impactos, se estableció un Sistema Ambiental Regional que permitiera realizar una aproximación geográfica desde lo general hasta lo específico en términos de caracterizar el estado de afectación y los procesos de cambio que se están dando en el área de estudio, para luego evaluar las alternativas y los probables impactos acumulativos, residuales e indirectos del proyecto.

El SAR es el territorio que abarca los ecosistemas con relevancia para el proyecto evaluado y definido inicialmente como potencialmente afectado por el desarrollo y operación del proyecto o que podría influir en el desarrollo y operación del mismo, con esta definición se busca identificar la interacción entre los componentes abióticos, bióticos, sociales, de infraestructura y los aspectos culturales de la zona.

Para la delimitación del SAR del Parque Eólico Vientos del Caribe se consideraron las siguientes características:

- **Dimensión, ubicación y naturaleza del proyecto**
- **Parteaguas**
- **Vías de comunicación**
- **Hidrología**

La superficie del SAR es de 85,841.653 ha y se ha delimitado al norte con caminos, al oeste por parteaguas, al suroeste con caminos y localidades, al sur con caminos y parteaguas, al sureste mediante la hidrología superficial y el límite con Belice, y finalmente, al este nuevamente con caminos y localidades. Las obras del proyecto ocuparán una superficie de 1,871.212 ha (AP), de las cuales se requieren 38.502 ha de CUS.

5.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Con base en la delimitación del SAR, las características del Proyecto y el trabajo de campo, se identificaron los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los posibles cambios acumulativos y los impactos generados por el del mismo.

La fase de identificación de impactos fue orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del Proyecto con la intención de determinar las interacciones que requerirán de una evaluación más detallada y para definir su alcance.

Así, la identificación de impactos¹ ambientales asociados al parque se basa en una combinación de diferentes métodos:

¹ La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009).

- Identificación de los indicadores de impacto.
- Identificación de los generadores de cambio.
- Elaboración de un Checklist específico²
- Matriz de evaluación cuantitativa de impactos.
- Valoración de impactos.

Una vez definido el SAR se procedió a describir la línea base, tomando como puntos de partida, la recopilación y análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico como del medio biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo. Si bien al principio del proyecto se realiza una recopilación de información que abarca el SAR, el proceso de identificación de impactos contribuyó a definir las áreas del territorio donde era necesario realizar un mayor esfuerzo para obtener datos e información más precisa.

5.2 Identificación de impactos

5.2.1 Indicadores de impacto y cambio climático

Una definición generalmente utilizada del concepto **-indicador de impacto-** establece que éste es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio (Ramos, 1987).³

Los indicadores de impacto permiten obtener información en una primera etapa acerca de los probables impactos que el proyecto pudiera generar sobre los factores ambientales del área de estudio, en el que se caracteriza y diagnostica su calidad ambiental (aire, agua, suelo, flora y fauna) y de los recursos asociados a los procesos de cambio que éste generará. Se pueden agrupar los indicadores por área temática en relación con el medio afectado por los potenciales impactos, por ejemplo: agua (consumo y contaminación), atmósfera (emisiones de GEI), residuos (producción y disposición), suelo (erosión y contaminación), vegetación (biomasa, diversidad, riqueza y deterioro) entre otros complementos de carácter socioeconómico⁴.

La selección se realizó de acuerdo con los siguientes criterios⁵:

- Establecer indicadores de forma que su comprensión sea sencilla y accesible.
- Cada indicador expresa claramente el estado y la tendencia del impacto.
- Cada indicador tendrá una relación causal entre este y el valor interpretativo que se le confiere.

² *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Guillermo Espinoza. Banco Interamericano de Desarrollo – BID Centro de Estudios para el Desarrollo – CED. 2002

³ RAMOS, A. (ed.), 1987. *Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje*. Espasa-Calpe. Madrid.

⁴ Colmex, 2001, tomado de María Perevochtchikova, 2013. *La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores de impacto*. Gestión y política pública vol.22 no.2 México.

⁵ Vicente Conesa Fdez.- Vítora, 2009. *Guía Metodológica para la evaluación del impacto Ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Dichos criterios de selección de los indicadores de impacto facilitan la presentación de un número determinado por áreas o factores ambientales, estos son agrupados en un marco lógico que ayude a su comprensión y facilite la comunicación. Esta organización depende, por lo tanto, de la función del medio de información de los indicadores más que de sus propiedades intrínsecas, y dependen de la utilidad que éstos deben presentar.

El marco temático de análisis para la organización de los indicadores de impacto es un modelo simple y considera tres tipos de indicadores para abordar la incidencia de las políticas ambientales, los sistemas de gestión ambiental y las acciones derivadas de la implantación de nuevos proyectos.

- Indicadores de presión sobre los factores ambientales, tanto de presiones directas como indirectas. Estos indicadores reflejan las acciones debidas a proyectos y actividades en construcción, funcionamiento, incluyendo las medidas correctoras.
- Indicadores de estado de los factores ambientales, el cual describe y mide de ser posible, la calidad ambiental de cada factor y de los procesos asociados.
- Indicadores de respuesta que manifiestan la consecuencia de las actividades que se han llevado o se llevarán a cabo en términos de políticas ambientales y de recursos naturales, en términos de medidas precautorias y correctoras.

Con base en la delimitación del SAR, las características del Proyecto y de trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los indicadores de cambio.

La lista de indicadores de impacto se clasificó de la siguiente manera:

Tabla 1: Indicadores de impacto

Componente ambiental o elemento receptor	Indicador	Parámetro
Flora	Afectación a especies de flora	Superficie cubierta con vegetación forestal
	Pérdida de cubierta vegetal	
Fauna	Pérdida de zonas de refugio	
	Fragmentación del hábitat	
	Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre	Número de fatalidades
	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros	
Aire	Emisiones a la atmósfera	Número de vehículos y maquinaria
	Dispersión de polvos fugitivos	
	Emisiones de ruido	
Suelo	Compactación	Superficie compactada
	Erosión	Toneladas de suelo perdido
	Riesgo de contaminación del suelo	Número de vehículos y maquinaria

Componente ambiental o elemento receptor	Indicador	Parámetro
		Volumen de residuos y clasificación
Agua	Modificación de escorrentía	Volumen de infiltración y escurrimiento
	Modificación en la capacidad de infiltración	
	Riesgo de contaminación de agua	Volumen de residuos y clasificación Número de vehículos y maquinaria
Calidad escénica y paisaje	Contaminación visual	Superficie ocupada por maquinaria
	Modificación	Superficie de ocupación del proyecto
Salud y seguridad	Atracción de fauna nociva u oportunista	Volumen de residuos y clasificación
		Número de eventualidades por presencia de fauna nociva
	Generación de residuos sólidos municipales	Volumen de residuos y clasificación
	Generación de residuos de manejo especial	
Riesgos de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto	Número de eventualidades ocurridas	
Socioeconómico	Derrama económica para el municipio	Número de empleos generados
	Generación de empleos	
	Generación de energía eléctrica	Capacidad de generación

5.2.2 Generadores de cambio

La International Association of Impact Assessment (IAIA) define **impacto**, como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). Se describen las acciones como generadores de cambio que tienen como consecuencia “**un efecto o un impacto sobre los servicios ambientales y afectan el bienestar humano**” (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este caso la acción es provocada por el generador de cambio ligado al Proyecto y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un receptor específico, entre ellos los servicios ambientales, como componentes del bienestar humano y diversidad.

A la vez, existen interrelaciones entre distintos receptores, por los cambios que experimentan los servicios ambientales pueden afectar el bienestar humano a través de los niveles de seguridad, las necesidades materiales básicas para el buen vivir, la salud y en las relaciones sociales y culturales (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Dada la complejidad de los servicios ambientales, la biodiversidad y los componentes del bienestar humano, los generadores de cambio no necesariamente producen efectos directos y específicos sobre dichos servicios. Se pueden presentar relaciones entre diversos generadores de cambio y sus impactos, e incluso entre generadores de cambio que son independientes del Proyecto, en el contexto del SAR.

Cuando más de un impacto tiene efecto sobre un servicio ambiental, se dice que se trata de efectos acumulativos si el impacto final se comporta como la suma simple de estos impactos, o sinérgicos, cuando se potencian entre sí, es decir, cuando el impacto final acumulado es mayor que la suma de los impactos individuales. En todo caso, se trata de los efectos producidos por las acciones humanas, ya sea a través de continuas adiciones o pérdidas de los mismos materiales o recursos, o debido al efecto compuesto ocasionado por la combinación de dos o más efectos (IAIA, 2003).

En el caso particular del Proyecto durante el proceso de identificación de impactos, se valoró entre otros aspectos, la posible acumulación incremental de cada impacto, así como la posibilidad de ser prevenidos, mitigados y/o compensados.

Desde un enfoque basado a partir de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, los principales generadores de cambio directo (GDC) previstos son los siguientes:

Etapas	Generador de cambio
Preparación	Desmonte y despalme
	Nivelación y compactación del terreno
	Presencia de vehículos y maquinaria
	Presencia de trabajadores
	Generación de residuos
Construcción	Instalación de obras temporales
	Instalación de obras permanentes (cimentación y zapatas)
	Presencia de vehículos y maquinaria
	Presencia de trabajadores
	Generación de residuos
Operación y mantenimiento	Mantenimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Cambio o reemplazo de equipos o componentes defectuosos • Reparación o sustitución de equipos
	Presencia de infraestructura del proyecto
	Presencia de trabajadores
	Generación de residuos

A partir de los generadores de cambio identificados anteriormente, se presentan de manera detallada el efecto o impacto que los generadores de cambio ocasionan a cada factor ambiental para cada una de las etapas del Proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento).

Tabla 2: Generadores de cambio

Componente ambiental o elemento receptor	Etapas o etapas en las que se genera el impacto	Generador de cambio	Impacto
Flora	Preparación	Desmonte	Afectación a especies de flora
			Pérdida de cubierta vegetal
Fauna	Preparación y construcción	Desmonte y despalme	Pérdida de zonas de refugio
	Preparación y construcción	Presencia de vehículos y maquinaria durante el armado de infraestructura y cimentaciones	Fragmentación del hábitat
	Operación y mantenimiento	Funcionamiento de los aerogeneradores	Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre
Aire	Preparación y construcción	Presencia de vehículos y maquinaria durante el armado de infraestructura y cimentaciones	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto
			Emisiones a la atmósfera
			Dispersión de polvos fugitivos
Suelo	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Funcionamiento de los aerogeneradores	Emisiones de ruido
		Presencia de vehículos y maquinaria durante el armado de infraestructura y cimentaciones	Compactación
	Preparación y construcción	Nivelación del terreno	

Componente ambiental o elemento receptor	Etapas o etapas en las que se genera el impacto	Generador de cambio	Impacto
	Preparación y construcción	Derrame accidental de aceites y combustibles por presencia de vehículos y maquinaria	Riesgo de contaminación del suelo
		Generación de residuos	
Suelo/salud y seguridad	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Desmonte y despilme	Generación de residuos de manejo especial
		Armado de infraestructura, y cimentaciones	
		Mantenimiento de equipos e infraestructura	
Suelo y agua	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Presencia de vehículos y maquinaria durante el armado de infraestructura y cimentaciones	Generación de residuos peligrosos
		Instalación de infraestructura	
		Mantenimiento de equipos e infraestructura	

Componente ambiental o elemento receptor	Etapas o etapas en las que se genera el impacto	Generador de cambio	Impacto
Agua	Preparación y construcción	Desmonte y despalde	Modificación de escorrentía
		Nivelación y compactación del terreno	
		Desmonte y despalde	Modificación en la capacidad de infiltración
		Nivelación y compactación del terreno	
	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Generación de aguas residuales sanitarias	Riesgo de contaminación de agua
		Generación de residuos	
		Derrame accidental de aceites y combustibles por presencia de vehículos y maquinaria	
		Presencia de trabajadores	Generación de aguas residuales sanitarias
Calidad escénica y paisaje	Preparación y construcción	Presencia de vehículos y maquinaria durante el armado de infraestructura y cimentaciones	Contaminación visual
	Operación y mantenimiento	Presencia de Infraestructura del proyecto	Modificación de la calidad escénica
Salud y seguridad	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Generación de residuos	Atracción de fauna nociva u oportunista

Componente ambiental o elemento receptor	Etapas o etapas en las que se genera el impacto	Generador de cambio	Impacto
		Presencia de trabajadores	Generación de residuos sólidos municipales
	Preparación y construcción		Riesgos de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto
Socioeconómico		Generación de empleos	Incremento en la derrama económica para el municipio
	Operación y mantenimiento	Operación del parque eólico	Generación de energía eléctrica por medios renovables
	Preparación y construcción	Construcción del proyecto	Generación de empleos directos e indirectos

5.3 Caracterización de los impactos

5.3.1 Factores de cambio generados por el hombre

Las actividades humanas transforman su entorno. Los cambios inducidos pueden ser directos o indirectos. Estos cambios podrán generar alguna perturbación o impacto en el ambiente.

Como perturbación se entiende un evento relativamente discreto en tiempo y espacio que altera la estructura de las poblaciones y comunidades, además causa cambios en la disponibilidad de recursos o en el ambiente físico.

Algunas otras definiciones que pueden ayudar a la influencia de los agentes directos de cambio son:

Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.

Contingencia Ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y entre los ecosistemas.

Daño ambiental: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales que desencadenan un desequilibrio.

Daño ambiental grave: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales y que afecta su estructura o función.

Desequilibrio ambiental grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de su entorno.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en los impactos de acciones particulares ocasionado al ambiente que resulta del incremento de los efectos por la interacción con otras que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, y la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental regional.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

5.3.1.1 Criterios

Cada uno de los criterios que se siguieron para evaluar la importancia, relevancia y magnitud de los impactos en el SAR se detallan a continuación.

- a. **Impacto potencialmente relevante específico.** Aquellos impactos que por su naturaleza son específicos de las condiciones del SAR y que requieren de medidas de mitigación o de compensación, innovadoras, complejas y no convencionales.
- b. **Impactos mitigables con medidas rutinarias de protección ambiental.** Estos son los impactos asociados de manera rutinaria a proyectos eólicos y que pueden ser mitigados o compensados por buenas prácticas implementadas de manera rutinaria, con desempeño probado nacional o internacionalmente.
- c. **Directos.** Impactos primarios o de primer orden que serían causados por el proyecto y ocurren en el mismo sitio de componentes del proyecto.
- d. **Impactos indirectos.** Impactos secundarios accionados por el proyecto que afectan al medio ambiente a través de las repercusiones provocadas a otros componentes del medio (Morris, 1995).
- e. **Impacto acumulativo.** ⁶Impactos provocados por la suma de impactos sobre los componentes del ambiente, generados por los proyectos ya pasados, existentes y futuros (Morris, 1995).

⁶Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsible en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assessment and Management (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact>.

Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsible en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assessment and

- f. **Impacto acumulativo incremental o sinérgico.** ⁷Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro del SAR, pueden potenciar o influir sobre efectos o impactos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual de los impactos.
- g. **Intensidad de la sinergia**
 - 1. **Impacto con sinergia negativa baja:** El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
 - 2. **Impacto con sinergia negativa media:** El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
 - 3. **Impacto con sinergia negativa alta:** El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.
- h. **Impacto antagonista o limitante (neutralizador).** Aquel impacto que puede atenuar, mitigar o contrarrestar otros impactos generados por el proyecto mismo o por otros procesos o agentes de cambio dentro del sistema.

Otra actividad relevante en la evaluación de impacto fue realizar estudio de casos en México, Centroamérica y la sistematización de información técnica y gráfica de proyectos eólicos, tanto en construcción como en operación para considerar ambos panoramas y facilitar más la proyección de los escenarios futuros.

Aunque no fueron considerados indicadores de impacto ni indicadores de significancia para su evaluación, se describieron los impactos según atributos consensuados de manera de mejorar su análisis y priorizar las acciones de mitigación como la relevancia de los efectos y, en parte, según la complejidad de:

5.3.1.2 Efecto del impacto

- a) **Efecto poco ocasional:** El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez.
- b) **Efecto ocasional:** El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
- c) **Efecto temporal:** El efecto se produce de forma intermitente y frecuente.
- d) **Efecto permanente:** El efecto se produce de forma continua.
- e) **Efecto altamente reversible:** La tensión puede ser revertida dadas las condiciones del sistema y de forma inmediata.
- f) **Efecto reversible a corto plazo:** Pero permanente durante 1 o 2 generaciones.
- g) **Efecto reversible a largo plazo:** Con poca o sin intervención humana.
- h) **Efecto irreversible o reversible:** Con importante efecto residual.

Managment (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact.>

⁵ *Impacto sinérgico: aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente*

5.3.1.3 Intensidad del impacto

- a. **Impacto con intensidad muy baja:** Cuando los valores de la afectación son menores a 29 % respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso en la zona de estudio son menores a 24 % del total.
- b. **Impacto con intensidad moderada:** Los valores de la afectación están entre 30-50 % del límite permisible, o si son afectadas entre 25-49 % de las existencias del recurso en la zona de estudio.
- c. **Impacto con intensidad alta:** Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 60 % respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50-74 % de las existencias del recurso en la zona de estudio.
- d. **Impacto con intensidad muy alta:** Cuando la afectación rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75 % de las existencias del recurso en la zona de estudio.

5.3.1.4 Alcance geográfico del impacto

- a. **Impacto con ámbito en entorno inmediato:** Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.
- b. **Impacto con ámbito en entorno local:** El efecto ocurre hasta 5 km más allá de los límites del predio o derecho de vía.
- c. **Impacto con ámbito en entorno regional:** El efecto se manifiesta más allá de la microcuenca en la que se propone el proyecto.
- d. **Impacto con ámbito a gran escala:** Efecto con alcance que podría sobrepasar los límites del SAR.

5.3.1.5 Mitigabilidad o compensación

- a. **Impacto mitigable con acciones rutinarias de protección socioambiental:** Para que un impacto se considere mitigable con medidas rutinarias de desempeño y eficacia probada, la medida de mitigación debe asegurar que no se generen impactos residuales de relevancia sobre los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano potencialmente afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.⁸
- b. **Impacto compensable con acciones conocidas y efectivas:** Para que un impacto residual se considere eficazmente compensable, la medida de compensación debe asegurar la mejora y ampliación de los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.
- c. **Impacto potencialmente mitigable con acciones innovadoras, complejas y eficaces:** Para que un impacto se considere potencialmente mitigable el grupo de

⁶ El proceso de diseño, implementación y supra evaluación de las medidas de mitigación, además del sistema de seguimiento y monitoreo, se desarrollan en detalle en pasos posteriores de esta Evaluación de Impacto

trabajo debe haber identificado medidas que podrían ser viables técnicamente y socialmente aceptables. En el proceso interactivo multidisciplinar, se pretendió asegurar que dichas medidas eviten que se mantengan impactos residuales o nuevos impactos indirectos “de las medidas de mitigación” que resultaran de relevancia para los receptores del cambio. Por su complejidad e innovación inherente, incertidumbres de implementación, transversalidad institucional, costos generales y eficacia de esas medidas, estos impactos socioambientales, si relevantes, fueron luego priorizados en el desarrollo de las medidas de mitigación, planes de monitoreo e indicadores de evaluación de desempeño.

Es importante señalar que, en el proceso de identificación y formulación de hipótesis de impactos, los atributos de los impactos no son mutuamente excluyentes, un mismo impacto puede describirse con atributos diversos.

Por ejemplo, un impacto indirecto puede haber sido clasificado también como acumulativo, sinérgico, antagonista, entre otros.

5.3.2 Elaboración de un Checklist específico

El fin de realizar el Checklist es el de identificar los impactos del proyecto, para después realizar el análisis de los impactos identificados por medio de la matriz de impactos. Este forma parte de la metodología en una primera fase, sin embargo, se complementa mediante la evaluación cuantitativa que ofrecen otras metodologías, como las matrices de impactos, entre otros.

Durante la elaboración del Checklist del Proyecto se evaluaron los posibles impactos que se generarán por su construcción, este consiste en una lista resumida de preguntas que evalúa la posible afectación a determinados factores ambientales y sociales.

Entre estos se encuentran:

- Uso de suelo del proyecto
- Población y vivienda
- Geología
- Agua
- Ruido
- Calidad del aire
- Transporte y vías de comunicación
- Biodiversidad
- Recursos naturales
- Riesgos
- Servicios públicos
- Disponibilidad de servicios
- Calidad escénica y paisaje
- Valor cultural
- Recreación

Cada uno de los factores pueden verse afectados por la construcción del Proyecto de acuerdo con la naturaleza del impacto, es decir, impacto potencial significativo, impacto potencial significativo mitigable, impacto no significativo y considerando de igual forma cuando no ocasiona impacto (No es impacto).

Impacto potencial significativo. - Es aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto potencial significativo mitigable. - Es aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que tiene la posibilidad, suspicacia o susceptibilidad de ser aminorado, moderado, disminuido o compensado con las medidas adecuadas para restablecer la armonía del ecosistema.

Impacto no significativo. - Es aquel impacto que no tiene relevancia; en este caso, sobre el ecosistema y que, fácilmente puede ser remediado con las medidas de mitigación adecuadas.

No es impacto. - Es aquel que no produce impactos en el ecosistema.

Figura 1: Conclusiones Generales del Checklist

Conclusión General	
<input type="checkbox"/>	No tiene impactos significativos
<input checked="" type="checkbox"/>	Tiene impactos significativos en el ambiente que se compensan de forma completa con las medidas de mitigación adecuadas
<input type="checkbox"/>	Puede tener impactos significativos en el medio ambiente difíciles de mitigar
<input type="checkbox"/>	Puede tener impactos significativos en el medio ambiente y al menos uno debe ser analizado adecuadamente, para plantear las medidas de mitigación adecuadas

De acuerdo con lo anterior, el Checklist presentado para el Proyecto, se observó que los principales impactos tienen que ver con la posible afectación especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2020) y endémicas, debido al Cambio de Uso de Suelo necesario para la construcción del parque, considerados como impactos potenciales significativos pero mitigables.

Referente a los impactos que tendrá el Proyecto ocasionados por las actividades de preparación y construcción se consideró la erosión, la modificación en los patrones de infiltración y escorrentía superficial, el incremento en los niveles de ruido, la interrupción de accesos ya existentes y los riesgos para quienes circulen por la zona, sin embargo, no se consideran un impacto significativo.

Se considera la afectación al valor escénico o paisajístico de la zona, derivado de la presencia de infraestructura que compondrá el Proyecto, lo que generará un impacto a la calidad escénica del paisaje.

Durante la etapa de preparación y construcción se generarán residuos por el manejo de sustancias o materiales peligrosos provenientes del uso de vehículos y maquinaria, los cuales podrían ocasionar contaminación del suelo; sin embargo, esta situación se puede prevenir llevando a cabo el mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria y un adecuado manejo de los residuos. Además, será necesario el uso de Equipo de Protección Personal (EPP), para prevenir y minimizar los posibles accidentes laborales.

Referente a la disponibilidad de servicios, será necesario el uso de herramientas y recursos para la correcta gestión de residuos, abastecimiento de agua, entre otros, los cuales serán provistos por la promovente, mediante empresas contratistas.

Todos estos impactos, entre otros listados en el Check list han sido identificados como no significativos.

En conclusión, el Proyecto podría causar impactos acumulativos, sin embargo, estos no son significativos, debido a que las actividades antropogénicas que se han ejercido con anterioridad en la zona, han propiciado afectaciones en el sitio del proyecto y sus alrededores, generando pérdida de zonas con vegetación natural, fragmentación de hábitats, compactación y contaminación del suelo entre otros impactos, por lo que se prevé que el Proyecto no altera de manera significativa los ecosistemas, los recursos naturales, en la salud o la continuidad de los procesos naturales que actualmente se encuentran en el área. Además de que el CUS se realizará de manera puntual en el área solicitada.

5.3.3 Matriz de evaluación cuantitativa de impactos

El análisis de las interacciones de los generadores de cambio y los factores ambientales se realizó para determinar si existe o no alguna relación causa-efecto, tanto positiva como negativa, así como la intensidad de las consecuencias de los generadores de cambio y las tendencias actuales de dichas relaciones utilizando como base el marco conceptual propuesto por el documento de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Montes, Sala 2007). Siguiendo las metodologías propuestas internacionalmente de evaluación de impactos se elaboró una matriz en la que la valoración de impactos se realizó para cada criterio de evaluación (intensidad, tendencia, tiempo, acumulación, entre otros) y para cada impacto identificado, en los que se asignó un valor de 0 a 3.

La simbología propuesta consta de cuatro direcciones de flechas que señalan la tendencia del impacto con respecto a su interacción sobre los factores ambientales y los valores clave; y una gama de cuatro colores para representar la intensidad del impacto desde negativa muy alta hasta positiva muy alta de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3: Valoración de impactos





Instructivo de interpretación				
	0	± 1	± 2	± 3
Tendencia	A la baja 	Continuo o neutro 	A la alta 	Muy Alta 
Intensidad	Color	Color	Color	Color
Tiempo	-	(0-2 años)	(3 - 10 años)	(10 - 35 años)
Acumulación	Sin Acumulación	2 Impactos acumulados	3 Impactos acumulados	4 o + Impactos acumulados
Sinergia	Sin sinergia	Baja	Media	Alta
Efecto	-	Ocasional	Temporal	Permanente
Reversibilidad	Altamente reversible	Reversible a corto plazo	Reversible a mediano plazo	Indefinido
Ámbito	-	Inmediato	Local	Regional
Mitigabilidad	-	Medidas de Mitigación Especiales	Medidas de mitigación	Buenas prácticas
Significancia	-	Baja	Media	Alta
Etapa	-	Preparación	Construcción	Operación

Figura 2: Matriz de impactos

Elemento receptor	Parámetro	Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Preparación	Construcción	Operación y Mantenimiento	Total
Flora	Superficie cubierta con vegetación forestal	Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS	El retiro de vegetación por motivo de CUS en el área solicitada, ocasionará la pérdida de la cubierta vegetal	→ 1	2	1	1	0	3	3	1	-2	2	X			12
Flora	Superficie cubierta con vegetación forestal	Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Para el desarrollo del proyecto se realizará el CUS durante la preparación, lo que puede ocasionar la afectación a especies de flora	→ 1	2	1	1	0	3	2	1	-2	2	X			11
Fauna	Superficie cubierta con vegetación forestal	Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	El cambio de uso de suelo representará una pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna que se distribuyen en el área	→ 1	2	1	1	0	2	2	2	-2	2	X	X		11
Fauna	Superficie cubierta con vegetación forestal	Fragmentación del hábitat	Derivado del CUS y la presencia de parque, se generará la fragmentación del hábitat para las especies de fauna silvestre	→ 1	1	1	1	0	3	2	2	-2	2	X	X		11

Fauna	Número de fatalidades	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto	La operación del parque eólico conlleva un riesgo de afectación a especies de aves y murciélagos por colisión con los aerogeneradores	→ 1	1	3	0	0	1	3	1	-2	3			X	11
Agua	Volumen de infiltración	Modificación en la capacidad de infiltración	Derivado del CUS, así como las actividades de preparación y construcción del terreno (nivelación, compactación), generarán la pérdida en la capacidad de infiltración del suelo	→ 1	2	1	0	0	3	2	1	-2	2	X	X		10
Suelo	Superficie compactada	Compactación del suelo	La nivelación del terreno, la circulación de vehículos y maquinaria y las actividades propias de la preparación del sitio, generarán que el suelo sea compactado	→ 0	1	3	1	0	3	2	1	-2	1	X	X	X	10
Calidad escénica y paisaje	Superficie de ocupación de infraestructura del proyecto	Modificación de la calidad escénica	La infraestructura del proyecto, al ser elementos de intrusión al paisaje generarán la modificación a la calidad escénica actual de la zona	→ 0	1	3	1	0	2	2	1	-2	2			X	10
Agua	Volumen de escurrimiento	Modificación de la escorrentía	El CUS, así como las actividades de preparación y construcción del terreno modificarán la escorrentía del terreno	→ 1	2	1	0	0	2	2	1	-2	2	X	X		9
Calidad escénica y paisaje	Superficie ocupada por maquinaria	Contaminación visual del paisaje	La preparación y construcción del proyecto, generan la contaminación visual del sitio por la presencia de vehículos y maquinaria	→ 1	1	1	1	0	2	2	1	-2	2	X	X		9

Fauna	Número de fatalidades	Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Durante la preparación y construcción del proyecto existe el riesgo de afectación de especies de fauna silvestre por la circulación constante de vehículos y maquinaria	1	1	1	0	0	2	1	1	-2	3	X	X	8	
Suelo	Toneladas de suelo perdido	Riesgo de erosión del suelo	La pérdida de la cobertura vegetal, derivada del CUS puede generar el riesgo de erosión del suelo, a falta de la protección natural que ésta le ofrece	0	1	1	0	0	2	2	1	-2	2	X	X	7	
Agua	Volumen de aguas residuales sanitarias/ número de vehículos y maquinaria	Riesgo de contaminación de agua	Durante todas las etapas del proyecto existe el riesgo de contaminación de agua por el mal manejo de residuos o el derrame accidental de aceites y combustibles de vehículos y maquinaria	1	1	3	0	0	1	2	1	-3	1	X	X	X	7
Salud y seguridad	Volumen de residuos y su clasificación	Generación de residuos sólidos municipales (RSU)	Debido a la presencia de trabajadores en el área, se generarán residuos de este tipo	1	1	3	0	0	2	1	1	-3	1	X	X	X	7
Agua	Volumen de aguas residuales sanitarias	Generación de aguas residuales sanitarias	Debido a la presencia de trabajadores se generarán aguas residuales sanitarias	1	1	3	0	0	2	1	1	-3	1	X	X	X	7
Aire	Número de vehículos y maquinaria	Emissiones a la atmósfera	Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto, se emitirán gases contaminantes producto de la combustión interna de estos vehículos	1	1	1	0	0	2	2	1	-3	1	X	X	6	

Aire	Número de vehículos y maquinaria	Emissiones de ruido	Derivado de la circulación de vehículos y maquinaria para la preparación y construcción del proyecto, se generarán emisiones de ruido	→	1	1	0	0	2	2	1	-3	1	X	X		6
Suelo/ salud y seguridad	Volumen de residuos y su clasificación	Generación de residuos de manejo especial	Derivado del CUS y las actividades correspondientes al mantenimiento del equipo e infraestructura del proyecto se generarán este tipo de residuos	→	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	X	X	X	6
Suelo y agua	Número de vehículos y maquinaria/ volumen de residuos y su clasificación	Generación de residuos peligrosos	Durante todas las etapas del proyecto se generarán este tipo de residuos, que van desde costales que contuvieron cemento, envases de pintura, restos de empaques y embalajes usados hasta suelo contaminado con algún hidrocarburo	→	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	X	X	X	6
Salud y seguridad	Número de eventualidades ocurridas	Riesgo de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto	Durante la preparación y construcción del proyecto existirá el riesgo de picaduras o mordeduras por el contacto de fauna silvestre con el personal que labore para el mismo	↘	1	1	0	0	1	1	1	-2	2	X	X		5
Suelo	Número de vehículos y maquinaria/ volumen de residuos y su clasificación	Riesgo de contaminación del suelo	La circulación de vehículos y maquinaria podría contaminar el suelo por derrame accidental de aceites y combustibles, así como por un mal manejo de los residuos	→	1	1	0	0	1	2	1	-3	1	X	X		5
Aire	Número de vehículos y maquinaria	Dispersión de polvos fugitivos	La circulación de vehículos y maquinaria levantará polvos y partículas del suelo que pudieran representar una afectación a la salud de los trabajadores y las personas que desarrollen sus actividades en las cercanías del área de proyecto	→	1	1	0	0	2	1	1	-3	1	X	X		5

Salud y seguridad	Número de eventualidades por presencia de fauna nociva/volumen de residuos y clasificación	Atracción de fauna nociva u oportunista	Debido a la presencia de trabajadores se generarán residuos urbanos y sanitarios, mismos que pueden atraer fauna nociva u oportunista	0	1	3	0	0	1	1	1	-3	1	X	X	X	5
Socioeconómico	Capacidad de generación	Generación de energía eléctrica por medios renovables	La generación de energía eléctrica por medio eólico se considera como una de las formas de generación de energía de bajo impacto y considerada como energía renovable	1	2	3	0	0	3	3	2	NA	3			X	17
Socioeconómico	Número de empleos generados	Incremento en la derrama económica para el municipio	La migración de empleados ocasionará un incremento en la derrama económica para el municipio, por el incremento en la demanda y compra de servicios	1	2	1	1	0	2	2	2	NA	3	X	X		14
Socioeconómico	Número de empleos generados	Generación de empleos directos e indirectos	El desarrollo del proyecto conlleva la generación de varios empleos, muchos de los cuales serán aprovechados por los habitantes del municipio y de localidades cercanas	0	2	1	0	0	2	2	2	NA	2	X	X		11

5.3.4 Impactos acumulativos y sinérgicos

Se evalúan los impactos acumulativos del proyecto, de acuerdo con las siguientes definiciones.

Impacto acumulativo. Impactos provocados por la suma de impactos sobre los componentes del ambiente, generados por los proyectos ya pasados, existentes y futuros (Morris et al, 1995).

Impacto acumulativo sinérgico. Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro del SAR, pueden potenciar o influir sobre efectos o impactos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual de los impactos.

1. **Impacto con sinergia negativa baja:** El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
2. **Impacto con sinergia negativa media:** El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
3. **Impacto con sinergia negativa alta:** El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.

El Proyecto generará impactos acumulativos, ninguno de ellos sinérgico, los cuales se identificaron a partir de la Matriz de evaluación (ver figura 2), y son aquellos que presentan valores diferentes a cero en el criterio de acumulación, entre ellos se encuentran:

Tabla 4: Generación de impactos acumulativos y sinérgicos

Impacto	Acumulativo	Sinergia
Impactos negativos		
Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS	✓	-
Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010	✓	-
Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	✓	-
Fragmentación del hábitat	✓	-
Compactación del suelo	✓	-
Modificación de la calidad escénica	✓	-
Contaminación visual del paisaje	✓	-
Impactos positivos		
Incremento en la derrama económica para el municipio	✓	-

5.3.5 Impactos negativos

De acuerdo con las características del desarrollo del desarrollo del Proyecto y una vez evaluados los componentes ambientales del entorno afectado y de acuerdo con la tabla de valoración de impactos (tabla 3), se identificaron 17 impactos negativos de significancia baja durante la preparación, 17 impactos durante la construcción y 8 impactos durante la operación y mantenimiento; 4 impactos de significancia media en la etapa de preparación, 2 impactos durante la construcción y uno durante la operación y mantenimiento, a 7 componentes ambientales.

Los impactos de significancia media, corresponden al Cambio de Uso de Suelo necesario para la realización del Proyecto, sin embargo, este se realizará de manera puntual en el área solicitada.

Estos impactos disminuyen significativamente durante las etapas de operación y mantenimiento, ya que durante esta fase del Proyecto sólo se llevará a cabo el mantenimiento a la infraestructura del parque.

Tabla 5: Intensidad de los impactos identificados

Significancia	Preparación del Sitio		Construcción		Operación y mantenimiento	
	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Baja	-	17	-	17	-	8
Media	2	4	2	2	1	1
Alta	-	-	-	-	-	-

5.3.6 Impactos positivos

Generación de energía eléctrica por medio del viento (energía renovable)

La generación de energía eléctrica por medio eólico se considera como un impacto positivo para el ambiente, debido a que no se utilizarán combustibles fósiles (carbón, petróleo y/o gas) para su obtención, además permitirá satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos, reforzando el sistema eléctrico nacional.

Generación de empleos directos e indirectos

Entre otros el Proyecto contribuirá a la creación de empleos directos e indirectos. Se procurará emplear la mayor cantidad posible del personal sea de poblaciones y municipios aledaños al área del proyecto a quienes se transportará diariamente al sitio del mismo.

Incremento en la derrama económica para el municipio

El personal implicado para la realización de todas y cada una de las actividades en el desarrollo del proyecto generará un incremento en la derrama económica para el municipio, al consumir productos y servicios locales para cubrir sus necesidades básicas (ej. alimentación, vivienda, hospedaje, etcétera).

Personal necesario en las etapas de preparación y construcción

Se calcula un máximo de 360 personas laborando, durante los 26 meses previstos.

Personal necesario en la etapa operación y mantenimiento

Debido a que estos proyectos son operados de manera automática casi en su totalidad, sólo será necesaria la contratación permanente de 15 personas aproximadamente durante la operación y mantenimiento incluyendo personal de control y de vigilancia.

5.4 Valoración de los impactos

Una vez identificada la intensidad y tendencia de cada impacto, se realizó un análisis cualitativo de éstos, de manera que se pudieran priorizar con base en los siguientes puntos:

- Potencial repercusión sobre servicios del ecosistema.
- Interacción con procesos de cambio previos.
- Interacción con otros generadores de cambio e impactos.
- Mitigabilidad o compensabilidad.
- Intensidad y tendencia del impacto.

La importancia de los impactos identificados, se determinó con la finalidad de priorizar y dar el peso relativo que cada uno de los impactos tienen sobre los factores ambientales considerados para el Proyecto.

Como se mencionó anteriormente para cada impacto se le asignó un valor a cada uno de los parámetros de la tabla de valoración de impactos (tabla 3). Tomando en cuenta el valor de significancia más alto es 3, lo que resulta un total de 30 puntos (tabla 5).

Tabla 6: Valor de significancia máximo

Valor de significancia máximo	
Tendencia	3
Intensidad	3
Tiempo	3
Acumulación	3
Sinergia	3
Efecto	3
Reversibilidad	3
Ámbito	3
Mitigabilidad	3
Significancia	3
Total	30

Calidad ambiental

Debido al valor de afectación a la calidad ambiental que un determinado impacto tiene sobre algún parámetro ambiental en una situación dada, o en el que se prevé el resultado de una acción o proyecto, es variable y a cada impacto le corresponde un cierto grado de efecto a la calidad ambiental. Para obtener valores de calidad comparables, se utilizó el modelo de Batelle (Cotan-Pinto Arroyo S, 2007), en el que el extremo óptimo se le asigna el 1, y al **pésimo el 0. Indica el sistema para establecer la “función de evaluación” o de “transformación” de la calidad ambiental de un parámetro, en función de su magnitud.**

Como parte de la evaluación de impactos se realizó un análisis mediante las funciones de transformación aplicando el modelo de Batelle (op.cit), adaptado de acuerdo a la matriz de evaluación de impactos realizada por Romero Luna (2013).

Para representar la significancia de cada uno de los impactos identificados en la matriz de impactos con respecto a la afectación a la calidad ambiental. El primer paso fue dividir el total del valor de significancia de cada impacto entre el valor de significancia total de los parámetros (30).

Para poder extrapolar la afectación de cada uno de los impactos al valor de la calidad ambiental y dar el peso relativo que cada uno de los impactos obtuvo, se dividió el valor de la calidad ambiental de cada impacto entre el valor total de la calidad ambiental (6.133). Lo que expresa la importancia de cada uno de los impactos, con respecto a la calidad ambiental en la que el extremo óptimo corresponde a 1, y al pésimo 0.

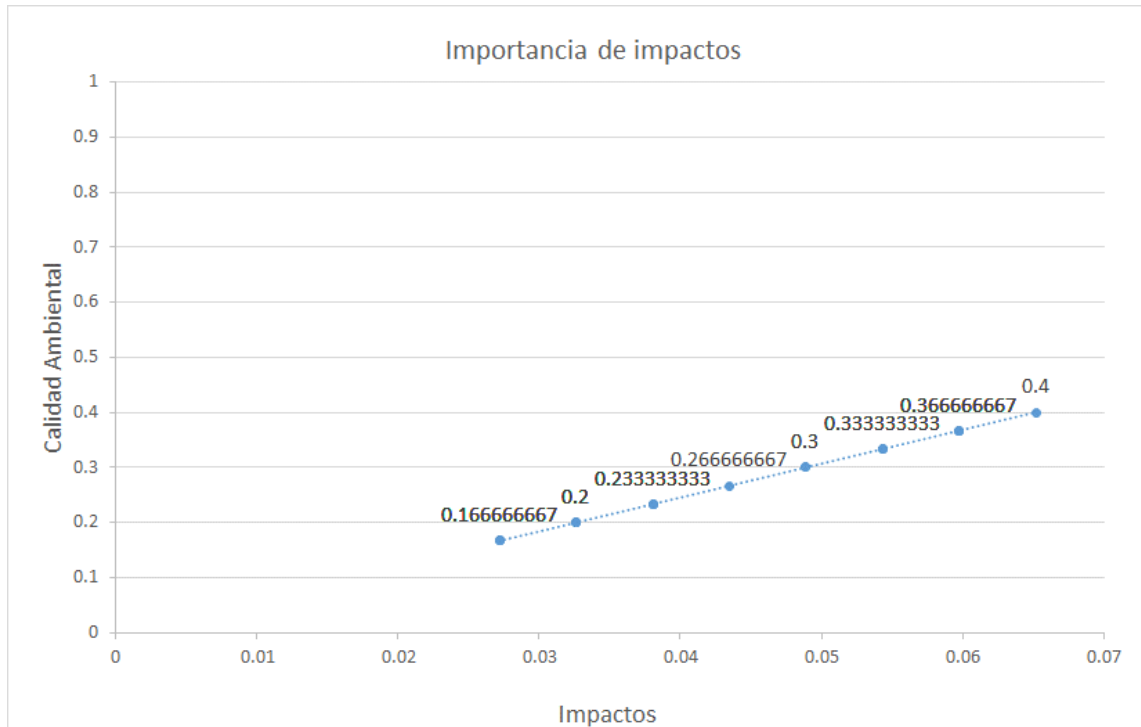
Tabla 7: Importancia relativa de impactos

Impacto	Valor de significancia total para el proyecto	Calidad Ambiental	Importancia del impacto
Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS	12	0.4	0.065
Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010	11	0.366	0.059
Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	11	0.366	0.059
Fragmentación del hábitat	11	0.366	0.059
Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto	11	0.366	0.059
Modificación en la capacidad de infiltración	10	0.333	0.054
Compactación del suelo	10	0.333	0.054

Impacto	Valor de significancia total para el proyecto	Calidad Ambiental	Importancia del impacto
Modificación de la calidad escénica	10	0.333	0.054
Modificación de la escorrentía	9	0.3	0.048
Contaminación visual del paisaje	9	0.3	0.048
Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	8	0.266	0.043
Riesgo de erosión del suelo	7	0.233	0.038
Riesgo de contaminación de agua	7	0.233	0.038
Generación de residuos sólidos municipales (RSU)	7	0.233	0.038
Generación de aguas residuales sanitarias	7	0.233	0.038
Emisiones a la atmósfera	6	0.2	0.032
Emisiones de ruido	6	0.2	0.032
Generación de residuos de manejo especial	6	0.2	0.032
Generación de residuos peligrosos	6	0.2	0.032
Riesgo de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto	5	0.166	0.027
Riesgo de contaminación del suelo	5	0.166	0.027
Dispersión de polvos fugitivos	5	0.166	0.027
Atracción de fauna nociva u oportunista	5	0.166	0.027
Total		6.133	1

Para representar la importancia de los impactos identificados, con respecto a la afectación que tendría cada uno de ellos a la calidad ambiental se extrapolaron los valores obtenidos en la siguiente gráfica.

Figura 3: Gráfica de importancia de impactos



De acuerdo con el análisis anteriormente realizado se concluye que los impactos que tendrán mayor afectación a la calidad ambiental son:

1. Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS
2. Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010
3. Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre
4. Fragmentación del hábitat
5. Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto

Por lo que las medidas de prevención, mitigación y compensación se establecen en el Capítulo 6 del presente documento, con la finalidad de minimizar o eliminar dichos impactos.

5.5 Conclusiones

Para establecer un escenario con medidas de mitigación se consideró como es que el entorno se verá afectado o beneficiado a partir de la construcción del Proyecto.

Puntualmente el proyecto no representa una afectación en su entorno ya que la superficie de afectación es mínima en relación al Sistema Ambiental Regional, sin embargo, es

necesario tomar en cuenta aquellos impactos que resulten ser acumulativos debido a las actividades que se ejercieron con anterioridad en el sitio de estudio.

Desde la preparación del sitio y construcción, así como durante el tiempo que perdure la operación, se realizarán las medidas de mitigación, prevención y buenas prácticas necesarias para mitigar los impactos generados, por lo que las medidas de mitigación propuestas evitarán que dichos impactos aumenten su significancia (ver capítulo VI).

Como resultado de la evaluación del Sistema Ambiental Regional y de los impactos acumulativos y residuales del proyecto, con base en la información directa e indirecta, así como en los métodos utilizados apoyados en información recabada en campo, se concluye que:

- **Con base en lo establecido en capítulos anteriores y la evaluación de los impactos que pudiera generar el proyecto sobre el SAR, se ha establecido que los principales impactos no tienen afectaciones fuera del área requerida para la construcción del proyecto y el área solicitada para el Cambio de Uso de Suelo.**
- **Por otro lado, el proyecto presenta impactos puntuales y locales, el diseño del proyecto se realizará bajo los principios de sustentabilidad social y ambiental.**
- **No todos los impactos son negativos, estos impactos representan una afectación al medio social y al ambiental en distintas magnitudes, se aplicarán las medidas y programas con los cuales se plantea prevenir, mitigar o compensar los impactos presentes en el área durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.**

Con respecto al Mecanismo de Desarrollo Limpio considerado en el Protocolo de Kyoto, se reconoce la generación de electricidad por medio de energías renovables y limpias como lo son los parques eólicos como una de las formas de generación eléctrica de más bajo impacto y es considerada energía renovable. El Proyecto, cumple en la totalidad de su proceso con lo establecido en el protocolo de Kyoto en referencia a la generación de electricidad a través de la energía eólica.

Aunado a lo anterior y de acuerdo al Nuevo Plan de Desarrollo, en cuanto a la Política Social mediante el Desarrollo Sostenible, el presente proyecto apoyará esta política a nivel local, estatal y nacional. Esto dado que generará fuentes de empleo, incrementará la derrama económica para el municipio, mejorará el abastecimiento eléctrico en la región mediante tecnología limpia y renovable y ayudará a diversificar las actividades productivas de la zona.

En este sentido en el escenario en el cual este proyecto no se lleve a cabo, retrasaría el impulso en el crecimiento económico en la zona, mediante la protección y conservación del ambiente, cumpliendo los objetivos planteados a nivel nacional e internacional para reducir la dependencia de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

<u>6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS</u>		
<u>AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL</u>		
<u>REGIONAL.....</u>		<u>500</u>
6.1	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	500
6.2	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O	
	CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.....	502
6.2.1	MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CONTROL Y DE MITIGACIÓN.....	509
6.2.2	MEDIDAS DE UBICACIÓN Y DE DISEÑO	528
6.2.3	DURACIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES CORRECTIVAS O DE MITIGACIÓN .	528
6.2.4	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN.....	528
6.2.5	FASE DE ABANDONO.....	528
6.3	IMPACTOS RESIDUALES	529
6.4	SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)	535
6.5	INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....	536

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

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VI del Artículo 13 del REIA, que las Manifestaciones de Impacto Ambiental modalidad Regional, deberán contener las **Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional**, por lo que en el presente, se desarrollarán las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados en el capítulo 5 de este documento, en este sentido, se propondrán las medidas correspondientes y ambientalmente viables a llevarse a cabo, para prevenir, reducir, mitigar, compensar o restaurar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del Proyecto.

Todas las acciones a realizar deben considerarse desde las etapas de planeación y diseño del Proyecto para ser aplicadas durante la preparación, construcción y operación incluyendo su mantenimiento, siendo la empresa Eólica del Rocío S.A. de C.V., la responsable de la calidad ambiental del sitio del Proyecto, al término de la obra y durante la etapa de operación y mantenimiento. Ante ello deberá vigilar la correcta instrumentación y aplicación de las medidas propuestas para mantener la calidad ambiental existente y minimizar las posibles afectaciones derivadas de la presencia del Parque Eólico Vientos del Caribe (Proyecto).

El diseño de las estrategias para la prevención y mitigación de los impactos ambientales considera aquellas acciones que han sido satisfactorias en proyectos similares tomando en cuenta el área del proyecto y su interacción con otros parques, potencializando los efectos residuales o acumulativos. De acuerdo a lo anterior, la mitigación es el diseño y ejecución de obras, actividades o medidas que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y humano. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenía con anterioridad a la perturbación causada (Espinoza, 2002).

6.1 Programa de vigilancia ambiental

La implementación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), tiene como función ser la guía a seguir por el promovente para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales derivados de la implementación del Proyecto, en cada una de las etapas de su desarrollo.

El PVA se plantea desde el inicio de la etapa de preparación del sitio y hasta concluir su operación, incluyendo la etapa de mantenimiento, aun cuando el objetivo del promovente del proyecto es ampliar indefinidamente su vida útil. Dicho programa permitirá tener un control en los impactos y prevenir impactos no identificados generados a lo largo de las etapas del proyecto.

Objetivos:

- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales que permitan monitorear el éxito de las medidas, así como los programas generados para su cumplimiento.
- Observar el desarrollo ambiental del proyecto tomando como base la normatividad ambiental vigente y aplicable al mismo.
- Revisar el cumplimiento de las medidas de mitigación descritas en la MIA-R.
- Verificar y evaluar la efectividad de las medidas propuestas.

Metas:

Disminuir el efecto de los impactos significativos del proyecto, propiciando el cuidado del ambiente, así como potencializar los efectos positivos que el desarrollo de este tipo de proyectos genera al producir emisiones bajas de carbono y utiliza los recursos naturales de manera eficiente.

Responsable

Eólica del Rocío S.A. de C.V., será el responsable de vigilar que se aplique correctamente este programa.

Alcances

El PVA, contempla todas las medidas de mitigación, compensación y prevención determinadas para cada uno de los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación de impacto ambiental dentro de la MIA-R, así como los subprogramas específicos que se contienen dichas medidas.

Método

Para la realización de los programas específicos propuestos se contará con las siguientes herramientas:

- **Hojas de reporte**

Las hojas de reporte servirán para identificar, clasificar y notificar aquellos incidentes que alteren el cumplimiento de las medidas de mitigación. Estas hojas servirán como reportes al describir los desvíos detectados, los involucrados y las medidas aplicadas para corregir el desvío.

- **Generación de indicadores**

Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación las que permitan obtener volúmenes, niveles y valores cuantificables que sustenten el cumplimiento de todo lo establecido. Estos indicadores son propios de cada rubro y podrán aparecer nuevos conforme avancen las actividades del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).

- **Reportes**

En función de las hojas de reporte, así como los indicadores y el cumplimiento de los programas específicos incluidos en este documento, se realizarán reportes anuales que

contendrán la información recabada, así como el análisis de la misma, permitiendo por medio de retroalimentación la mejora del PVA.

Se presentarán reportes anuales que deberán incluir:

- **Bitácora de obra.**
- **Memoria técnica de ejecución de las obras realizadas.**
- **Croquis de ubicación de las acciones realizadas.**
- **Superficie y cuantificación de las obras realizadas.**
- **Monitoreo de las acciones realizadas.**
- **Evaluación de la efectividad de las acciones realizadas.**

Con la información contenida en el PVA, se podrá establecer el cumplimiento de cada una de las acciones realizadas, así mismo se evaluará la efectividad de la aplicación de las medidas de mitigación.

Las medidas de conservación de los diferentes factores ambientales estarán apegadas en todo momento a los reglamentos, leyes y normas ambientales aplicables vigentes.

6.2 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.

La evaluación de impacto ambiental, es una herramienta que permite planificar la gestión ambiental de las acciones e iniciativas a las cuales se aplica. El estudio de las principales interacciones entre las acciones propuestas y el ambiente facilita la formulación de recomendaciones cuyo objetivo sea minimizar o eliminar sus impactos adversos, potenciar los benéficos y trazar directrices de manejo. (Sánchez, 2011).

Es así que se realiza el ejercicio de evaluación de los impactos relevantes, de construcción de escenarios futuros en los que el proyecto se desarrollaría, la identificación de modificaciones que sufriría el SAR, la identificación de componentes y procesos del mismo que se podrían ver modificados por dicho proyecto.

Posteriormente, es necesario identificar y evaluar la factibilidad de desarrollar un conjunto de medidas que puedan prevenir, eliminar, mitigar o compensar aquellos efectos que fueron visualizados en el ejercicio predictivo con el fin de mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

El presidente de la Sociedad Internacional de Impacto Ambiental (Sánchez, 2011) señala que se entiende como desempeño ambiental al conjunto de resultados concretos y demostrables de protección ambiental.

Este tenderá a ser más satisfactorio a medida que las acciones del proyecto se vayan planificando para asegurar la protección ambiental y el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas principales. En la actualidad, la planificación y evaluación del desempeño ambiental depende de un análisis de sustentabilidad cuyo objetivo es analizar de qué forma los proyectos pueden contribuir a la recuperación de la calidad ambiental, al desarrollo social y a la actividad económica de la comunidad o de la región bajo su influencia (Corporación Financiera Internacional, 2003; Sánchez, 2011).

El mismo autor propone que para alcanzar una contribución efectiva al desarrollo sustentable se requiere de tres condiciones básicas en la implementación del proyecto.

1. Preparación cuidadosa del Programa de Vigilancia Ambiental (conjunto de programas de medidas de mitigación, compensación, monitoreo, seguimiento y control).
2. Compromiso de las partes interesadas.
3. Adecuada implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, dentro de plazos compatibles con el cronograma y verificada a través de indicadores mensurables.

El PVA fue desarrollado con el objetivo de mantener y en la medida de lo posible mejorar la calidad ambiental en el Área del Proyecto (AP). Para ello, se identificaron impactos directos del proyecto y se clasificaron de acuerdo a su relevancia acumulativa y su posibilidad de prevención, mitigación, y compensación.

Con posterioridad se realizó un análisis de las interacciones entre éstos, los componentes valiosos del ambiente y los servicios de los ecosistemas que prestan. Con base en la identificación y análisis de impactos individuales se procedió al análisis de las interacciones entre éstos y el ambiente.

En esa misma lógica, se propusieron las bases para una gestión socioambiental de los impactos de manera de evitarlos, mitigarlos adecuadamente y minimizarlos. En orden de prioridades y efectividad se encuentra la prevención de los impactos negativos, la disminución o minimización de éstos, la potenciación de los impactos positivos, la compensación y la recuperación. Por otra parte, aquellos impactos que no sea posible evitar deberán ser manejados como no mitigables o residuales.

Se presenta una sistematización de los potenciales impactos directos, antes del desarrollo e implementación de cualquier tipo de medidas de prevención, mitigación alternativa o compensación. Estos se encuentran clasificados en dos categorías de acuerdo al tipo de mitigación que requieren: medidas innovadoras o **ad hoc** (con respecto a las condiciones del sitio del proyecto) y medidas que forman parte rutinaria de los procedimientos estándar de operación, protección ambiental y de las buenas prácticas de construcción.

La descripción incorpora las hipótesis de posibles efectos identificados por los grupos temáticos de expertos, con anterioridad a la implementación del PVA para orientar las acciones y procesos de éste. Las hipótesis presentadas no representan Impactos Residuales, ya que el objetivo en esta etapa es desarrollar el conjunto de medidas para minimizar o eliminar potenciales efectos adversos, incrementar los beneficios y trazar directrices de manejo.

La posible importancia de los impactos fue indicada con base en los receptores potenciales, antes de considerar la eficacia de las medidas de mitigación, que podrían incluso eliminar el riesgo del efecto una vez implementado correctamente el PVA.

A continuación, se presenta la clasificación de las medidas para el tratamiento de los impactos identificados:

Prevención: evitar los impactos ambientales (buenas prácticas ambientales).

- Evitar actividades que puedan resultar en impactos sobre los recursos o el ambiente donde se realizará el proyecto.
- Preservar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental.

Mitigación: disminuyen los impactos ambientales.

- Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto adverso.
- Reducir los impactos ambientales antes de la perturbación que se pueda causar con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Compensación: restauran los impactos ambientales.

- Rehabilitar o rectificar los impactos adversos a través de la reparación o mejoramiento del recurso afectado.
- Reemplazar o sustituir la pérdida de un recurso ambiental en algún sitio con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro sitio.

En la siguiente tabla se hace mención de los impactos identificados y las medidas de mitigación propuestas para cada impacto.

Tabla 1: Impactos y medidas de mitigación

Componente ambiental o elemento receptor	Impacto	Medida	Tipo de medida	Etapas de aplicación de la medida	Programa
Flora	Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS	Rescate y reubicación de flora/Reforestación	Mitigación y compensación	Preparación y construcción/operación	Programa de rescate y reubicación de flora/ Programa de reforestación
	Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010				
Fauna	Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Mitigación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
	Fragmentación del hábitat				
	Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Balizaje de algunas aspas de los aerogeneradores, colocación de luces estroboscópicas y evitar el uso de luces de luminaria de sodio.	Prevención y mitigación	Construcción	PVA
	Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto				

Componente ambiental o elemento receptor	Impacto	Medida	Tipo de medida	Etapas de aplicación de la medida	Programa
		Monitoreo de aves y murciélagos	Prevención	Previo a la preparación del proyecto	Reporte de monitoreo*
Agua	Modificación de la escorrentía	Obras de drenaje/Reforestación	Mitigación y compensación	Preparación y construcción/operación	Programa de conservación de suelo y agua/ Reforestación
	Modificación en la capacidad de infiltración				
Suelo	Riesgo de erosión del suelo				
	Compactación del suelo				
Salud y seguridad	Riesgos de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Prevención y mitigación	Preparación y construcción, operación y mantenimiento	Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
Suelo	Riesgo de contaminación del suelo	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	Prevención y mitigación a través de las buenas prácticas	Preparación y construcción	Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria
		Manejo integral de residuos		Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Programa de manejo integral de residuos
Agua	Riesgo de contaminación de agua	Mantenimiento preventivo de			Preparación y construcción

Componente ambiental o elemento receptor	Impacto	Medida	Tipo de medida	Etapas de aplicación de la medida	Programa
		vehículos y maquinaria			vehículos y maquinaria
		Manejo integral de residuos		Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Programa de manejo integral de residuos
Calidad escénica y paisaje	Contaminación visual del paisaje	Retiro de vehículos, maquinaria y obras provisionales del proyecto	Mitigación	Al finalizar la construcción	PVA
	Modificación de la calidad escénica	Rescate y reubicación de flora/Reforestación	Mitigación y compensación	Preparación y construcción/operación	Programa de rescate y reubicación de flora/ Programa de reforestación
Aire	Emisiones a la atmósfera	Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	Prevención y mitigación a través de las buenas prácticas	Preparación y construcción	Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria
	Emisiones de ruido				
	Dispersión de polvos fugitivos	Riego constante de los caminos internos y de acceso			
Salud y seguridad	Generación de residuos sólidos municipales (RSU)	Colocación de depósitos con tapa (manejo integral de residuos)		Preparación, construcción, operación y mantenimiento	Programa de manejo integral de residuos
	Atracción de fauna nociva u oportunista				

Componente ambiental o elemento receptor	Impacto	Medida	Tipo de medida	Etapas de aplicación de la medida	Programa
Suelo	Generación de residuos de manejo especial	Almacén de residuos (manejo integral de residuos)			
Suelo y agua	Generación de residuos peligrosos				
Agua	Generación de aguas residuales sanitarias	Baños portátiles (manejo integral de residuos)			

*El reporte de monitoreo se llevó a cabo previo al proyecto, con la finalidad de detectar los sitios con mayor riesgo de colisión, por lo que no forma parte de ningún programa, sin embargo, ya que este permitió seleccionar las áreas de colocación de la infraestructura del parque y las medidas de diseño, con la finalidad de evitar las zonas con mayor riesgo de colisión, se consideró como una medida preventiva.

Se prevé que, con la implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa basada en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de las buenas prácticas internacionales, propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados con los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010). Lo anterior quiere decir, que el proyecto tiene la capacidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos de prevención, mitigación y compensación.

La segunda etapa consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos de mitigación acumulativa. Finalmente, éstas fueron incorporadas de manera transversal a cada sección de la propuesta.

El grupo de trabajo consideró que cada una de las medidas debe poder ser monitoreada y alimentar indicadores integrales para asegurar el buen desempeño socioambiental del proyecto con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño ambiental y al desarrollo regional sustentable (IFC, 2011).

6.2.1 Medidas preventivas, de control y de mitigación

Estas medidas fueron formuladas con la finalidad de prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales potenciales, identificados en el capítulo 5 de la MIA-R, las cuales se muestran organizadas por factor ambiental.

Tabla 2: Identificación de medidas de mitigación por fases y factor ambiental

Factor Ambiental: Aire, suelo y agua

Etapa de preparación y construcción	
Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones a la atmósfera • Emisiones de ruido • Riesgo de contaminación del suelo y agua por derrame de aceites y combustibles 	
Descripción de la medida	Se realizará el mantenimiento constante de la maquinaria, mediante la aplicación de los programas de mantenimiento con los que cuente cada empresa contratista.
	Con esta medida se espera disminuir al máximo la cantidad de emisiones por vehículos de combustión interna y evitar que sobrepase lo establecido en la NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017 y la NOM-080-SEMARNAT-1994.
	Cada maquinaria será enviada a revisión obligatoria al cumplir seis meses de uso o al llegar a los 5,000 km, o bien si se presenta un desperfecto, también se dará mantenimiento preventivo de estos equipos consistente en cambio de aceite y filtros de aceite y diésel o gasolina, así como la afinación de los equipos cada 150 horas de trabajo.
	Se verificará que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para evitar ruido excesivo.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de mantenimientos realizados contra los planeados.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre los tipos de mantenimiento realizados, esto es el total de mantenimientos preventivos y correctivos, contra los mantenimientos esperados.
Umbral de alerta	Esta medida iniciará coincidiendo con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile haber iniciado esta etapa sin antes haber verificado la condición de todos los vehículos y maquinaria implicados.

Etapa de preparación y construcción	
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimiento que se realicen anualmente.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimiento de cada maquinaria.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse algún mal funcionamiento o desperfecto en la maquinaria, la cual genere un incremento en la cantidad de emisiones a la atmósfera, un incremento en el ruido que genere o incluso el derrame de algún hidrocarburo o líquido de motor, deberá ser remitido inmediatamente a los talleres para realizar un mantenimiento correctivo.
Clasificación	Medida de prevención y mitigación a través de las buenas prácticas.
Etapa de aplicación	Preparación y construcción.
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo fuera del área del proyecto, ya que la maquinaria que requiera mantenimiento se retirará para ser llevada a talleres autorizados.

Etapa de preparación y construcción	
Riego constante de los caminos internos y de acceso	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Dispersión de polvos fugitivos 	
Descripción de la medida	Se realizará el riego de los caminos internos y de acceso de manera constante, mediante la utilización de pipas de agua preferentemente tratada, para evitar la dispersión de polvos que se levanten con el circular de los vehículos y la maquinaria sobre el área del proyecto.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de riegos realizados contra los planeados, en un acumulado mensual.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación entre la cantidad de riegos realizados por temporada, esto es; será necesaria una mayor cantidad de riegos durante la época seca que en contraste la época de lluvias, se deberá de realizar un acumulado de los riegos realizados mes con mes.

Etapa de preparación y construcción	
Riego constante de los caminos internos y de acceso	
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación
Umbral inadmisibile	El momento inadmisibile para la aplicación de esta medida será una vez iniciado el uso de los primeros caminos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará semanalmente.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de circulación de las pipas, pudiendo también comprobarse con las órdenes de compra de los servicios.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse una dispersión importante de polvos debido a la sequedad del camino, se deberán realizar riegos de urgencia, aunque no hayan sido planteados durante la planificación mensual, estos riegos deberán mencionarse dentro de las bitácoras de las pipas.
Clasificación	Prevención a través de las buenas prácticas.
Etapa de aplicación	Preparación y construcción.
Ubicación	Esta medida se llevará a cabo a lo largo de los caminos internos y de acceso.

Todas estas medidas se han incluido en el PVA, ya sea dentro de las actividades del mismo, o como programas específicos diseñados para brindar el seguimiento particular de dichas medidas, estos componentes se mencionan a continuación:

- **Programa de Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria**

Normas Oficiales Mexicanas ambientales aplicables en el Programa: NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT-2003, NOM-044-SEMARNAT-2017, NOM-045-SEMARNAT-2017 y la NOM-080-SEMARNAT-1994.

- **Riego constante de los caminos internos y de acceso**

El riego de los caminos internos y de acceso se realizará de manera constante durante la etapa de preparación y construcción para evitar la dispersión de polvos fugitivos, estos riegos se harán con la utilización de pipas con agua preferentemente tratada, lo cual reducirá de manera importante la cantidad de agua que se utilizará (ver anexo 6).

Factor Ambiental: Suelo y agua

Etapa de preparación y construcción	
Obras de drenaje	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de la escorrentía • Modificación en la capacidad de infiltración • Riesgo de erosión del suelo • Compactación del suelo 	
Descripción de la medida	<p>Se construirán obras de drenaje transversal de 3 tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alcantarillas de tamaño pequeño o medio (30 unidades) • Vados inundables (31 unidades) • Alcantarillas singulares (2 unidades) <p>Las alcantarillas pluviales permitirán mantener el patrón superficial de drenaje y respetar las corrientes superficiales que cruzan con la infraestructura del proyecto.</p> <p>Además, en todos los tramos de los caminos por debajo de la cota natural del terreno se excavarán cunetas triangulares, las cuales captarán el agua pluvial que escurre por el terreno, encausándola a un punto adecuado, de igual forma estas obras favorecen la infiltración al suelo.</p>
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas obras.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile concluir con la etapa de construcción sin haber concluido con la edificación de estas obras.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un gran deterioro de las obras, se deberán reemplazar las secciones dañadas por nuevas.

Etapa de preparación y construcción	
Obras de drenaje	
Clasificación	Medida de mitigación.
Etapa de aplicación	Preparación y construcción.
Ubicación	Las cunetas se realizarán en todos los tramos de caminos por debajo de la cota natural y las obras de drenaje transversal en las áreas seleccionadas para dar continuidad a las cunetas, así como en los cruces de caminos con cauces (ver anexo 6).

- **Programa de conservación de suelo y agua**

Se desarrolló un Programa de conservación de suelo y agua, en el que se establece la construcción de obras de drenaje necesarias, tales como cunetas, vados y alcantarillas para mantener el patrón superficial de drenaje. La funcionalidad de estas medidas es:

- Encauzar el escurrimiento superficial hacia áreas donde no se provoquen encharcamientos.
- Mantener los caminos e instalaciones en buen estado.
- Evitar afectaciones a los cauces que cruzan el AP
- Favorecer la infiltración de agua al suelo
- Permitir ahorros en los costos de mantenimiento.

Ver anexo 6. Programa de conservación de suelo y agua.

Factor ambiental: Flora

Etapa de Preparación y construcción	
Rescate y reubicación de flora	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la cubierta vegetal por motivo del CUS • Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010 • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna silvestre • Fragmentación del hábitat 	
Descripción de la medida	Se realizará el rescate de las especies de flora que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reubicar los organismos rescatados dentro del área de reubicación, asegurando la supervivencia mínima del 80% de individuos rescatados
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la contabilización de individuos trasplantados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el análisis de la supervivencia de los individuos replantados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile observar algún individuo susceptible a rescate, sobre el área del proyecto y no aplicar el programa de rescate y reubicación correspondiente.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente durante el tiempo que dure las etapas de preparación y construcción, y posteriormente se comprobará de manera anual durante los siguientes tres años, tiempo suficiente para verificar la permanecía de los especímenes rescatados.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.

Etapa de Preparación y construcción	
Rescate y reubicación de flora	
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos rescatados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos, todas estas actividades (riegos comunes, riegos extraordinarios, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra).
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Preparación y construcción
Ubicación	El rescate de flora se realizará en el área del proyecto y se llevarán al sitio de reubicación propuesto (ver anexo 6).

- **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**

Con el objetivo de mitigar los daños causados por la construcción del proyecto y favorecer a la conservación de la riqueza biológica del área, particularmente de las especies vegetales nativas, se plantea realizar de manera previa a la construcción de este, el rescate y reubicación de aquellos ejemplares vivos que pudieran verse afectados por la construcción del proyecto.

En este sentido, este documento redacta las actividades que se llevarán a cabo para el rescate y trasplante de especies cuyos atributos fenológicos permitan su rescate y reubicación, independientemente de ser especies en riesgo o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2020).

Factor: Flora, Fauna, Suelo, Agua, Calidad Escénica y Paisaje

Etapas de operación	
Reforestación	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS • Pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna silvestre • Fragmentación del hábitat • Modificación de la escorrentía • Modificación en la capacidad de infiltración • Riesgo de erosión del suelo • Compactación del suelo • Modificación de la calidad escénica 	
Descripción de la medida	Se inducirá una reforestación en superficies destinadas a restauración en donde los factores de perturbación sean reducidos y en donde no se prevea el desplante de ninguna obra o la realización de actividades, con el fin de compensar el efecto a los factores de erosión, infiltración, y la pérdida de vegetación, etc. (ver anexo capítulo 6).
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en la superficie reforestada in situ, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida mediante el análisis de la supervivencia de los individuos plantados.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente tras finalizar la etapa de construcción.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile concluir con la etapa de construcción sin haber iniciado con los preparativos de la reforestación. Sin perjuicio de lo anterior, esta fecha es variable ya que la reforestación deberá iniciar a la par de la temporada de lluvia, para lograr su eficiencia.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra y de seguimiento de implementación del PVA.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras realizadas.

Etapa de operación	
Reforestación	
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna mortandad en los individuos debido a temporadas de secas muy prolongadas se deberán realizar riegos extraordinarios. De observarse la mortandad de más del 20% anual de los individuos reforestados, estos deberán ser reemplazados con individuos nuevos. Todas estas actividades (Riegos comunes, riegos extraordinarios, mortandad, reemplazo de individuos deberán integrarse en las bitácoras de obra y en los reportes de seguimiento del PVA). El monitoreo de estas especies deberá realizarse por cuatro años después de la reforestación inicial, hasta garantizar su exitosa implantación.
Clasificación	Medida de mitigación y compensación
Etapa de aplicación	Etapa de operación
Ubicación	Se reforestarán 24,063 individuos arbóreos en 38.502 ha en superficies destinadas a restauración (ver anexo capítulo 6).

- **Programa de Reforestación**

Con el objetivo de compensar los daños causados por la construcción del Proyecto, favorecer la riqueza biológica y favorecer la infiltración del agua al subsuelo, se planea realizar de manera coincidente con las actividades de operación del parque, es decir, una vez terminadas las obras de preparación y construcción, se procederá con las actividades correspondientes al Programa de Reforestación.

En este sentido, este documento redacta las actividades referentes a la conservación de la biodiversidad a través de un Programa de Reforestación que contemple el manejo de especies nativas que enriquezcan la composición y estructura del ecosistema presente en el sitio.

Factor Ambiental: Fauna

Etapas de preparación, construcción operación y mantenimiento	
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de afectación a las especies de fauna silvestre que se encuentren o no listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Riesgo de incidentes por contacto de fauna silvestre con el personal del proyecto 	
Descripción de la medida	Se realizará el rescate de las especies de fauna que se localice sobre el área de proyecto, brindando especial atención a aquellas que pudieran encontrarse listadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT,2020). Esta medida se aplicará solamente con la fauna que sea propensa a rescate; esto es, fauna que, por sus características, etapa de crecimiento o su biología particular, no pueda dirigirse a otra locación por medios propios, descartando a individuos, por ejemplo, ejemplares de aves adultos, para estos sólo será necesario el ahuyentarlos.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los individuos rescatados.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número acumulado de rescates realizados durante las etapas de preparación y construcción.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles observar algún individuo de fauna, sobre el área de proyecto y no aplicar el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario durante la etapa de preparación y durante la construcción, y durante la operación en caso de encontrar algún espécimen cerca de las áreas de trabajo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de rescate.
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna posterior a las etapas mencionadas se deberá aplicar de igual forma el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, la bitácora que se genere de esto deberá anexarse a un reporte extraordinario que pormenore las acciones realizadas, este reporte a su vez deberá ser incluido en el reporte de seguimiento del PVA que en su caso se entregue a la autoridad correspondiente en el periodo en el que se encuentre.
Clasificación	Medida de prevención y mitigación.
Etapas de aplicación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento.

Etapa de preparación, construcción operación y mantenimiento	
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	
Ubicación	El ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre se realizará en toda el área del proyecto y se reubicarán en tres distintos puntos del SAR (<i>ver anexo 6</i>).

- **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**

Normas Oficiales Mexicanas aplicables para el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna: NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2020).

Objetivos específicos:

- Implementar las acciones necesarias para el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna durante las etapas de preparación y construcción en el área del proyecto.
- Reubicar a los individuos que se localicen en el área; dichos individuos serán liberados en sitios que aseguren su supervivencia y desarrollo, con el fin de garantizar su viabilidad y permanencia en el SAR.
- Implementar las medidas de captura, manejo y traslado necesarias para asegurar la supervivencia de los individuos reubicados durante la aplicación de este programa.

Previo a la preparación del proyecto

Monitoreo de aves y murciélagos

Impacto que atenuará:

- Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto

Descripción de la medida	Se llevó a cabo un monitoreo anual de aves y murciélagos previo al proyecto, con la finalidad de detectar los sitios con mayor riesgo de colisión, por lo que el diseño y la selección actual de las áreas de colocación de la infraestructura del parque se realizó evitando las zonas con mayor riesgo de colisión. Con ello se prevé disminuir posibles afectaciones a las poblaciones de vertebrados voladores en la zona.
Indicador de la realización	Se obtuvo un reporte anual, en el que se incluyen los registros de las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el monitoreo (ver anexo 4).
Indicador de efecto	Se anexa el reporte del monitoreo realizado en el que se incluyen las especies de aves y murciélagos registrados, así como las especies y las zonas con mayor riesgo de colisión.
Umbral de alerta	Una vez iniciada la etapa de operación del proyecto, cuando se presente mortandad de las especies de aves.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles haber concluido la etapa de construcción y no contar con las medidas de diseño establecidas.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mediante el informe del monitoreo.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con el informe del monitoreo.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una real afectación a las poblaciones de alguna especie de ave por colisiones en las torres se procederá a idear una medida mitigatoria.
Clasificación	Medida de prevención
Etapas de aplicación	Previo a la preparación del proyecto
Ubicación	El monitoreo se realizó en toda el área del proyecto.

Etapa de construcción	
Balizaje de algunas aspas de los aerogeneradores, colocación de luces estroboscópicas y evitar el uso de luces de luminaria de sodio.	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Posible afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de aerogeneradores 	
Descripción de la medida	Se balizarán algunas aspas de los aerogeneradores, para aumentar su visibilidad, además de colocar de manera estratégica luces estroboscópicas y se evitará el uso de luminaria de sodio.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre la cantidad de aspas balizadas y luces colocadas, y la cantidad planteada.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá registrando cualquier impacto que se presente a las especies de aves y murciélagos durante la operación del proyecto.
Umbral de alerta	Cuando se presente mortandad de las especies de aves durante la operación.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles haber concluido la etapa de construcción y no contar con las medidas anteriormente señaladas.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará anualmente mediante el reporte de las obras realizadas.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obras.
Clasificación	Medida de mitigación
Etapa de aplicación	Construcción.

Esta medida se ha incluido en el PVA dentro de las actividades del mismo con la finalidad de brindar el seguimiento adecuado.

Factor Ambiental: Suelo, salud y seguridad

Etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento	
Se colocarán depósitos con tapa destinados a residuos No peligrosos (manejo integral de residuos)	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos municipales (RSU) • Atracción de fauna nociva u oportunista 	
Descripción de la medida	Se colocarán depósitos (tambos) con tapa etiquetados destinados a contener residuos sólidos urbanos.
Indicador de la realización	A través de este indicador se obtendrá mediante la relación de los depósitos instalados, y las fechas de recolección o acopio al sitio destinado por el municipio para este tipo de residuos.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el número de eventualidades que ocurran por atracción de fauna nociva u oportunista.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles observar algún manejo deficiente de este tipo de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará a diario, durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de ingreso y salida de los residuos, así como de rescate de fauna de presentarse algún incidente propiciado por estas causas (generación de residuos sólidos urbanos y/o atracción de fauna nociva u oportunista).
Medidas de urgente aplicación	De observarse ejemplares de fauna en las áreas de comida u oficinas (ya sean móviles durante las etapas de preparación y construcción o fijas durante la operación y mantenimiento), se deberá aplicar el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Las bitácoras para este caso deberán ser muy explícitas en función de la situación que propicio el evento, para con esto poder idear formas innovadoras para evitar que esta situación siga ocurriendo.
Clasificación	Medida de prevención a través de las buenas prácticas.
Etapas de aplicación	Preparación, construcción, operación y mantenimiento
Ubicación	Se colocarán los depósitos en las áreas cercanas a los centros de trabajo y se moverán conforme avancen las obras.

Factor ambiental: Agua

Etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento	
Se colocarán baños portátiles y sanitarios dentro de las instalaciones (manejo integral de residuos)	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Generación de aguas residuales sanitarias 	
Descripción de la medida	Durante la etapa de preparación y construcción, las aguas residuales serán colectadas y manejadas por la empresa que preste el servicio de baños portátiles. Durante la operación y el mantenimiento del parque se construirán sanitarios que contarán con una fosa séptica y se contratará el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación de los baños portátiles instalados en función del número de trabajadores contratados en las diferentes etapas del proyecto.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante el volumen de aguas residuales sanitarias retiradas por la empresa contratada.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles observar algún manejo deficiente de este tipo de residuo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa realice el retiro o limpieza de los sanitarios y durante todo el tiempo que exista presencia de trabajadores sobre el área de proyecto.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de retiro y limpieza de los sanitarios por parte de la empresa contratista.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo o inclusive un derrame de aguas sanitarias, se deberá realizar el rescate de la mayor cantidad de ésta y el saneamiento del área afectada.
Clasificación	Medida de prevención a través de las buenas prácticas.
Etapas de aplicación	Etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento.
Ubicación	Se colocarán los baños portátiles en las áreas cercanas a los centros de trabajo y se construirán sanitarios dentro de las instalaciones del proyecto.

Etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento	
Almacén de residuos (manejo integral de residuos)	
Impacto que atenuará:	
<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos de manejo especial • Generación de residuos peligrosos 	
Descripción de la medida	Los residuos de manejo especial y peligroso que se generen durante la preparación, construcción, operación y mantenimiento serán separados en tambos de 200 litros etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser llevados al almacén, y estos serán entregados a una empresa autorizada para dar el manejo a dichos residuos hasta su disposición final.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que se envíen e ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada que brinde su manejo.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse desde el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles haber iniciado con la etapa de preparación y no contar con el almacén de residuos.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que la empresa contratada realice la recolección pertinente de residuos de manejo especial y peligrosos.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa contratada.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen.
Clasificación	Medida de prevención y mitigación a través de las buenas prácticas
Etapa de aplicación	Etapa de preparación, construcción, operación y mantenimiento.
Ubicación	Este tipo de residuos serán enviados al almacén de residuos del proyecto.

- **Programa de Manejo Integral de Residuos**

Los objetivos principales de dicho programa son:

- Proporcionar un manejo adecuado a los residuos de manejo especial y peligrosos que se generan en el Proyecto.
- Establecer el procedimiento para instrumentar la separación de los residuos sólidos y peligrosos dentro de las instalaciones del Proyecto.
- Informar y capacitar a los trabajadores sobre el manejo que se debe de proporcionar a estos residuos.

6.2.2 Medidas de ubicación y de diseño

Se realizó un monitoreo anual en el que se determinaron los sitios con mayor riesgo de colisión, lo que permitió seleccionar las áreas de colocación de la infraestructura del parque que evitarán tener un mayor riesgo de colisión y establecer las medidas de diseño del parque. Por lo que la ubicación y el trazado del parque eólico presentado en esta Manifestación de Impacto Ambiental es el más adecuado, considerando como principal factor minimizar el daño a la vegetación y fauna existentes, así como buscar los sitios con indicios de perturbación en la vegetación, con el fin de que se retire el menor volumen de especies de flora. Además de aprovechar el potencial eólico de la zona para generar energía eléctrica a partir de la fuerza del viento de manera óptima.

6.2.3 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase del Proyecto y de acuerdo con lo estipulado en cada programa específico (ver anexo 6). Una vez identificados los impactos generados por el desarrollo de cada una de las fases del Proyecto, se enlistan las acciones que generarán impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

6.2.4 Medidas de compensación

Las medidas de compensación se definen como las acciones tomadas posteriormente a la afectación resultante del impacto ambiental identificado y que no puede ser prevenido ni puede ser directamente corregido por la implementación de dichas acciones.

En este sentido, y de acuerdo a la identificación de los impactos por las actividades del desarrollo del Proyecto, se ha determinado que los impactos residuales más significativos inherentes a este se presentará durante la etapa de preparación y construcción, derivados del CUS a pesar de las medidas establecidas, sin embargo, la superficie de CUS (38.502 ha) representa el 2.05% del área total del proyecto (1,871.212 ha) y se llevarán a cabo actividades de reforestación, con la finalidad de compensar los impactos residuales del Proyecto (**ver anexo 6**).

6.2.5 Fase de abandono

El Proyecto por su naturaleza, ha sido planificado a largo plazo (treinta años) y no contempla una fase de abandono en forma, ya que este tipo de proyectos actualizan sus equipos y procesos de acuerdo a las necesidades que se van presentando. En todo caso el desmantelamiento de las instalaciones se hará de acuerdo con los procesos normales de demolición, considerando el correcto manejo de los residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial y su disposición final de acuerdo con las leyes y normas vigentes.

6.3 Impactos residuales

Como impactos residuales para el Parque Eólico Vientos del Caribe, con base en el análisis desarrollado, se determinó que su preparación, construcción, operación y mantenimiento no representan una afectación directa para los factores ambientales presentes, debido a que este tipo de proyectos son amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

Para el cálculo del efecto residual se consideraron los impactos generados durante todas las actividades del Proyecto, desde su preparación hasta la operación, así como los impactos previstos a la realización del mismo, que si bien son ajenos al presente son considerados como acumulativos y sinérgicos al mismo. El resultado fue la sumatoria de impactos para obtener el impacto total, consecuencia de la ejecución del Proyecto, sin contemplar la introducción de las medidas correctoras y del impacto positivo total, consecuencia de los efectos causados por las acciones beneficiosas debidas a las medidas de mitigación. Se utilizó el método de Evaluación de Impacto Ambiental de Conesa (1997) adaptado a la matriz de evaluación de impactos realizada por Romero Luna (2013).

Figura 1: Matriz de impactos residuales

Impactos sin Proyecto											Impactos derivados de la preparación y operación del Parque Eólico Vientos del Caribe											Impactos Aplicando las Medidas de Mitigación											Medida compensatoria para Impactos residuales del Parque Eólico Vientos del Caribe														
Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total	Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Total	Medida	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Significancia	Total	Impacto Residual	Medida	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Ámbito	Significancia	Total	Valor Total	
En la zona del proyecto se realizan actividades agropecuarias, que han generado grandes extensiones de áreas desmontadas	↔	2	2	0	0	2	2	2	-2	2	11	Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS	↔	2	1	1	0	3	3	1	-2	2	12	Rescate y reubicación de flora	↔	2	2	1	0	2	3	1	3	14	-9	Reforestación	↔	2	2	0	0	3	2	3	13	4	
Derivado de las actividades antropogénicas que se realizan en la zona ya se ha generado el impacto a especies de flora nativa	↔	2	2	0	0	2	2	2	-2	2	11	Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010	↔	2	1	1	0	3	2	1	-2	2	11	Rescate y reubicación de flora	↔	2	2	1	0	2	3	1	3	14	-8	Reforestación	↔	2	2	0	0	3	2	3	13	5	
El Cambio de uso de suelo generado para el desarrollo de las actividades productivas en el área ha ocasionado la pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	↔	2	1	0	0	2	2	2	-2	2	9	Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre	↔	2	1	1	0	2	2	2	-2	2	11	Rescate y reubicación de flora	↔	2	2	1	0	2	3	1	3	14	-6	Reforestación	↔	2	2	0	0	3	2	3	13	7	
Aunado a lo anterior, la presencia de caminos de terracería, carreteras, líneas de transmisión y localidades urbanas	↔	1	1	0	0	2	3	2	-2	2	10	Fragmentación del hábitat	↔	1	1	1	0	3	2	2	-2	2	11	Rescate y reubicación de flora	↔	2	2	1	0	2	3	1	3	14	-7	Reforestación	↔	2	2	0	0	3	2	3	13	6	
	↔	1										Riesgo de afectación a la avifauna y quirópteros por la presencia de la infraestructura del proyecto	↔	1	3	0	0	1	3	1	-2	3	11	Balizaje de algunas aspas de los aerogeneradores, colocación de luces estroboscópicas y evitar el uso de luces de luminaria de sodio	↔	1	3	0	0	3	3	1	2	14	3												

Los impactos que permanecerán en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación son:

- **Pérdida de la cubierta vegetal por motivo de CUS**
- **Afectación a especies de flora por motivo de CUS que se encuentren listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010**
- **Pérdida de zonas de refugio para la fauna silvestre**
- **Fragmentación del hábitat**
- **Compactación del suelo**
- **Modificación de la calidad escénica**

Las actividades del Proyecto durante la etapa de preparación requieren la remoción de vegetación secundaria, generando la pérdida de cubierta vegetal en el área solicitada (38.502 ha), afectando especies de flora, así como la pérdida de zonas de refugio de las especies de fauna y ocasionando la fragmentación del hábitat (impactos de significancia media). Sin embargo, se llevarán a cabo previo al inicio de actividades de desmonte y despalme los Programas de rescate y reubicación de flora, y de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna que, de acuerdo al análisis de impactos residuales éstos se minimizan, pero no se mitigan por completo.

Finalmente, la compactación del terreno a consecuencia del movimiento de vehículos y maquinaria, y el retiro de vegetación, así como la modificación de la calidad escénica por la presencia de equipos e infraestructura son impactos que permanecerán en el área después de la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes. Estos impactos son de significancia baja, debido a que actualmente en el área del proyecto y sus cercanías existen vías de comunicación, líneas de transmisión eléctrica, zonas urbanas, entre otros impactos, que han modificado la calidad escénica y del paisaje, además de que las actividades antropogénicas han compactado el terreno con anterioridad por causas ajenas al presente proyecto.

Si embargo, se prevé que a través de la realización de las actividades de reforestación todos estos impactos serán compensados de forma completa.

6.4 Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento y control de las medidas propuestas en apartados anteriores se realizará por medio de la entrega del informe y los reportes a la autoridad descritos en el Programa de Vigilancia Ambiental.

6.5 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

De acuerdo a las medidas de mitigación, compensación y buenas prácticas propuestas, el monto de la fianza, con respecto al cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el PVA, se calculan como sigue.

Costo para la aplicación de los Programas

Programas	Costo anual
Programa de Vigilancia Ambiental	\$1,500,000
Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	\$450,000
Programa de conservación de suelo y agua	\$700,000
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	\$900,000
Programa de rescate y reubicación de flora	\$900,000
Programa de reforestación	\$1,000,000
Programa de manejo integral de residuos	\$600,000
Total	\$6'050,000

En la tabla anterior se muestran los valores anuales por las actividades de cada programa, los costos de seguimiento y elaboración de los reportes de cada programa se sumaron al del PVA.

Por lo tanto, el gasto anual aproximado es de **\$6'050,000** (seis millones cincuenta mil pesos 00/100, M. N.).

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, AVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... 537

7.1	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO	537
7.1.1	ESCENARIO 1	538
7.2	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO	540
7.2.1	ESCENARIO 2	540
7.3	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN.	542
7.3.1	ESCENARIO 3	542
7.4	PRONÓSTICO AMBIENTAL	543
7.5	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	544
7.6	CONCLUSIONES	544

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, AVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Comprometidos con el cumplimiento de las metas de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero, establecidas en la Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, el sector eléctrico del país debe transformarse para que, en el año 2024, un máximo de 65 % de la electricidad provenga de combustibles fósiles. Esta meta se ratifica en la Ley General de Cambio Climático, que estipula que el 35 % de la generación eléctrica provenga de energías limpias para ese mismo año.

Mediante el fomento de las energías renovables, México ayuda a mitigar la emisión de gases de efecto invernadero y, al mismo tiempo, contribuye a diversificar la generación de energía eléctrica, lo que conlleva una mejora en materia de seguridad energética en el país.

Es tangible el compromiso de impulsar al sector energético nacional a través de proyectos, programas y acciones, que promuevan las energías limpias y las mejores prácticas en políticas de eficiencia energética. El principal objetivo es la reducción de emisiones contaminantes y dirigir los esfuerzos hacia la sustentabilidad social, económica y ambiental, en concordancia con los compromisos ambientales globales presentes y futuros.

A continuación, se muestra una serie de síntesis, las cuales basadas en los resultados obtenidos sobre las características físicas y biológicas que actualmente presenta el área donde se pretende llevar a cabo el proyecto, se mostrarán los escenarios del cómo se modificaría el sitio al implementar el proyecto Parque Eólico Vientos del Caribe sin considerar la aplicación de medidas mitigatorias y otro donde se muestre el cómo las medidas diseñadas disminuirán los efectos de los impactos identificados.

7.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El proyecto Parque Eólico Vientos del Caribe, consiste en la preparación del sitio, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de un parque eólico que tendrá una capacidad instalada promedio de 208 MW, y una capacidad de generación de 200 MW por 52 aerogeneradores cada uno de 4 MW de potencia nominal.

El Proyecto está conformado por un área para la instalación de cimentaciones, maniobra y terraplenes para la instalación de los aerogeneradores, en dicha área se contemplan 65 posiciones, de esas, se tomarán sólo 52 para la instalación de los aerogeneradores, dejando 13 posiciones para que, en caso de que alguno de los 52 aerogeneradores presente algún contratiempo que impida su instalación, pueda utilizarse alguna de las 13 posiciones restantes.

El proyecto se ubica a aproximadamente a 14.09 km al oeste de la ciudad de Chetumal, a 7.47 km al suroeste de la laguna de Bacalar, a 1.76 km al norte de la localidad de Carlos A. Madrazo y a 1.64 km al norte de la localidad de Profesor Sergio Butrón Casas.

Algunos impactos identificados como existentes (previo al presente Proyecto) son:

- Zonas de uso agrícola y ganadero tanto en el Área del Proyecto, como en las inmediaciones de este.
- Caminos rurales dentro del AP y en sus zonas aledañas, así como la cercanía de la carretera federal México 186 en su tramo Chetumal – Villahermosa.
- Quema de materia vegetal, en específico caña de azúcar.

7.1.1 Escenario 1

En la evaluación ambiental del sitio se consideraron los rasgos físicos (edafología, climatología), biológicos (flora, fauna y especies protegidas), así como la cercanía con las áreas naturales protegidas, regiones prioritarias para la conservación y ordenamientos ecológicos.

El proyecto no se localiza dentro de ninguna ANP federal o estatal, siendo la más cercana de carácter estatal la denominada Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal, ubicada a 17 km dirección sureste, a partir del límite sureste del AP y la de carácter federal denominada Calakmul, ubicada a 58 km dirección oeste del AP.

El Proyecto no se localiza dentro de ningún AICA o sitio Ramsar, la más cerca es el AICA denominada Corredor Calakmul – SIAN KA'AN, localizada a 8 km al norte del AP; así mismo, una pequeña sección del AP toca la RHP 110 Río Hondo, así como secciones de Sitios Prioritarios de Aguas Epicontinentales, por lo que se tomarán las medidas necesarias para que el proyecto no influya o afecte de ninguna manera a estas zonas. Por otro lado, la totalidad de la superficie del AP, recae en las RTP 148 Río Hondo y 149 Zonas Forestales de Quintana Roo, por lo que se tomarán las medidas necesarias para que el proyecto no influya o afecte de ninguna manera a estas zonas.

El Proyecto no se ubica sobre ningún Sitio Prioritario Terrestre, ni en ninguna UMA o área voluntariamente sujeta a la conservación, siendo la más cercana el ejido Caoba de tenencia propia, ubicado a 31 km dirección suroeste.

En el terreno donde se pretende llevar a cabo el proyecto, hay secciones donde se realizaron actividades agropecuarias extensivas, lo cual se comprueba por la presencia áreas de cultivo, mismas que a la fecha algunas ya no son explotadas. El estado de conservación de la vegetación en los manchones existentes dentro del AP es en recuperación en unas secciones y en otras esta impactada.

Actualmente tanto el AP como el SAR, se encuentran impactados, se pueden observar aledañas al AP, actividades agropecuarias. El paisaje se encuentra sesgado por la presencia de la carretera México 186 Chetumal-Villahermosa, así mismo dentro del SAR se ubican diversas localidades cuyas actividades económicas se centran en la agricultura.

Erosión hídrica actual

Para el área de CUS, sustituyendo los valores tenemos:

Vertisol de textura fina

$$Ea = (9,755.718) (0.026) (0.589) (0.450)$$

$$Ea = 67.262 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo alta y que, considerando la superficie del área de CUS cubierta por este tipo de suelo (1.414 ha), equivale a un total de 95.109 ton/año.

Leptosol de textura fina

$$Ea = (9,755.718) (0.007) (0.589) (0.450)$$

$$Ea = 18.109 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del área de CUS cubierta por este tipo de suelo (37.088 ha), equivale a un total de 671.630 ton/año.

Sumando ambos resultados, se obtiene una erosión hídrica total actual de 766.739 t/año para la totalidad del área de CUS (38.502 ha).

Erosión eólica actual

Actualmente, no existe erosión eólica dentro del área de CUS. Esto se debe a que la superficie del terreno cuenta con una cobertura de vegetación conformada por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia; esta cobertura funciona como una barrera física que brinda protección al suelo, evitando su desprendimiento por acción del viento.

Hidrología

Infiltración y escurrimiento actual

Para calcular la cantidad de agua que capta el área donde se llevará a cabo el CUS, se utilizaron las fórmulas de evapotranspiración de Turc y de escurrimiento presente en la NOM-011-CONAGUA-2015, mediante las cuales se calculó el balance hídrico dentro de dicha superficie (38.502 ha).

Los resultados fueron los siguientes:

Balance Hídrico Actual CUS	
	Totales m³/año
Captación bruta	426,602.160
ETR	98,412.855
Captación neta	328,189.305
Infiltración	314,759.869
Esorrentía	13,429.436

La capacidad de infiltración actual en el área de CUS es de 314,759.869 m³/año y un escurrimiento de 13,429.436 m³/año.

7.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

7.2.1 Escenario 2

Erosión hídrica potencial

Cambio de erosión hídrica una vez realizado el CUS (erosión potencial)

Sustituyendo los valores para el área de CUS, tenemos:

Vertisol de textura fina

$$Ep = (9,755.718) (0.026) (0.589)$$

$$Ep = 149.472 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo alta y que, considerando la superficie del área de CUS cubierta por este tipo de suelo (1.414 ha), equivale a un total de 211.353 ton/año.

Leptosol de textura fina

$$Ep = (9,755.718) (0.007) (0.589)$$

$$Ep = 40.242 \text{ t/ha/año}$$

Este resultado se interpreta como una pérdida de suelo moderada y que, considerando la superficie del área de CUS cubierta por este tipo de suelo (37.088 ha), equivale a un total de 1,492.510 ton/año.

Sumando ambos resultados, se obtiene una erosión hídrica total potencial de 1,703.864 t/año para la totalidad del área de CUS (38.502 ha).

Erosión eólica potencial

El cálculo para la erosión eólica potencial no refleja una pérdida de suelo suficiente para ser cuantificada, siendo esta nula. Lo anterior es debido al tipo de vegetación circundante, donde la cubierta vegetal es basta, con árboles que alcanzan grandes tallas, y que actúan como barreras rompevientos, así también debido al tipo de suelo, a la pendiente plana del terreno, a la baja velocidad del viento y a la precipitación.

Con base en lo anterior, el incremento en la pérdida de suelo debido al CUS será de: 937.125 t/año.

Hidrología

Infiltración y escurrimiento potencial

Una vez realizado el CUS, se espera la disminución en la capacidad de infiltración, y en consecuencia el aumento en el escurrimiento.

Balance Hídrico Potencial CUS	
	Totales m³/año
Captación bruta	426,602.160
ETR	98,412.855
Captación neta	328,189.305
Infiltración	249,321.942
Escorrentía	78,867.363

De acuerdo a lo anterior, el volumen de infiltración disminuirá de 314,759.869 m³/año hasta los 249,321.942 m³/año; lo que resulta en una modificación de 65,437.927 m³/año, es importante señalar que este decremento en la infiltración también representa un aumento en el escurrimiento y por tal motivo, se ve relacionado con el incremento en la erosión hídrica. Esta modificación de infiltración se presenta en la siguiente tabla:

Infiltración actual CUS	Infiltración potencial CUS	Decremento en la infiltración
314,759.869 m ³ /año	249,321.942 m ³ /año	65,437.927 m³/año

Biodiversidad

Una vez llevado a cabo el desmonte y despalme del terreno e iniciadas las actividades inherentes a la construcción del Proyecto y sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, estas actividades pudieran derivar en un impacto negativo hacia los individuos de flora y fauna que circunstancialmente estuvieran presentes en el AP al llevarse a cabo estas actividades, acción que puede afectar la estabilidad de las poblaciones dentro del SAR.

Generación de residuos

Durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se generarán residuos sólidos (no peligrosos, de manejo especial, peligrosos) y aguas sanitarias.

Se calcula que se producirán 35.3 toneladas de basura municipal (0.63 kg/individuo/día) y de residuos reciclables, durante los 26 meses que duran las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento la producción de residuos sólidos será de 0.90 t al año, debido a que la presencia de personal en el proyecto se reduce.

Se generarán alrededor de 231,009.582 m³ de residuos de manejo especial, provenientes de los restos de los materiales de las excavaciones; cabe resaltar que este material será almacenado para su posterior utilización en las zonas de construcción (cimentaciones, relleno de zanjas, etc.).

Se producirán 3.54 t de residuos peligrosos, provenientes principalmente de envases de aceites, solventes, trapos impregnados con hidrocarburos etc.

7.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

7.3.1 Escenario 3

Suelo y agua

Las modificaciones que van a presentar los componentes suelo y agua, debido a las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se verán totalmente compensadas mediante la aplicación de medidas de compensación que se propusieron en el capítulo 6 de este documento.

Se propuso una reforestación 1:1, es decir, el área en hectáreas que se verá afectada por el cambio de uso de suelo, será la misma que se reforestará en un área aún no definida, compensando de esta manera el 100% de la pérdida de suelo y de infiltración por las actividades del proyecto; así como compensar la pérdida de materia vegetal que será retirada por el cambio de uso de suelo (ver Programa de Reforestación, anexo capítulo 6).

Además de que se implementarán obras de conservación de suelo y agua, como la construcción de alcantarillas y vados de drenaje, las cuales permitirán mantener el patrón superficial de drenaje y respetar las corrientes superficiales que cruzan con la infraestructura del proyecto.

Así mismo, en todos los tramos de los caminos por debajo de la cota natural del terreno se excavarán cunetas triangulares, las cuales captarán el agua pluvial que escurre por el terreno, encausándola a un punto adecuado, de igual forma estas obras favorecen la infiltración al suelo (ver Programa de Conservación de Suelo y Agua, anexo capítulo 6).

Biodiversidad

Para evitar cualquier daño o mortandad de individuos de flora y fauna, debido a las actividades de preparación, construcción y operación del Proyecto, se implementará un Programa de rescate y reubicación de flora y un Programa de ahuyentamiento, manejo,

rescate y reubicación de fauna, integrados en este documento en los anexos del capítulo 6.

Recolección de residuos

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la SEMARNAT y la SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años. Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

- **Verificar que los residuos peligrosos de que se trate estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados**
- **Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes**
- **Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de Residuos Peligrosos**
- **Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de Residuos Peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden**

7.4 Pronóstico ambiental

Una vez realizada la revisión de los escenarios con y sin proyecto, así como los capítulos precedentes de este documento, se espera que no exista un cambio substancial de las condiciones ambientales con el Proyecto, si no un escenario en el cual las medidas de prevención, mitigación y compensación mitiguen y compensen los impactos ambientales identificados, así también trayendo un beneficio tanto económico como ambiental a distintos niveles desde el local hasta el global, al disminuir la cantidad de CO₂, que se generará por la producción de la misma cantidad de energía eléctrica que se produciría por otro tipo de tecnología convencional como es el caso de la termoeléctrica; lo anterior partiendo del hecho de que el tipo de tecnología a utilizar no realiza emisiones a la atmósfera, ni requiere de la utilización de recursos naturales no renovables ni de alta importancia para la zona.

Por otra parte, la construcción y puesta en marcha del Proyecto representa grandes beneficios a diferentes niveles sociales, tanto a nivel local, como regional e incluso nacional, al representar un paso más en la carrera a favor de revertir los efectos del cambio climático.

A niveles más básicos, el Proyecto representa un beneficio a la economía local ofreciendo plazas laborales durante las etapas de preparación y construcción, así como la derrama económica que traerá como consecuencia a las localidades cercanas.

La construcción de un proyecto eólico, no derivará en la disminución de la calidad en el ecosistema; esta aseveración se puede justificar con base en la calidad ambiental actual

que presenta el sitio, el cual, se ha venido degradando por la continua presencia de las actividades antropogénicas; además de que el Proyecto implica la ejecución de obras de conservación, mitigación y compensación, que mejorarán la calidad ambiental actual, incluso una vez terminadas las obras.

Desde el punto de vista ambiental, los impactos que generará el Proyecto serán principalmente durante las etapas de preparación y construcción los cuales serán de manera puntual, no obstante, se han diseñado las medidas de mitigación y compensación necesarias para atenuar estos efectos a fin de volver el Proyecto ambientalmente viable.

7.5 Evaluación de alternativas

El sitio elegido para el desarrollo del Proyecto se seleccionó conforme a los criterios legales, ambientales y sociales necesarios. Se localiza en terrenos con las dimensiones necesarias para desarrollarlo.

Al realizar el análisis para la selección del sitio para instalar el Parque Eólico Vientos del Caribe, se determinó que los terrenos son adecuados por los siguientes factores:

- **No se encuentra dentro de un Área Natural Protegida.**
- **Presenta condiciones de disturbio ambiental por las actividades productivas de la región.**
- **No contiene infraestructura ni instalaciones que requieran retirarse.**
- **No está habitada**
- **El predio cuenta con las dimensiones necesarias para el desarrollo del Proyecto.**

No se cuenta con ningún sitio alternativo ya que el predio seleccionado cubre las características ambientales y técnicas necesarias para su desarrollo.

7.6 Conclusiones

La principal ventaja ambiental de la producción de energía eólica es la prácticamente nula emisión de GEI y otros contaminantes, así como el ahorro en la utilización de agua ya que el consumo de agua que se lleva a cabo durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto es mínimo y el agua utilizada es agua cruda o tratada, no se generan aguas residuales por lo que no es necesario implementar mecanismos para su tratamiento.

El desarrollo de este Proyecto ocasionará beneficios económicos a nivel local, por tema de contratación de personal, y la derrama económica que traerá tanto a las comunidades cercanas por concepto de compra de productos y servicios, como al municipio y al estado por concepto de pago de permisos e impuestos.

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio se tiene contemplado que existirán un máximo de 360 personas laborando. Durante la etapa de operación y mantenimiento serán 15 personas.

El Proyecto no representa una afectación mayor o significativa en el área debido a la localización que se propone. Todas las actividades del Proyecto se realizarán en apego al cumplimiento de las normas, códigos, legislación y recomendaciones en materia de

protección ambiental y equilibrio ecológico. De acuerdo al análisis realizado sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el Proyecto, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia, se concluye que: la construcción del Proyecto conlleva únicamente el condicionamiento jurídico y técnico a través de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, hasta en tanto se cumplan con cabalidad las condiciones jurídicas para la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para su construcción y operación.

Como resultado de la evaluación del SAR se concluye que:

- **Lo principales impactos del Proyecto serán mitigados, de manera de que se mantenga la integridad funcional del SAR.**
- **Los impactos de significancia baja que se generen durante la etapa de preparación y construcción, serán mitigados mediante la utilización de las medidas planteadas en el capítulo 6 del presente estudio y con la implementación de buenas prácticas ambientales, las cuales garantizarán el buen desempeño ambiental del Proyecto.**
- **Estos impactos son únicamente durante la preparación y la construcción del Proyecto, ya que, en la etapa de operación, no estarán presentes; debido a la naturaleza del Proyecto. El cual no requiere de ningún tipo de combustible, por lo que, no habrá emisiones a la atmósfera.**
- **Se estima que el Proyecto podrá generar empleos directos e indirectos, en la etapa de preparación y construcción, los cuales beneficiarán a las poblaciones aledañas al Área de Proyecto y una derrama económica por servicios: como son hospedaje y comida (entre otros), por parte del personal que labore en el mismo.**

Considerando el análisis realizado del escenario ambiental con el Proyecto y de acuerdo con los pronósticos realizados, la condición esperada para la mayoría de los componentes del SAR no presenta diferencias a lo que se esperaría en un futuro sin la presencia del Parque Eólico Vientos del Caribe.

El Proyecto no representa una afectación significativa ya que, por ser un proyecto local, no modificará la estructura o funcionamiento del SAR.

El resultado de la evaluación indica que la mayoría de los impactos identificados para las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto son de significancia media y baja.

El Proyecto cumple con la legislación que rige los niveles federal, estatal y municipal. Es compatible con lo establecido por los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial aplicables; el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel federal, así como con las Normas Oficiales Mexicanas y los Reglamentos de las Leyes aplicables. Adicionalmente no representa un efecto negativo para áreas de importancia ecológica.

Por lo tanto, la preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, puede llevarse a cabo de manera segura al haber sido incorporadas las estrategias, tecnologías y

medidas de control y mitigación particulares a cada impacto identificado. Con base en los estudios y análisis realizados para el medio físico y biótico del área, se puede afirmar que: el Proyecto no representa una afectación directa para el SAR, el cual ha sido modificado previamente por actividades humanas.

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 547

8.1	PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN	547
8.1.1	CARTOGRAFÍA.	547
8.1.2	FOTOGRAFÍAS	547
8.1.3	MEMORIAS	547
8.2	OTROS ANEXOS	547
8.3	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	550
8.3.1	ACRÓNIMOS	555
8.4	BIBLIOGRAFÍA.	558

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1 Presentación de la información

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, se elaboró con base en lo estipulado en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional, publicada en diciembre de 2019.

8.1.1 Cartografía.

La cartografía se encuentra anexa de forma impresa en tamaño 11X17, en el capítulo 4. Las coordenadas y archivos .shp, se encuentran anexas en formato digital.

8.1.2 Fotografías

El archivo fotográfico se encuentra en el anexo 4.

8.1.3 Memorias

Las memorias del presente documento, se encuentran dentro del anexo 4.

8.2 Otros anexos

Anexo Capítulo 1. Documentación Legal

- 1.1 Acta Constitutiva y Poder Legal
- 1.2 Identificación del Representante Legal
- 1.3 RFC Representante legal
- 1.5 INE Dr. Rafael Romero Luna
- 1.6 Cédula profesional Dr. Rafael Romero Luna
- 1.7 RFC Mareterra Consultores
- 1.8 RFC Rafael Romero Luna

Anexo Capítulo 2. Proyecto y coordenadas

- 2.1 Localización
- 2.2 Cronograma
- 2.3 Área del Proyecto (AP)
- 2.4 Actividades colindantes
- 2.5 Implantación
- 2.6 Localidades cercanas
- 2.7 Obras permanentes
- 2.8 Obras temporales
- 2.9 Vías de acceso
- 2.10 Superficies

- 2.11 Coordinadas (archivo electrónico)
 - 2.11.1 Archivos **CVS**
 - **2.11.2 Archivos xls**
 - 2.11.3 Imágenes SIGEIA
 - 2.11.4 Shapes
- 2.12 Planos de detalle

Anexo Capítulo 3. Áreas de importancia

- 3.1 OEL Municipio Othón P. Blanco
- 3.2 OEM del Golfo de México
- 3.3 Áreas Naturales Protegidas (ANPs)
- 3.4 Región Hidrológica Prioritaria (RHP)
- 3.5 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
- 3.6 Sitios RAMSAR
- 3.7 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)
- 3.8 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMAs)

Anexo Capítulo 4. Mapas, fotografías, flora y fauna

- 4.1 Sistema Ambiental Regional (SAR)
- 4.2 Área de Influencia del proyecto (AIP)
- 4.3 Área del Proyecto (AP)
- 4.4 Medio Físico
 - 4.4.1 Unidades Climáticas
 - 4.4.2 Temperatura
 - 4.4.3 Precipitación
 - 4.4.4 Geología
 - 4.4.5 Provincias Fisiográficas
 - 4.4.6 Subprovincias Fisiográficas
 - 4.4.7 Sistema de topoformas
 - 4.4.8 Modelo Digital de Elevación (MDE)
 - 4.4.9 Edafología
 - 4.4.10 **Cuencas hidrológicas**
 - 4.4.11 Subcuencas hidrológicas
 - 4.4.12 Red hidrográfica
 - 4.4.13 Acuíferos
 - 4.4.14 Uso del Suelo y Vegetación
 - 4.4.15 Degradación del Suelo
 - 4.4.16 Estudio de suelo
- 4.5 Riesgos
 - 4.5.1 Bajas Temperaturas
 - 4.5.2 Ciclones
 - 4.5.3 Granizadas
 - 4.5.4 Sequía
 - 4.5.5 Inundaciones

- 4.5.6 Regionalización Sísmica
- 4.5.7 Deslizamientos de laderas
- 4.5.8 Volcanes activos
- 4.6 Vegetación y flora
 - 4.6.1 Tamaño de muestra (archivo electrónico)
 - 4.6.2 Muestra SAR
 - 4.6.3 Muestra SAR (archivo electrónico)
 - 4.6.4 Muestra AP
 - 4.6.5 Muestra AP (archivo electrónico)
 - 4.6.6 Uso de suelo y vegetación
 - 4.6.7 CAE
 - 4.6.8 Parámetros cuantitativos SAR (archivo electrónico)
 - 4.6.9 Parámetros cuantitativos AP (archivo electrónico)
 - 4.6.10 Ensamble vegetación.dat (archivo electrónico)
 - 4.6.11 Ensamble (archivo electrónico)
- 4.7 Fauna
 - 4.7.1 Muestreo AP
 - 4.7.2 Muestreo SAR
 - 4.7.3 Cámaras trampa
 - 4.7.4 Estimación tamaño de muestra (**archivo electrónico**)
 - 4.7.5 Coordenadas (**archivo electrónico**)
 - 4.7.6 Lista de especies (**archivo electrónico**)
 - 4.7.7 Índices de Shanon y Simpson (**archivo electrónico**)
 - 4.7.8 Estudio de colisión
 - 4.7.9 Monitoreo de quirópteros
 - 4.7.10 **Anexo fotográfico**
- **4.8 Anexo fotográfico**

Anexo Capítulo 5.- Impactos

- 5.1 Check list
- 5.2 Matriz de Impactos
- 5.3 Matriz de Impactos Residuales

Anexo Capítulo 6.- Programas

- 6.1 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)
- 6.2 Programa de Rescate y reubicación de flora
- 6.3 Programa de Reubicación y rescate de fauna
 - 6.3.1 Reubicación y Mantenimiento Preventivo de Vehículos y Maquinaria
- 6.4 Programa de reforestación
- 6.5 Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria
- 6.6 Programa de Manejo Integral de Residuos
- 6.7 Programa de conservación de suelo y agua
- 6.8 Programa de cierre y abandono
- **6.9 Cronogramas de los programas (archivo electrónico)**

8.3 Glosario de Términos.

Para efectos de esta Manifestación de Impacto Ambiental, los términos empleados en el documento tendrán los significados que a continuación se les asigna.

Abiótico: Caracterizado por la ausencia de vida. Lugar o proceso sin seres vivos.

Aclimatación: Facultad del organismo humano de adaptarse a las variaciones de los distintos componentes del ambiente climático, tales como la presión barométrica, presión parcial de oxígeno, temperatura, grado de humedad y también en cierto modo a la ionización del aire e intensidad de los vientos.

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento. Formación geológica que contiene el suficiente material permeable saturado como para recoger cantidades importantes de agua que serán captadas en forma natural –manantiales – o en forma artificial – drenajes.

Acumulación: Este atributo del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Adaptaciones y mejoras: Desarrollos tendientes a adecuar tecnologías y a introducir perfeccionamientos. Usualmente presentan pocos rasgos de originalidad y novedad

Agua potable: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

Agua subterránea: Agua existente debajo de la superficie terrestre en una zona de saturación, donde los espacios vacíos del suelo están llenos de agua.

Aluvial: Sedimento compuesto por peñascos, gravas, arenas, limos y arcillas, depositado en la boca de los cañones intermontanos durante las grandes avenidas fluviales.

Ambiente: *Región, alrededores y circunstancias en las que se encuentra un ser u objeto. El ambiente de un individuo comprende dos tipos de constituyentes: 1. El medio puramente físico o abiótico, en el cual él existe (aire, agua) y 2. El componente biótico que comprende la materia orgánica no viviente y todos los organismos, plantas y animales de la región,

incluida la población específica a la que pertenece el organismo *La totalidad de cada una de las partes de un ecosistema sistema ecológico, interpretadas todas como elementos interdependientes o entornos más circunscriptos, ambientes naturales, agropecuarios, urbanos y demás categorías intermedias. Condiciones y circunstancias que rodean a las personas, animales o cosas. *El conjunto de los alrededores y las condiciones en que opera una organización, el cual incluye los sistemas vivos. Como el impacto ambiental de la organización podría alcanzar varias regiones, en este contexto el ambiente se extiende desde el lugar de trabajo hasta el resto del planeta.

Amplitud del Impacto (AI): REGIONAL Cuando el impacto alcanza a la población del área de influencia, LOCAL Cuando el impacto alcanza a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio, PUNTUAL Cuando el impacto alcanza a un grupo pequeño de gente.

Antrópico: De origen humano, humanizado, opuesto a lo natural. Antropogénico.

Área urbana: Espacios que contienen la población nucleada, en los que prevalece como uso del suelo el soporte de construcciones, infraestructura y servicios, incluyendo espacios con vegetación destinados al esparcimiento. Constituyen el espacio territorial de mayor desarrollo de actividades secundarias y terciarias. Estos espacios urbanos, componentes de la estructura territorial, guardan relaciones interactivas con las áreas rurales circundantes, con una transición gradual mediante espacios intercalados de una y otra hasta la prevalencia de una de ellas.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente ley.

Asentamiento: Instalación provisional, generalmente permitida por el Gobierno, de colonos o agricultores, en tierras destinadas casi siempre a expropiarse. Actualmente, se ha extendido su uso al ámbito urbano.

Asociaciones vegetales: Es un conjunto de plantas que forman las distintas etapas de una sucesión vegetal. En general, está compuesta por individuos de varias especies que las caracterizan. En una asociación dos o más especies son dominantes, cuando solo hay una especie dominante entonces la comunidad se denomina consociación

Autoridad de aplicación: Organismo, institución, ente encargado del cumplimiento de una determinada norma.

Basura: Desechos municipales, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo, puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos, etc.

Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y

diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

Biomasa: Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima renovable y como energía material. Así se origina el biogás: cuando se pudren la basura, que se pueden utilizar para la calefacción.

Calentamiento global: Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos 100 años. El incremento de la temperatura puede modificar la composición de los pisos térmicos, alterar las estaciones de lluvia y aumentar el nivel del mar.

Cambio climático: Alteraciones de los ciclos climáticos naturales del planeta por efecto de la actividad humana, especialmente las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera provocadas por las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Clema: También conocido como bornera, es un tipo de conector eléctrico en el que un cable se aprisiona contra una pieza metálica mediante el uso de un tornillo.

Contaminación biológica: Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como, por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomielitis, meningo encefalitis, colitis y otras infecciones.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Criterios ecológicos: Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

Crítico: Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Deforestación: Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la

degradación del suelo y del tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

Desmonte: Remoción total de la cubierta vegetal en las áreas a ocupar por las diferentes obras como las plataformas de maniobras, subestación, caminos entre otras.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Elementos o componentes ambientales: Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

Energía alternativa: También llamada renovable. Energía que se renueva siempre, como por ejemplo la energía solar, la eólica, la fuerza hidráulica, la biomasa, o la geotérmica (calor de las profundidades).

Energías Limpias: Son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan.

Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes.

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Erosión: Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

Escurrimiento: se define como escurrimiento a la parte de la precipitación que no llega a infiltrarse sobre la superficie de la tierra y que aparece en las corrientes superficiales, sean éstas perennes, intermitentes o efímeras y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

Estudio de impacto ambiental: Proceso de análisis de carácter interdisciplinario, basado en estudios de campo y gabinete, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra, actividad o proyecto sobre el medio ambiente.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): Un conjunto formal de métodos científicos para estimar el impacto, su origen, naturaleza y magnitud, de una actividad económica (e.g. Exploración petrolera, prospección minera, construcción de represas, edificaciones, etc.) Sobre las condiciones del medio ambiente de una región.

Falla: Rasgo estructural manifestado por una fractura en un bloque, a lo largo de la cual se han desplazado los lados.

Fragilidad ambiental: Condición actual de un ecosistema, parte de él o de sus componentes, en comparación a su condición natural clímax.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto Positivo: Como impactos benéficos, podemos reconocer aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Impacto negativo: Como impactos negativos, podemos reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso negativo o perjudicial.

Impacto: Cambio producido en la constitución del sistema al de su funcionamiento, en forma brusca, repentina, como respuesta a ciertas influencias estímulos, disturbios, del medio externo. Es el efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades básicas y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

Infiltración: la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Norma Oficial Mexicana (NOM): La regla científica o tecnológica emitida por el Ejecutivo Federal, que deben aplicar los gobiernos del Estado y de los Municipios, en el ámbito de sus competencias.

Ohm: es la unidad de medida de la resistencia que oponen los materiales al paso de la corriente eléctrica y se representa con el símbolo o letra griega Ω (omega).

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Residuo: cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Secretaría: La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT.

Sistema Ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto. Se puede definir también como un conjunto funcional de elementos, integrados por factores que los interrelacionan, creando dependencias intrínsecas o extrínsecas que definen su estructura y su función.

Subcuenca: Fracción de una cuenca hidrológica, que corresponde a la superficie tributaria de un afluente o de un sitio seleccionado.

Valoración del impacto ambiental: Técnicas que permiten establecer el grado de afectación a las condiciones normales de un ambiente dado, proyectadas a realizar con la implementación de infraestructura construida y otras formas de gestión.

8.3.1 Acrónimos

AICA: Área de Importancia para la Conservación de las Aves.

AIP: Área de Influencia directa del Proyecto.

ANP: Área Natural Protegida (Federal o Estatal).

AP: Área del Proyecto.

AT: Alta tensión.

BT: Baja Tensión.

CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

CFE: Comisión Federal de Electricidad.

CNA: Comisión Nacional del Agua.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

CONAPO: Consejo Nacional de Población.

CRE: Comisión Reguladora de Energía.

CRETIB: Hace referencia a las características que hacen que un residuo sea considerado peligroso y al código de clasificación de características que contienen los residuos peligrosos y que significan: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológicos infecciosos.

DN: Diámetro Normal al 1.30 de altura. Conocido como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).

DOF: Diario Oficial de la Federación.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

ENE: Estrategia Nacional de Energía.

EUPS: Ecuación Universal de Pérdida de Suelo.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

GW: Gigawatts.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IVI: Índice de Valor de importancia; conocido también como Índice de Valor de Importancia Relativo (VIR).

LGDFS: Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LPGGIR: Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

LGVS: La Ley General de Vida Silvestre.

LT: Línea de transmisión eléctrica.

MDE: Modelo Digital de Elevación.

MIA: Manifestación de Impacto Ambiental.

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes

MT: Media Tensión.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

OMM: Organización Meteorológica Mundial.

PND: Programa Nacional de Desarrollo.

POEGT: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

POEL: Programa de Ordenamiento Ecológico Local.

PVA: Programa de Vigilancia Ambiental.

REIA: Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

REPDA: Registro Público de Derechos del Agua.

RHP: Regiones Hidrológicas Prioritarias.
ROE: Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico.
RTP: Regiones Terrestres Prioritarias.
SE: Subestación eléctrica.
SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
SEN: Sistema Eléctrico Nacional.
SENER: Secretaria de Energía.
SIG: Sistemas de Información geográfica.
SIGEIA: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental.
UAB: Unidades Ambientales Biofísicas.
UMA: Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre.
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
UTM: Universal Transversal de Mercator.

8.4 Bibliografía.

Abad-Soria, J. & García-Quiroga, F. (2006) Análisis y valoración del paisaje en las sierras de la Paramera y la Serrota (Ávila). 97–119.

Aguilar Zúñiga, C., Arriaga Cabrera, L., Espinoza Rodríguez, J.M., Gómez Mendoza, L., Loa Loza, E. & Martínez Romero, E. (2000) **Regiones terrestres prioritarias de México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México:

Aguiló-Alonso, M. (1981) Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Universidad Politécnica de Madrid

Anon (1992) Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Monografías de la Secretaría del Estado para las Políticas del Agua y del Medio Ambiente, España

Aplicación del Análisis Multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales. Capítulo 3 Metodologías de Evaluación del Impacto Ambiental de Luis Alberto García Leyton

Arriaga Cabrera, L., Aguilar Sierra, V. & Alcocer Durán, J. (2000) **Aguas continentales y diversidad biológica de México**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México:

Association of Impact Assessment (IAIA). <https://www.iaia.org/about.php>

BANXICO, B. de M. (2021) Estructura de información (SIE, Banco de México). Available from:

<https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE166&locale=es> (October 14, 2021)

Benayas-Álamo, J. (1992) Paisaje y educación ambiental: evaluación de cambios de actitudes hacia el entorno. MOPT, Madrid, España. 241 pp.

Blanco-Andray, A. (1979) La definición de unidades de paisaje y su clasificación en la provincia de Santander. Universidad Politécnica de Madrid

Bouza, C.N. & Covarrubias, D. (2005) Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. Revista Investigación Operacional 26: 187–197.

Bridget-IAIA (2009, 22 September Del 2009). "Cumulative Effects Assesment and Managment (CEAM)." Retrieved 20 Julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact>.

Canter Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. McGraw Hill, España. 841 pp.

Canter, L. & Ross, B. 2010. State of Practice of Cumulative Effects Assessment and Management: the good, the bad, the ugly. Impact Assessment and Project Appraisal.

Canter. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. España.

Carnevali, G., Tapia-Muñoz, J.L., Duno-de Stefano, R. & Ramírez-Morillo, I. (2010) Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Mérida, Yucatán, México. 327 pp.

Celis-de la Rosa, A. de J. & Labrada-Martagón, V. (2014) Bioestadística. Tercera edición. Manual Moderno, Ciudad de México, México. 337 pp.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED (2001) **Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México**. Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, Ciudad de México, México

Chao, A. & Chiu, C.-H. (2016) Species Richness: Estimation and Comparison. Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. American Cancer Society, pp. 1–26.

Chao, A. (1987) Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43: 783–791. <https://doi.org/10.2307/2531532>

Cifuentes-Vega, P. (1979) La calidad visual de unidades territoriales. Universidad Politécnica de Madrid

Colmex, 2001, tomado de María Perevochtchikova, 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores de impacto. *Gestión y política pública* vol.22 no.2 México.

Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 345: 101–118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>

Colwell, R.K., Xuan-Mao, C. & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717–2727. <https://doi.org/10.1890/03-0557>

CONAPO, C.N. de P. (2015) Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030. **gob.mx**. Available from: <http://www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030?idiom=es> (February 3, 2021)

Conesa, F.V. 2003. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

CONEVAL (2015) Pobreza municipal 2010-2015. Available from: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipal.aspx> (October 22, 2020)

Cotan-Pinto Arroyo, S. 2007. Valoración de Impactos Ambientales. Departamento. Dirección de División de Medio Ambiente. INERCO. Sevilla. España.

Cottam, G. & Curtis, J. (1956) The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451–460. <https://doi.org/10.2307/1930167>

Curtis, J. & McIntosh, R. (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 313: 434–455. <https://doi.org/10.2307/1931497>

Diario Oficial de la Federación (2013) ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

Dice, L.R. (1945) Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology* 26: 297–302. <https://doi.org/10.2307/1932409>

Duno-de Stefano, R., Can-Itza, L.L. & Ancona-Ayora, R.E. (2010) Flora: Península de Yucatán. Flora de la Península de Yucatán. Available from: https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php (November 20, 2020)

Duno-de Stefano, R., Ramírez-Morillo, I., Tapia-Muñoz, J.L., Hernández-Aguilar, S., Can, L.L., Cetzal-Ix, W., Méndez-Jiménez, N., Zamora-Crescencio, P., Gutiérrez-Báez, C. & Carnevali, G. (2018) Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana. *Botanical Sciences* 96. <https://doi.org/10.17129/botsci.1868>

Durán, R., Trejo-Torres, J.C. & Ibarra-Manríquez, G. (1998) Endemic phytotaxa of the peninsula of Yucatán. *Harvard Papers in Botany* 3: 263–314.

Efron, B. (1987) Better Bootstrap confidence intervals. *Journal of the American Statistical Association* 82: 171–185. <https://doi.org/10.2307/2289144>

Escalante, T. (2009) Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 551–560. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2009.002.627>

Escribano, M. (1991) El paisaje. Ministerio de fomento. 216 pp.

Espinoza, G. 2002. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – BID Centro de estudios para el Desarrollo – CED.

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA) (2005). "Millenium Ecosystem Assessment Findings." de:

Fernández-Cañadas (1977) El paisaje en la planificación física. Aproximación sistemática a su valoración. Universidad Politécnica de Madrid

Ferrer Mac-Gregor, Eduardo, Caballero Ochoa, José Luis, & Steiner, Christian (2013) **Derechos humanos en la Constitución. Comentarios de jurisprudencia constitucional e interamericana**. I. Mexico D.F. 1–1153 pp.

Fox, J. & Bouchet-Valat, M. (2020) Rcmdr: R Commander.

Fox, J. (2005) The R commander: a basic-statistics graphical user interface to R. *Journal of Statistical Software* 14: 1–42.

Fox, J. (2017) Using the R commander: a point-and-click interface for R. Chapman and Hall/CRC Press, Boca Ratón, Florida, E.U.A.

Fryrear, D.W. and A. Saleh (1993) Field wind erosion: vertical distribution. 155: 294–300.

Gallina-Tessaro, S. & López-González, C.A. (2011) Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.

García Romero, A. & Muñoz Jiménez, J. (2002) El paisaje en el ámbito de la geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

García, E. (1964) **Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen**. Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México, México D.F.

Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza. Banco Interamericano de Desarrollo – BID Centro de estudios para el Desarrollo – CED. 2002

Gobierno de México (2019) Diario Oficial de la Federación **PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024**.

Gobierno del Estado de Quintana Roo **Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022**.

Gómez Orea, D. (2007) **Ordenación Territorial**. Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa, España. 766 pp.

Gómez Orea, D. 1999. Evolución de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Gómez Orea, D. 2007. Ordenación territorial. Mundi-Prensa. Editorial Agrícola Española, S. A. Madrid, España.

González-Medrano, F. (2003) Las comunidades vegetales de México. INE-SEMARNAT, Ciudad de México, México. 77 pp.

Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters 4: 379–391.

H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco (2018) **Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021**. 1–71pp.

H. Congreso de la Unión (1917) Diario Oficial de la Federación **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**. 1–349pp.

H. Congreso de la Unión (1988) Diario Oficial de la Federación **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**. 1–159pp.

H. Congreso de la Unión (2000) Diario Oficial de la Federación **Ley General de Vida Silvestre**. 1–71pp.

H. Congreso de la Unión (2003a) Diario Oficial de la Federación **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**. 1–103pp.

H. Congreso de la Unión (2003b) Diario Oficial de la Federación **Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**. 1–56pp.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4: 1–9.

Hijmans, R.J., Phillips, S., Leathwick, J. & Elith, J. (2020) dismo: Species Distribution Modeling.

Howell, S. & Webb, S. (1995) **A guide to the birds of Mexico and Northern Central America (SIBE)**. Oxford, England, United Kingdom : Oxford University Press. 851 pp.

Ibarra-Manríquez, G., Villaseñor-Ríos, J.L., Durán, R. & Meave, J. (2002) Biogeographical analysis of the tree flora of the Yucatán peninsula. *Journal of Biogeography* 29: 17–29. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00648.x>

INEGI, I.N. de E. y G. (2020) Censo Población y Vivienda 2020. Available from: <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos> (February 3, 2021)

INPI, I.N. de los P.I. INPI. Localidades Indígenas 2010. **Indicadores de la Población Indígena**. Available from: <http://www.inpi.gob.mx/localidades2010-gobmx/index.html> (July 8, 2021)

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1981) **El ABC de las Cuentas Nacionales**. I. 1–37 pp.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (1999) **Diccionario de Datos Edafológicos (Vectorial) Escala 1:1 000 000**. Sistema Nacional de Información Geográfica, México D.F.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2001) **Diccionario de datos climáticos: Vectorial: escalas 1:250,000 y 1:1'000,000**.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2004) **Guía para la interpretación de cartografía: Edafología**. México

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2008) Diccionario de datos topográficos. Escala 1:20,000. Versión 2.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2016) Estudio de Información Integrada del acuífero cárstico Península de Yucatán.

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (2018) Atlas de los Pueblos Indígenas de México. **Atlas de los Pueblos Indígenas de México. INPI**. Available from: <http://atlas.inpi.gob.mx/> (February 3, 2021)

International Association for Impact Assessment. IAIA. 2009. www.iaia.org/index.php.

IUCN (2012) Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Segunda edición. IUCN, Gland, Switzerland

IUSS Working Group WRB (2015) **Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos**. FAO, Roma. Informes sobre recursos mundiales de suelos

Jaccard, P. (1908) Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles* 44: 223–270. <https://doi.org/10.5169/seals-268384>

JSTOR Global Plants on JSTOR. Available from: <https://plants.jstor.org/>

Kindt, R. & Coe, R. (2005) Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya

- Llorente-Bousquets, J. & Ocegueda, S. (2008) Estado del conocimiento de la biota. In: S. Contreras, F. Chiang, & N. Papavero (eds.) Capital natural de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México, pp. 283–322.
- Magurran, A.E. (1988) Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey, E.U.A. 179 pp.
- Matteucci, S.D. & Colma, A. (1982) Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Coro, Estado Falcón, Venezuela. 77 pp.
- McRoberts, R.E., Tomppo, E.O. & Czaplowski, R.L. (2015) Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. SLU-FAO: 1–21.
- Milton, J.S. (2007) Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. Tercera edición. McGraw Hill, Madrid, España. 722 pp.
- Miranda, F. & Hernández-X., E. (2014) Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Primera edición, conmemorativa del cincuentenario de la primera. Sociedad Botánica de México / Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, México. 220 pp.
- Missouri Botanical Garden Tropicos - Home. Available from: <https://tropicos.org/home>
- Montes, C., Sala, O., La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Ecosistemas [en línea] 2007, 16 [Fecha de consulta: 25 de junio de 2019] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54016314>> ISSN 1132-6344.
- Montes-León et al. (2011) Mapa Nacional de Erosión Potencial. II: 5–17.
- Morisita, M. (1962) I σ -Index, a measure of dispersion of individuals. Researches on Population Ecology 4: 1–7. <https://doi.org/10.1007/BF02533903>**
- Morris, P. y Therivel, R., 1995. Methods of Environmental Impact Assessment. Oxford Brookes University. UBC Press/Vancouver.
- Morrone, J.J. (2005) Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 76: 207–252. <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2005.002.303>
- Morrone, J.J. (2019) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. **Revista Mexicana de Biodiversidad** 90: 1–68. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>
- Morrone, J.J. (2019) Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. Revista Mexicana de Biodiversidad 90: 1–68. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2980>
- Morrone, J.J., Escalante, T. & Rodríguez-Tapia, G. (2017) Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. Zootaxa 4277: 277–279. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4277.2.8>

Morrone, J.J., Espinosa-Organista, D. & Llorente-Bousquets, J. (2002) Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonymies. *Acta Zoológica Mexicana* 85: 83–108.

Morrone, J.J., Espinosa-Organista, D., Aguilar-Zúñiga, C. & Llorente-Bousquets, J. (1999) Preliminary classification of the Mexican Biogeographic Provinces: a parsimony analysis of endemism based on plant, insect, and bird taxa. *The Southwestern Naturalist* 44: 507–514. <https://doi.org/10.2307/3672351>

Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York, E.U.A. 547 pp.

Naciones Unidas (1993) *Diario Oficial de la Federación* **Decreto de promulgación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**.

Naciones Unidas (1997) *Diario Oficial de la Federación* **Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático**.

Navarro-Sigüenza, A.G., Rebón-Gallardo, Ma.F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A.T., Berlanga-García, H. & Sánchez-González, L.A. (2014) Biodiversidad de aves en México. **Revista Mexicana de Biodiversidad** 85: 476–495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>

Ochoa-Gaona, S., Ruíz-González, H., Álvarez-Montejo, D., Chan-Coba, G. & de Jong, B.H.J. (2018) Árboles de Calakmul. *ECOSUR*, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. 244 pp.

Olvera-Vargas, M., Moreno-Gómez, S. & Figueroa-Rangel, B. (1996) *Sitios permanentes para la investigación silvícola, manual para su establecimiento*. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Zapopan, Jalisco, México. 55 pp.

Organización Meteorológica Mundial (2012) **Glosario Hidrológico Internacional**.

Pielou, E.C. (1975) *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, E.U.A. 165 pp.

Poder Legislativo (2001) *Periodico Oficial del Estado* **Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo**. 1–114pp.

Poder Legislativo del Estado (2013) *Periodico Oficial del Estado* **Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo**. 1–30pp.

Poder Legislativo del Estado (2014) *Periodico Oficial del Estado* **Ley Para el Fomento de la Eficiencia Energética y del Aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovables en el Estado de Quintana Roo**. 1–17pp.

Poder Legislativo del Estado (2019) *Periodico Oficial del Estado* **Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo**. 1–58pp.

R Core Team (2020) *R: A language and environment for statistical computing*. The R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. S

Ralph, C.J., Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F. & Milá, B. (1996) **Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres**. Albany, California. 43 pp.

Ramírez-Mateos, J.A., Félix, J.P. & Lenk, H. (1899) La vegetación de México: recopilación y análisis de las principales clasificaciones propuestas. Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento, Ciudad de México, México. 271 pp.

Raunkiaer, C.C. (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford, United Kingdom. 632 pp.

Romero Luna (2013), Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional del Proyecto Geotérmico “Central Geotermoeléctrica Domo de San Pedro I”, Nayarit.

Rzedowski, J. (1978) Vegetación de México. Limusa S.A., Ciudad de México, México. 432 pp.

Rzedowski, J. (1991) Diversidad y orígenes de la flora fanerógamica de México. Acta Botánica Mexicana 14: 3–21.

Rzedowski, J. (2006) Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Ciudad de México, México. 504 pp.

Sánchez, L. E. 2011. Evaluación del Impacto Ambiental. ECOE.

Sarukhan, J., Soberón, J., Halffter, G. & Llorente-Bousquets, J. eds. (2008) **Capital Natural de México, conocimiento actual de la biodiversidad**. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO, Ciudad de México, México. 621 pp.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, SEDATU (2018) Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há.

Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (2015) Periódico oficial de Estado **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo**. 1–254pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1993) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993**. 1–37pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1995) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana 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**. 1–10pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos**.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos**.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana 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.**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018a) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2017, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018b) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana 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.**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG). [gob.mx](http://www.gob.mx). Available from: <http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg> (March 17, 2021)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2010) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.** 1–77pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2010) Diario Oficial de la Federación **NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.** 1–77pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2012) Diario Oficial de la Federación **Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.** 1–296pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2017) Guía para la elaboración de Estudios Técnicos Justificativos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Ciudad de México, México. 61 pp.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT (2020) Diario Oficial de la Federación MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. 32–134pp.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (1999) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.**

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2002) Diario Oficial de la Federación **Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.**

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2008) Diario Oficial de la Federación **NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.**

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012) Diario Oficial de la Federación **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.**

Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) The Mathematical Theory of Communication. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois, E.U.A.

Sherwin, W.B. & Fornells, N.P. i (2019) The introduction of entropy and information methods to ecology by Ramon Margalef. Entropy 21: 1–9. <http://dx.doi.org/10.3390/e21080794>

SIAP, S. de I.A. y P. (2020a) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. **Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.** Available from: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (February 9, 2021)

SIAP, S. de I.A. y P. (2020b) Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria. **Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria.** Available from: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ (February 9, 2021)

Simpson, E.H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>

Smith, E.P. & van Belle, G. (1984) Nonparametric Estimation of Species Richness. Biometrics 40: 119–129. <https://doi.org/10.2307/2530750>

Soberón-M, J. & Llorente-Bousquets, J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. Conservation Biology 7: 4480–488. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1993.07030480.x>

Sørensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab 5: 1–34.

Turc, L. (1961) Water requirements assessment of irrigation, potential evapotranspiration: Simplified and updated climatic formula. **Annales Agronomiques** 12: 13–49.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN (2020) The IUCN Red List of Threatened Species. IUCN Red List of Threatened Species. Available from: <https://www.iucnredlist.org/en>

Valdivieso-Taborga, C.E., Valdivieso-Castellón, R. & Valdivieso-Taborga, O.Á. (2011) Determinación del tamaño muestral mediante el uso de árboles de decisión. UPB-Investigación y Desarrollo 11: 148–176.

Vicente Conesa Fdez.- Vítora, 2009. Guía Metodológica para la evaluación del impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Villaseñor, J.L. & Ortiz, E. (2014) Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 85: 134–142. <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.31987>

Villaseñor, J.L. (2003) Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia 28: 160–167.

Villaseñor, J.L. (2016) Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad 87: 559–902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>

Villaseñor, J.L., Maeda, P., Rosell, J.A. & Ortiz, E. (2007) Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. Diversity and Distributions 13: 871–876. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00385.x>

Wackerly, D.D., Mendenhall-III, W. & Scheaffer, R.L. (2010) Estadística matemática con aplicaciones. séptima edición. CENGAGE Learning, Ciudad de México, México. 911 pp.

Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978) **Predicting Rainfall Erosion Losses a Guide to Conservation Planning**. Department of Agriculture, U.S.