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.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional

Proyecto:

Fideicomiso Aeroderivadas Unidades Aeroderivadas Riviera Maya Central Turbogás Nizuc

CAPÍTULO I

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

Quintana Roo, abril de 2026

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 4

I.1. Proyecto 4

I.1.1. Nombre del proyecto 4

I.1.2. Ubicación del Proyecto 4

I.2. Promovente 4

I.2.1. Nombre o razón social del promovente 4

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes 4

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal 4

I.2.4. Domicilio para recibir u oír notificaciones 5

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 5

I.3.1. Nombre del responsable técnico 5

I.3.2. Dirección del responsable técnico del estudio para oír y recibir notificación 5

CARTA BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD 6

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

I.1. Proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

FIDEICOMISO AERODERIVADAS, UNIDADES AERODERIVADAS RIVIERA MAYA CENTRAL TURBOGÁS NIZUC.

I.1.2. Ubicación del Proyecto

El Proyecto se instalará dentro del terreno de la CTG Nizuc, propiedad de la CFE, actualmente en operación, ubicada en la carretera Tulum- Cancún 250, Campestre Lol-be, en la localidad de Alfredo V. Bonfil, C.P. 77560, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo (Ver **Figura 1**).

I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

La duración total de proyecto será de 24 meses. La preparación del sitio se llevará a cabo en 1 mes, al igual que la instalación de equipos y sistemas; mientras que la etapa de operación y mantenimiento será de 20 meses. Luego de ese tiempo, toda las instalaciones y equipos se retiran, por lo que se ejecutará un programa de desmantelamiento y rehabilitación, de 2 meses, para dejar el sitio en su estado actual.

I.2. Promovente

I.2.1. Nombre o razón social del promovente

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes

CFE370814QI0 (Anexo I.1)

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

Rafael Neri Fernández

Coordinación Regional de Producción Sureste

En el anexo I.2 se incluye el poder legal otorgado; en el anexo I.3 se presenta la identificación oficial correspondiente.

I.2.4. Domicilio para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre del responsable técnico

Francisco Javier Barba Mojica

I.3.2. Dirección del responsable técnico del estudio para oír y recibir notificación

Río Misisipi 71, piso 7
Cuauhtémoc, 06500
Ciudad de México
[redacted]

CARTA BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD

De conformidad con el Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, **BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD**, manifiesto que para la obtención de la información contenida en el estudio "Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional", del proyecto denominado "**UNIDAD AERODERIVADA RIVIERA MAYA CTG NIZUC**" se utilizaron las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

A T E N T A M E N T E



Contenido

II. Descripción de las Obras y Actividades 2
II.1 Información general del Proyecto 2
II.1.1. Programa de trabajo 2
II.1.2. Requerimientos de Mano de Obra 3
II.1.3. Inversión requerida 3
II.2 Naturaleza del Proyecto 3
II.2.1 Justificación del Proyecto 4
II.2.1.1. Justificación social 7
II.3. Ubicación física del Proyecto 7
II.3.1. Representación gráfica regional 8
II.3.2. Representación gráfica local 9
II.4. Longitudes y superficies de los componentes del Proyecto 12
II.5. Características particulares del Proyecto. 14
II.5.1. Preparación del sitio 14
II.5.2. Instalación de la Unidad Generadora 15
II.5.4 Puesta en servicio 16
II.7 Operación y mantenimiento 17
II.8 Mantenimiento del Equipo 18
II.9. Materiales y sustancias para la instalación y operación del Proyecto 19
II.9.1. Requerimientos de agua. 19
II.9.2. Materiales 20
II.9.3. Sustancias. 20
II.10. Explosivos 20
II.11. Residuos 20
II.13. Emisiones a la atmosfera 23
II.13.1. Generación de gases efecto invernadero 23
II.14 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 24

II. Descripción de las Obras y Actividades

II.1 Información general del Proyecto

A) Se trata de un Proyecto eléctrico de respaldo con una temporalidad de 2 años, que operará a demanda de las horas pico que el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) solicite, es decir, cuando la demanda de electricidad se eleva significativamente en la región de Quintana Roo.

B) El Proyecto se instalará dentro de los predios propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), de uso industrial, donde se ubican la Subestación Eléctrica (SE) Nizuc y la Central Turbogas (CTG) Nizuc.

C) El Proyecto consiste en los siguientes elementos principales:

1. Una Unidad Móvil Eléctrica (UME) de tipo aeroderivada con las siguientes características:

Central	Tecnología	Cantidad	Capacidad C/U (MW)	Nivel de tensión del punto de interconexión en kV	Consumo de diésel máximo litros/día	Capacidad Total (MW)
UME Riviera Maya (CTG Nizuc)	Aeroderivada	1	25	115	179,004.79	25

2. 36.51 m de tubería para el suministro de combustible diésel que se interconectarán al tanque de diésel existente en la CTG Nizuc.
3. 35. 73 m de la línea de interconexión subterránea de la UME a la SE Nizuc.
4. Transformador 115 kV

II.1.1. Programa de trabajo

La etapa de la instalación considera un periodo de un mes, mientras que la etapa de operación y mantenimiento será de 2 años. Luego de ese tiempo, se evaluará si la UME puede continuar en operación como respaldo del sistema, si se realiza su modernización, cambio de sitio o si retiran, en cuyo caso, se ejecutaría un programa de desmantelamiento y rehabilitación del sitio.

En la **Tablas II.1** se sintetizan las etapas y se incluye el tiempo estimado que comprende de cada etapa.

Tabla II.1. Duración de las Etapas del Proyecto

ETAPA	ACTIVIDADES PRINCIPALES	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN	PREPARACIÓN DEL SITIO	■																							
	INSTALACIONES		■																						
	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO		■																						
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	OPERACIÓN			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	MANTENIMIENTO			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
ABANDONO Y REHABILITACIÓN DEL PREDIO																								■	■

II.1.2. Requerimientos de Mano de Obra

Para la instalación se requerirán, aproximadamente, 35 personas. Para la etapa operativa y mantenimiento, 7 personas. Para la etapa de desmantelamiento se requerirían 25 personas.

II.1.3. Inversión requerida

En la **Tabla II.2** se presentan los costos de inversión estimados del Proyecto, así como los costos de las medidas de mitigación de impactos ambientales.

Tabla II.2. Costos de inversión del Proyecto

Conceptos	Moneda Nacional	U.S. Dollar
Costo del proyecto	118,000,000.09	6,773,823.20
Medidas de mitigación de impactos	9,197,919.41	528,009.15
Inversión total	127,197,919.50	7,301,832.35

Nota: Se considera una paridad de $17.42 pesos por USD al día 08/04/2026

II.2 Naturaleza del Proyecto

El Proyecto consiste en la instalación, operación y mantenimiento de una Unidad Móvil Eléctrica (UME) de tipo aeroderivada que utilizará diésel como combustible, la cual operará como respaldo para garantizar el servicio público de energía.

Todo el Proyecto será instalado dentro del predio de la SE y CTG Nizuc, el cual cuenta con la infraestructura necesaria para alojar y abastecer de combustible al Proyecto, así como para transformar y transmitir la energía generada por éste. Por esta razón, para su implementación no son necesarias instalaciones ni obras de infraestructura fuera de los

límites del predio de CFE, de manera que no se van a provocar impactos ambientales asociados con nuevas ocupaciones superficiales.

El predio de la central cuenta con barda perimetral, depósito de combustible con pileta contenedora de derrames e instalación de descarga de combustible, oficinas para el control y operación de la propia central y el Proyecto, conexión eléctrica de potencia, instalaciones de los servicios auxiliares e instalaciones sanitarias.

Se denominan Unidades Aeroderivadas o Turbogás, porque el diseño de su turbina tiene su origen en las que se usan para propulsar aviones. Son compactas, robustas y tienen una alta relación potencia/peso. Son versátiles de operar, ya que, como en el caso de los aviones, no van a un ritmo constante y pueden necesitar subidas o bajadas de potencia. Su arranque es más sencillo que las de uso industrial que son más pesadas, de mayor tamaño y, por lo tanto, más complejas para operar. Pueden ser montadas y desmontadas fácilmente, lo que favorece su traslado y rápida operación, razón por la cual, se utilizan para situaciones emergentes.

Acorde con el título del permiso para la generación de energía eléctrica E/1656/GEN/2015, otorgado a la CFE, en términos de la resolución Núm. RES/944/2015, del 31 de diciembre de 2015 (**Anexo II.1**), la CENTRAL TURBOGÁS NIZUC está integrada por: dos (2) turbinas de gas que utilizan diésel como combustible primario; cada una con una potencia de 44 MW. La capacidad total de generación de la CTG Nizuc es de hasta 88 MW.

La capacidad de generación de 25 MW de la nueva aeroderivada se sumará a los 88 MW de las unidades existentes en la CTG Nizuc. Es decir, durante el tiempo que el Proyecto esté en operación, la capacidad de generación disponible en la CTG Nizuc será de 113 MW.

De acuerdo, con la clasificación de actividades económicas del INEGI (2012), el Proyecto corresponde a actividades del sector secundario, específicamente de la industria eléctrica.

Por las características y dimensiones del Proyecto, le aplica lo establecido en el artículo 28, fracción II, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como lo indicado en el artículo 5°, inciso k), del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por lo que es competencia de la Federación y, por lo tanto, se requiere obtener una autorización en la materia.

II.2.1 Justificación del Proyecto

El presente Proyecto se enmarca en los esfuerzos extraordinarios de la Comisión Federal de Electricidad, a fin de satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica del estado de Quintana Roo y, en general, de la región península de Yucatán.

Como puede observarse en la **Tabla II.3**, después de la pandemia de COVID, la región Peninsular, donde se encuentra Quintana Roo, es la que presenta el más alto porcentaje de incremento de consumo de electricidad en el país.

Tabla II.3 CONSUMO NETO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 2021-2023 (PRODESEN 2024-2038)

	2021		2022		2023	
	GWh	% Inc.	GWh	% Inc.	GWh	% Inc.
SISTEMA						
Eléctrico Nacional (SEN)	322,552	3.5	333,662	3.4	345,439	3.5
Interconectado Nacional (SIN)	304,034	3.4	314,317	3.4	326,027	3.7
Baja California (SIBC)	15,541	5.8	16,233	4.5	15,999	-1.4
Baja California Sur (SIBCS)	2,826	8.4	2,964	4.9	3,257	9.9
Mulegé (SIMUL)	150	1.9	148	-1.4	157	5.7
GERENCIA DE CONTROL REGIONAL (GCR)						
Central (CEN)	56,862	1.1	58,099	2.2	58,623	0.9
Oriental (ORI)	52,083	4.5	53,321	2.4	55,374	3.9
Occidental (OCC)	69,893	3.0	72,679	4.0	75,542	3.9
Noroeste (NOR)	25,548	0.5	25,735	0.7	27,610	7.3
Norte (NTE)	28,948	1.3	29,735	2.7	31,179	4.9
Noreste (NES)	57,152	6.3	60,277	5.5	61,757	2.5
Peninsular (PEN)	13,549	8.9	14,470	6.8	15,941	10.2

NOTA: Las cifras pueden variar por el redondeo de decimales.

FUENTE: Elaborado por SENER con información de CENACE.

Actualmente, la situación del sistema eléctrico en Quintana Roo y, en general, de toda la península de Yucatán, continúa siendo de un muy elevado consumo de energía. Como se puede observar en la **Figura II.1**, acorde con la información sobre la demanda eléctrica del en la región Peninsular, consultada en abril de 2026, antes de la temporada de mayor calor, el pronóstico de demanda supera en aproximadamente el 5% la capacidad de generación. Por estas razones, resulta indispensable instalar el Proyecto que nos ocupa, para reforzar el sistema eléctrico en la península de Yucatán y evitar fallas del suministro eléctrico.

En la **Figura II.2** se presenta el pronóstico regional del consumo neto 2024-2029 y 2024-2038, escenario de planeación. En esta figura también puede observarse que la región peninsular es la que presenta el mayor incremento en las tasas medias de crecimiento anual.

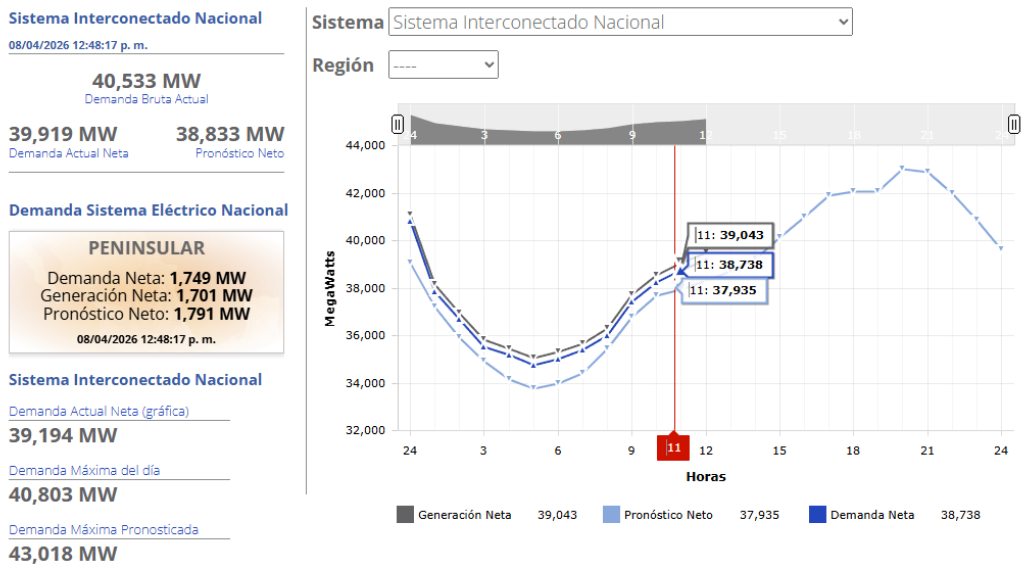


Fig. II.1. Información sobre la demanda eléctrica (consultada el 08/04/2026)

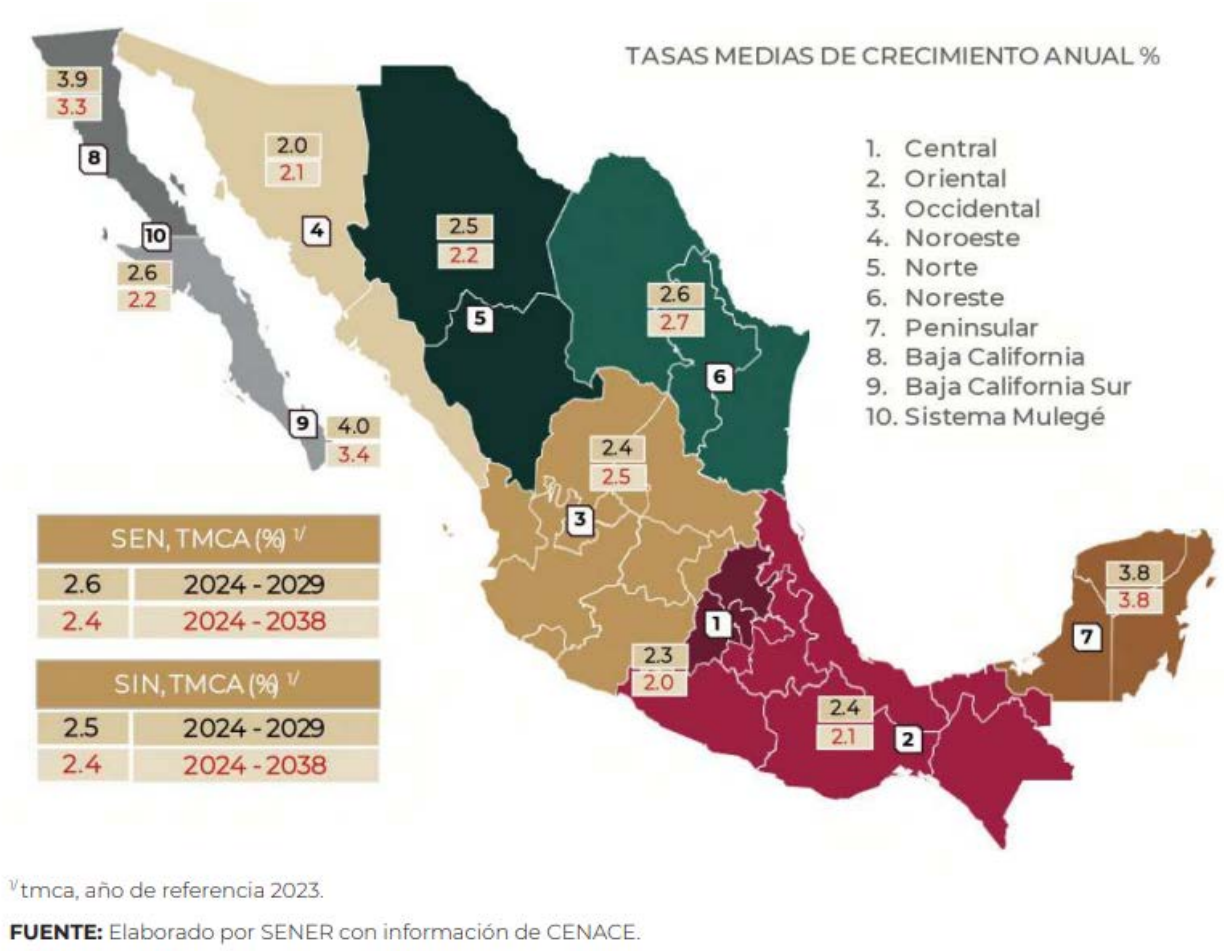


Fig. II.2.- Pronóstico regional de la demanda máxima 2024-2029 y 2024-2038

II.2.1.1. Justificación social

Con la operación del Proyecto se reforzará el suministro de energía eléctrica para la demanda de la región Península de Yucatán, la que se ha incrementado significativamente, principalmente en las zonas de Cancún y Riviera Maya. Considerando que la disponibilidad actual del servicio es insuficiente para satisfacer la demanda, se corre el riesgo de que no se pueda garantizar un abasto confiable y continuo, lo que afectaría seriamente la prestación de servicios básicos y actividades productivas de esa región.

II.2.1.2 Justificación ambiental

De manera previa, se realizó un análisis de los factores ambientales relevantes y de los instrumentos de planeación urbana en la zona donde se localiza el Proyecto, a fin de determinar su compatibilidad con los instrumentos legales aplicables que regulan el aprovechamiento de los recursos naturales y el uso de suelo, lo cual, proporcionó el principal elemento de juicio para la toma de decisiones en la selección del sitio.

La ubicación del Proyecto dentro de una instalación de CFE, actualmente en operación, resulta una decisión estratégica, ya que evitará nuevas ocupaciones superficiales y, por lo tanto, potenciales impactos ambientales y sociales negativos.

II.3. Ubicación física del Proyecto

El Proyecto se ubica en la Carretera Tulum- Cancún #250, Campestre Lol-be, en la localidad de Alfredo V. Bonfil, municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo, C. P. 77560, en el extremo nororiental de la península de Yucatán (**Figura II.3**).

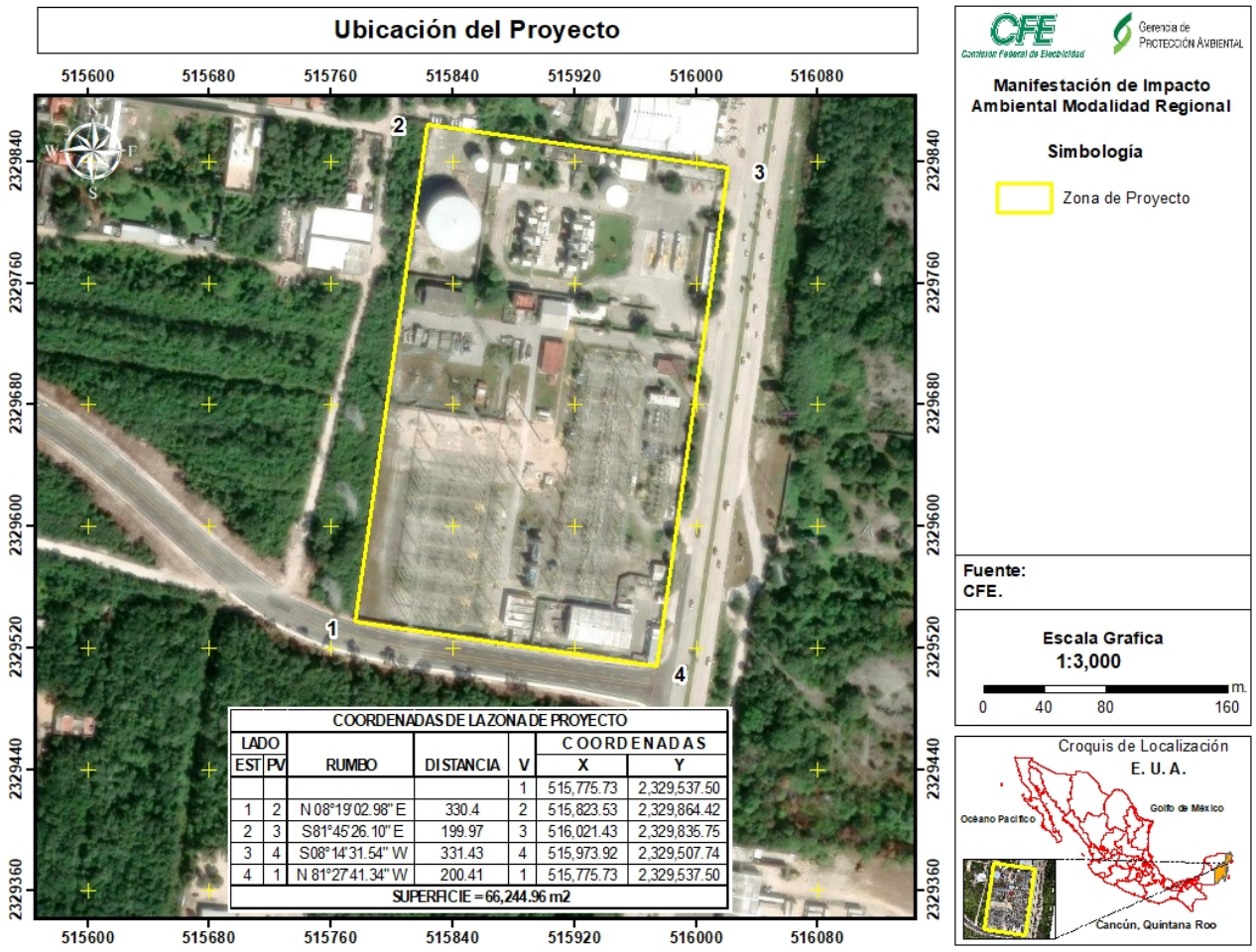


Fig. II.3. Ubicación del Proyecto

II.3.1. Representación gráfica regional

A nivel regional, el Proyecto se encuentra inmerso en la ciudad de Cancún, en la provincia fisiográfica XI, Península de Yucatán, subprovincia 62 Karst o Carso Yucateco, cuya característica es presentar en toda su superficie rocas calizas de origen marino (**Figura II.4**).



Fig. II.4. Representación gráfica regional (INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017, Provincias Fisiográficas)

II.3.2. Representación gráfica local

En el ámbito local, el Proyecto se instalará en el interior del predio de uso industrial de la Central Turbogás y Subestación Eléctrica Nizuc propiedad de CFE, la cual, se ubica en el km 13.5 Carretera Federal 307, Tulum- Cancún #250, tramo Cancún-Aeropuerto, Campestre Lol-Be, en la localidad de Alfredo V. Bonfil, Código Postal 77560, Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo (**Figura II.5**).

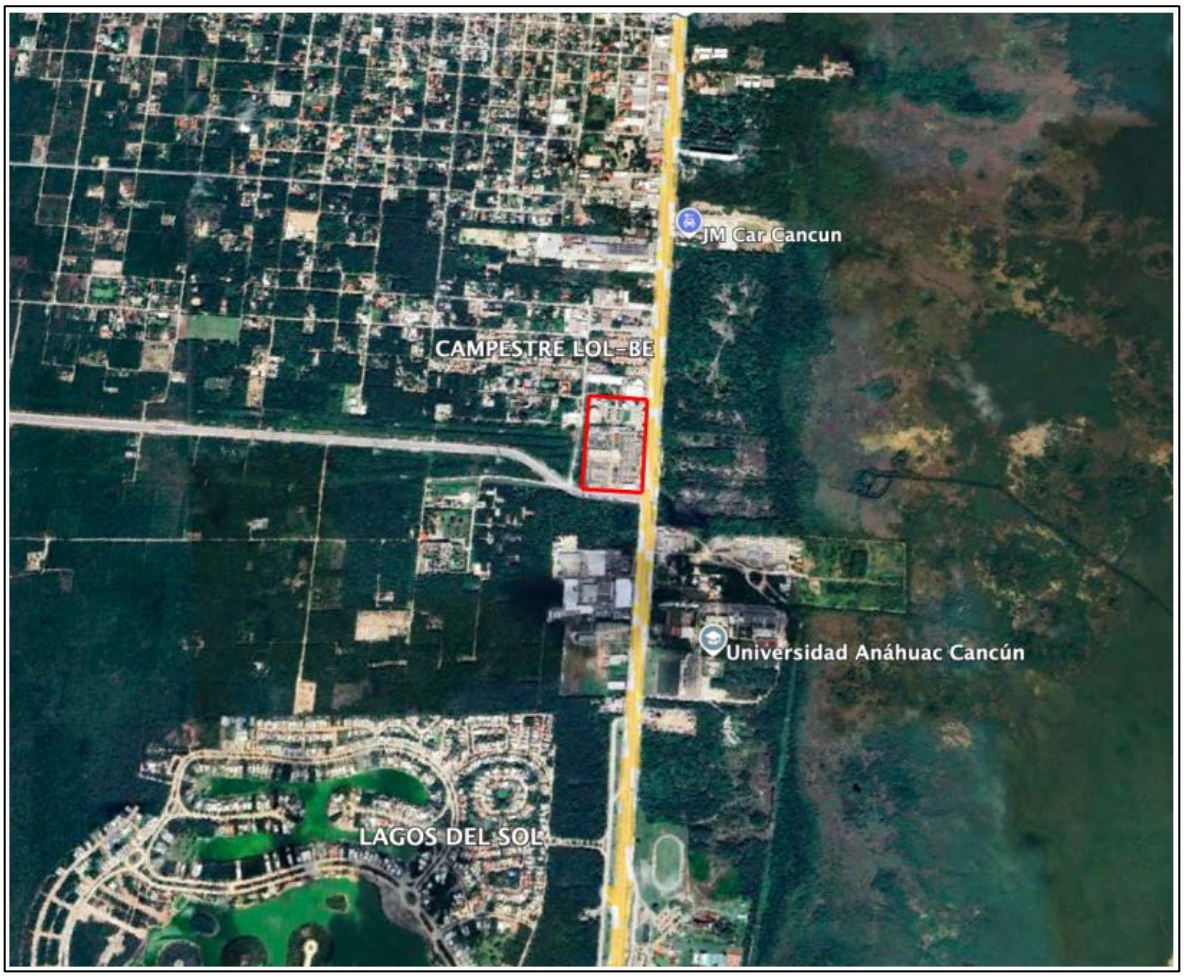


Fig. II.5. Representación gráfica local

En las **Figuras II.6** se presenta el croquis de localización de la CTG Nizuc. Mientras que en la **Tabla II.4** se presentan las coordenadas de las poligonales que conforman los predios de la SE y CTG Nizuc, los cuales tienen una superficie total de 6.64 ha.

Acorde con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2022, al predio de la CTG Nizuc se ubica en zona Urbana, con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable.

Para avalar la propiedad del predio de la SE y CTG Nizuc, se cuenta con la publicación en el Diario Oficial de la Federación del 16 de mayo de 1991, donde se presenta el "*Decreto primero, página 34 por el que se expropia por causa de utilidad pública una superficie de 2 ha de agostadero de uso colectivo, incluidas 0-00-50 ha de la parcela escolar de terrenos del Ejido V. Bonfil y su anexo, municipio de Benito Juárez, estado de Quintano Roo, a favor de la Comisión Federal de Electricidad (Reg.-1261)*" (**Anexo II.2**).

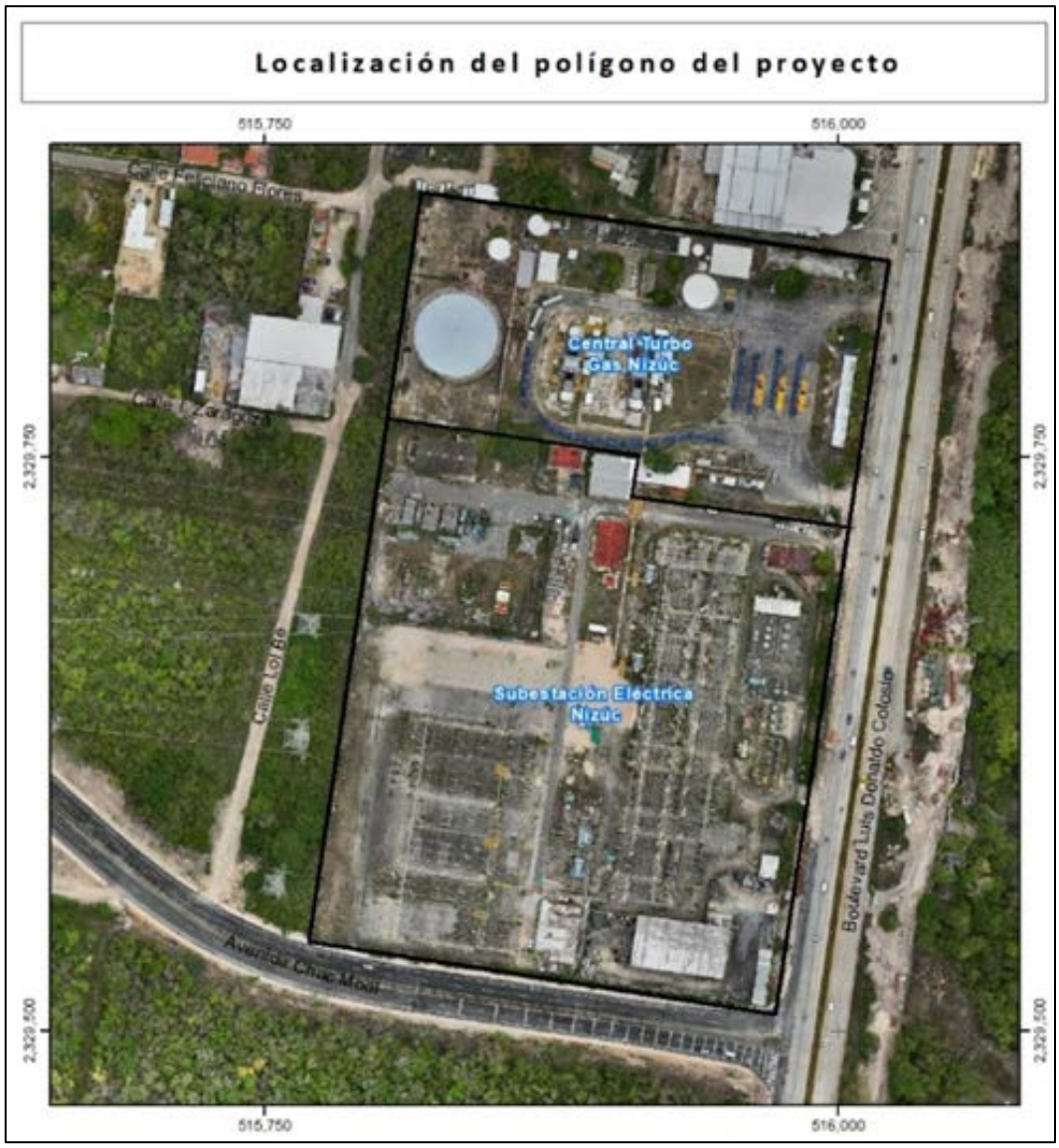


Fig. II.6. Croquis de localización de la SE y CTG Nizuc

Tabla II.4. Coordenadas de la SE y CTG Nizuc superficie total de 6.62 ha.

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	LATITUD N	LONGITUD O
CTG1	21°04'07.55"	86°50'52.14"
CTG2	21°04'07.04"	86°50'48.36"
CTG3	21°04'07.00"	86°50'48.36"
CTG4	21°04'06.99"	86°50'48.32"
CTG5	21°04'06.48"	86°50'48.40"
CTG6	21°04'06.07"	86°50'45.36"
CTG7	21°03'59.20"	86°50'46.43"
CTG8	21°04'00.13"	86°50'53.30"
CTG1	21°04'07.55"	86°50'52.14"
SUPERFICIE CTG = 2.16 Ha		

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	LATITUD N	LONGITUD O
SE1	21°04'07.55"	86°50'52.14"
SE2	21°04'07.04"	86°50'48.36"
SE3	21°04'07.00"	86°50'48.36"
SE4	21°04'06.99"	86°50'48.32"
SE5	21°04'06.48"	86°50'48.40"
SE6	21°04'06.07"	86°50'45.36"
SE7	21°04'09.83"	86°50'44.78"
SE8	21°04'10.77"	86°50'51.63"
SE1	21°04'07.55"	86°50'52.14"
SUPERFICIE SE = 4.48 Ha		

II.4. Longitudes y superficies de los componentes del Proyecto

En la **Figura II.7** y **Anexo II.3** se presenta el arreglo general del Proyecto dentro de los predios de la SE y CTG Nizuc.

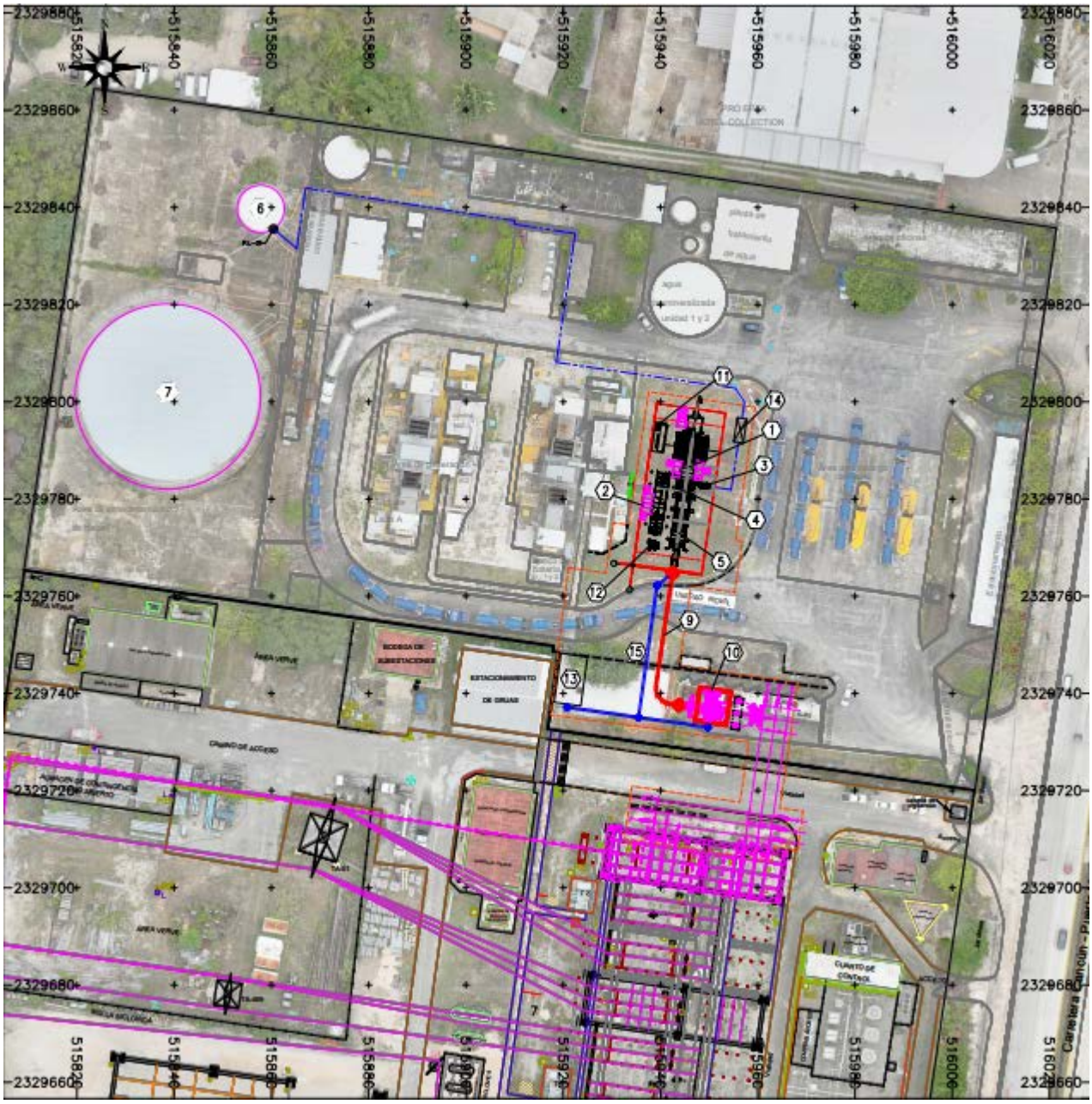


Fig. II.7. Ubicación de los componentes del Proyecto dentro de los predios de SE y CTG Nizuc

En las **Tablas II. 5, 6, 7 y 8** se presentan las coordenadas longitudes y/o superficie, según corresponda de los principales componentes del proyecto.

Tabla II. 5 línea de diésel tramo 1

Vértice	X	Y
1	515860	2329836
2	515865	2329832
3	515867	2329844

4	515910	2329837
5	515910	2329837
6	515922	2329835
7	515919	2329808
8	515955	2329803
9	515957	2329800
10	515957	2329797
Longitud = 22.09 m		

Tabla II. 6 línea de diésel tramo 2

Vértice	X	Y
1	515956.03	2329791.67
2	515954.55	2329781.91
3	515950.04	2329782.56
Longitud = 14.42 m		

Tabla II. 7 línea eléctrica

Vértice	X	Y
1	515942.52	2329765.14
2	515938.60	2329738.34
3	515947.16	2329737.09
Longitud = 35.73 m		

Tabla II. 8 transformador115 kV

Vértice	X	Y
1	515946.73	2329734.14
2	515947.82	2329741.57
3	515954.84	2329740.54
4	515953.75	2329733.11
Superficie = 53.27 m2		

II.5. Características particulares del Proyecto.

II.5.1. Preparación del sitio

En virtud de que el Proyecto se instalará en los predios de la SE y CTG Nizuc, solo se requerirá de la limpieza del terreno.

II.5.2. Instalación de la Unidad Generadora

La unidad de generación es móvil por lo que cuenta con un remolque y plataforma propio; se traslada por medio de un tracto camión que la ubicará en el sitio asignado para su instalación; una vez ubicada en el sitio, se procede a la fijación y nivelación. En las **Figura II.8**. **y 9**. Se muestran algunos ejemplos de este tipo de UMEs.



Figura II.8. Traslado de una UME.



Figura II.9. Vista de algunas unidades aeroderivadas móviles ya instaladas.

En la Figura II.10 se presenta el arreglo de la UME dentro de la CTG Nizuc.

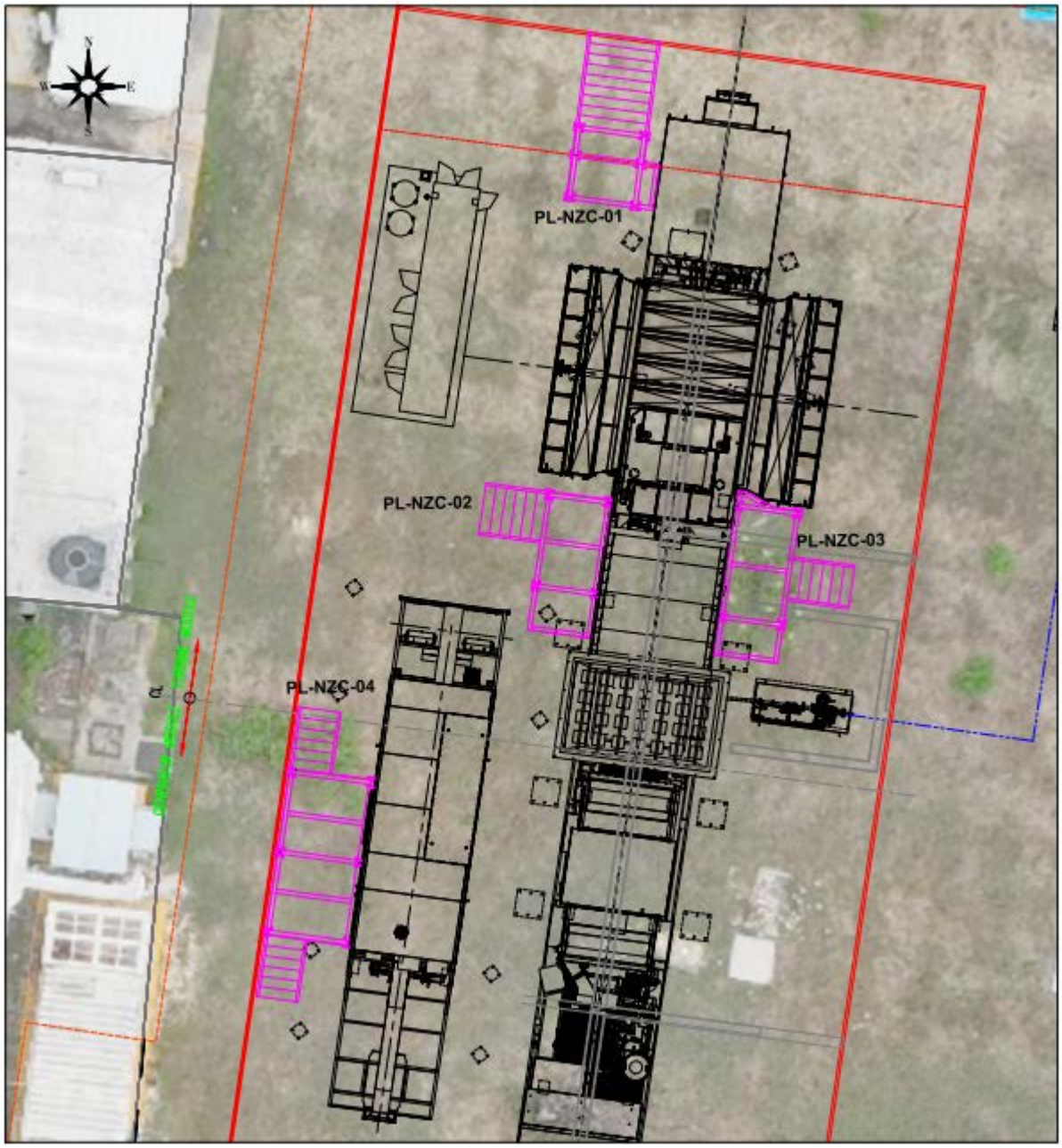


Figura II.10 UME Riviera Maya (CTG Nizuc)

II.5.4 Puesta en servicio

Una vez que se ha armado e instalado la UME, así como su conexión con la infraestructura eléctrica existente en operación y con el suministro del combustible, se realizan las pruebas de funcionamiento de cada uno de los componentes, para verificarlos, ajustarlos y calibrarlos. Asimismo, se debe asegurar que funcione adecuadamente el encendido, arranque, alimentación de diésel y generación, transformación y transmisión de electricidad.

II.7 Operación y mantenimiento

La operación es el proceso de generación de electricidad, con fines de suministro, para satisfacer con calidad, confiabilidad y continuidad el servicio público que la CFE le proporciona a la población. La operación debe obedecer las políticas de despacho que dicte el Centro Nacional de Control de Energía para satisfacer la demanda de energía.

La operación y mantenimiento de la central será realizado por un total de 35 personas, que cubren las 11 horas de todos los días de esta etapa, siguiendo las recomendaciones del fabricante, establecidas en los manuales respectivos. El servicio de guardia y vigilancia es brindado por el personal de Seguridad Física de CFE asignado a la SE y CTG Nizuc.

- La unidad de generación estará integrada por una turbina, un generador eléctrico y dispositivo compresor-cámara de combustión.
- La unidad móvil cuenta con dos carros: el carro de potencia y el carro control; cada uno con caseta acústica y silenciadores de admisión de aire y escape de gases para atenuación de ruido.
- El combustible con el que se operará será diésel.
- El enfriado de los gases de combustión será con aire, no se usará agua.
- A través del compresor se inyecta aire a presión y por otro lado se inyecta combustible en una cámara de combustión a 100 °C, de la que se generan gases de combustión que, al salir de la cámara, moverán a la turbina de potencia que tiene acoplado un generador eléctrico y, de esa manera, se genera el fluido eléctrico.
- La UME es de rápida operación, alcanzando plena potencia en menos de 10 minutos, por lo que resultan la mejor opción para atender emergencias de sistemas eléctricos de alta demanda de energía.
- La unidad de generación se conecta a la infraestructura de transmisión existente.
- Las unidades de generación se conectan al transformador para elevar el voltaje de 13.8 kV a 115 kV y, finalmente, se conectarán a la subestación de 115 kV.

En la **Figura II.11** se presenta el diagrama de flujo del Proyecto en operación.

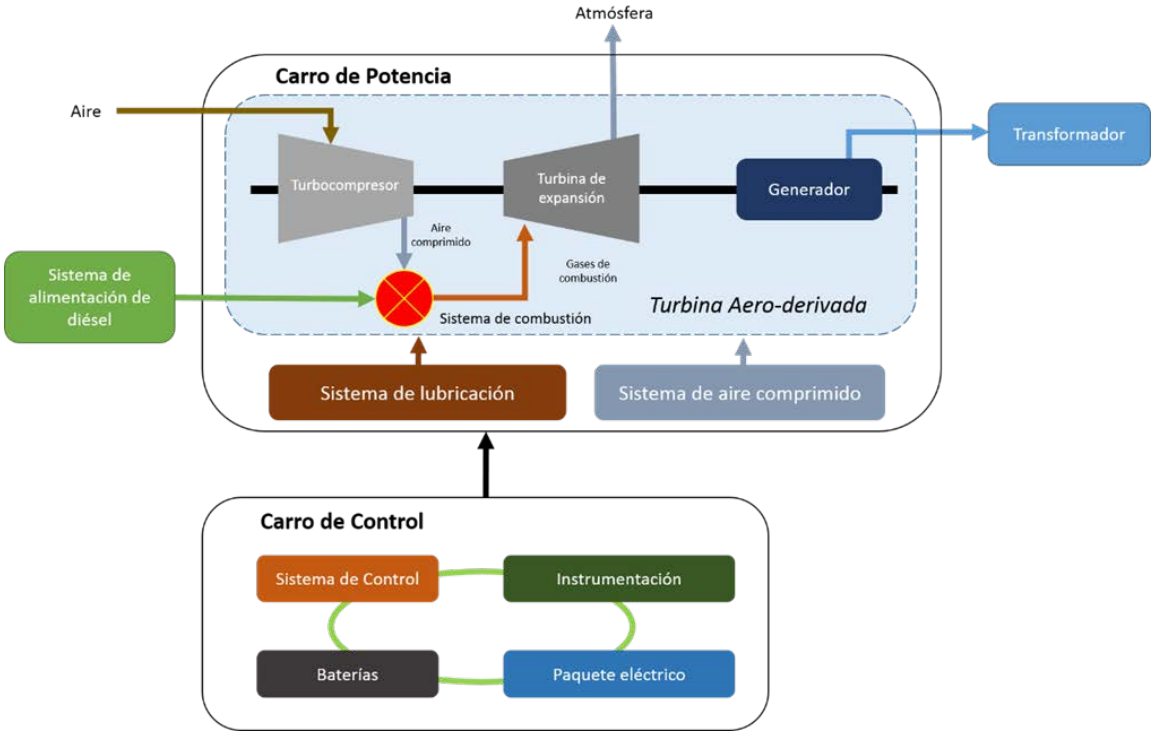


Figura II.11 Diagrama general de flujo de la UME.

II.8 Mantenimiento del Equipo

Mantenimiento. Actividad continua, altamente importante, que consiste en realizar:

a) mantenimiento preventivo,
b) mantenimiento mayor y
c) mantenimiento correctivo.

Cada concepto comprende, de manera general, lo siguiente.

a) Mantenimiento preventivo. Actividad continua que se da en supervisar y corregir presiones, niveles, temperaturas y depósitos de los diferentes equipos que lo requieran para evitar fallas de funcionamiento. En este caso, de manera general, el mantenimiento preventivo consistirá en las siguientes actividades:
   - Revisiones periódicas cada 250-500 horas de operación (cambio de aceite, filtros de aire/combustible, inspección de inyectores).
   - Limpieza del sistema de refrigeración y verificación del alternador.
   - Verificación de que la temperatura del refrigerante se mantenga dentro de un rango óptimo para evitar sobrecalentamiento o daños al motor.
   - Verificación del nivel del refrigerante para el adecuado funcionamiento del sistema de enfriamiento.

b) Mantenimiento mayor. Actividad que se da para verificar el buen funcionamiento de los equipos durante el paro de las unidades.

c) Mantenimiento correctivo. Actividad que consiste principalmente en sustituir componentes o equipos en mal estado.

II.9. Materiales y sustancias para la instalación y operación del Proyecto

II.9.1. Requerimientos de agua.

Para el proceso de generación, la CTG Nizúc cuenta con el título de concesión 12QNR100908/32EMDL17 para la extracción de aguas subterráneas, por un volumen de 745,618 m³/año para uso de generación de energía eléctrica, así como el permiso para la descarga de aguas de uso industrial por un volumen de 240,134 m³/año; ambos otorgados por un plazo de 10 años, a partir del 17 de marzo del 2017.

La UME está diseñada para operar en seco, es decir, no requiere agua para la supresión de NO_x durante la generación eléctrica. El agua se utilizará durante la preparación del sitio para humedecer el terreno y disminuir el polvo.

Durante las pruebas de puesta en servicio de la UME requerirá de agua desmineralizada; en la **Tabla II.9** se muestran los requerimientos de agua para la preparación del sitio y puesta en servicio del Proyecto.

Tabla II.9. Requerimientos de agua del Proyecto.

Etapa	Recurso empleado	Volumen	Forma de Suministro	Lugar de obtención	Utilización
Preparación del sitio	Agua no potable	11.5- 19 m³	Bombeo	Pozo	Trabajos en seco de compactación (riego y control de polvo), mezcla de concreto
Puesta en servicio	Agua desmineralizada	15.8 m³ – 25.8 m³	Bombeo	Planta desmineralizadora de la CTG Nizuc	Pruebas de inyección a la UME y lavado de compresor
Operación	Agua potable	3 L/persona-día	Garrafones	Empresa autorizada	Consumo humano

II.9.2. Materiales

En virtud de que la unidad aeroderivada se instalará sobre una plancha de concreto existente en la CTG Nizuc, no se requerirán materiales de obra civil.

II.9.3. Sustancias.

En la **Tabla II.11**, se muestran las sustancias que se emplearán para el Proyecto.

Tabla II.11. Sustancias requeridas para el Proyecto

Nombre común	Uso	Nombre técnico	Cantidad requerida
Acetileno	Corte y soldaduras de tuberías de interconexión	Etino (C_2H_2)	20 kg
Oxígeno	Comburente para soplete y limpieza técnica	Oxígeno gaseoso (O_2)	18 m^3
Nitrógeno	Purgado de línea de combustible y pruebas de hermeticidad	Nitrógeno gaseoso (N_2)	24 m^3
Aceite lubricante (sintético)	Llenado de sistemas de la turbina y reductor	Aceite sintético/mineral	1m^3
Pintura	Protección anticorrosiva y estética deuniones	Recubrimiento epóxico/poliuretano	200 L

II.10. Explosivos

El Proyecto no contempla el uso de explosivos.

II.11. Residuos

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, se estima una generación de 20 kg/día durante la preparación del sitio e instalación de los equipos y 5 kg/día durante la Operación y Mantenimiento. Estos residuos se dispondrán en el sitio autorizado por el municipio de Benito Juárez.

El servicio sanitario durante la instalación será usando los servicios sanitarios de la CTG Nizuc y/o mediante baños portátiles que facilitará el contratista para las personas trabajadoras, mientras que para la operación se utilizarán los sanitarios propios de la central.

En cuanto a los residuos peligrosos, su generación se limitará a estopas y trapos impregnadas de aceite, así como recipientes de aceites, pinturas y solventes. Independientemente del volumen en que se genere, su manejo se realizará cumpliendo estrictamente con la normatividad aplicable en la materia. En este sentido, los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente en los almacenes de residuos de la CTG Nizuc.

Específicamente, los tipos de residuos que se generan durante la realización del Proyecto, de acuerdo con su estado serán los siguientes.

- **Residuos sólidos**. Se generarán residuos sólidos como envases PET, papel, cartón, cuerdas de nylon o ixtle, así como restos de madera y residuos pétreos, mismos que son colectados y separados en los sitios donde se generen y dispuestos en lugares permitidos por las autoridades municipales competentes, o llevados a centros de reciclaje.
- **Residuos peligrosos**. Se contempla la generación mínima de residuos peligrosos como pinturas anticorrosivas, los recipientes de aceites, pinturas y solventes serán recolectados y su manejo será de conformidad con la normatividad ambiental vigente.
- **Residuos sanitarios**. Se utilizarán las instalaciones sanitarias existentes en el CTG Nizuc o se contratarán letrinas móviles, a razón de una por cada 20 trabajadores; en su caso, los desechos serán recolectados por una empresa autorizada y dispuestos en la planta de tratamiento del CTG Nizuc o en el lugar autorizado por el municipio.

En la **Tabla II.12**, se describe el manejo y disposición de los residuos generados en las etapas de operación y mantenimiento del Proyecto.

Tabla II.12. Residuos generados por el Proyecto

Etapa	Tipo de residuo	Actividad realizada	Cantidad	Manejo de residuos		
				Sitio de almacenamiento temporal	Sistema de transporte	Disposición final
Instalación	Residuos sólidos municipales	Diversos	20 kg/día	Contenedor de 6m^3	Camioneta 3 ton Empresa privada autorizada	Sitio municipal autorizado
	Pedacería metálica	Terraplenes y sistema de puesta a tierra	100 kg	Almacén de obra	Camioneta 3 ton Empresa privada autorizada	En centros de reciclaje
	Restos de cable conductor	Sistema de puesta a tierra e Interconexión eléctrica	40 kg	Almacén de obra	Camioneta 3 ton Empresa privada autorizada	En centros de reciclaje
	Madera	Diversos usos	60 kg	Almacén de obra	Camioneta 3 ton Empresa privada autorizada	En casas recicladoras o en sitio municipal autorizado
Operación y Mantenimiento	Restos de estructuras de acero	Cambió de estructuras dañadas	15 kg/año	Almacén de obra	Camioneta 3 ton Empresa privada autorizada	En centros de reciclaje
	Restos de cables y tensores	Cambio de partes dañadas	85 kg	Almacén de Obra	Camioneta 3 ton Empresa privada autorizada	En centros de reciclaje
	Aceites gastados	Mantenimiento	7,088 L	Almacén de Obra	Envases plásticos perfectamente cerrados	Se contratará a una empresa certificada y autorizada por la autoridad competente

II.12. Ruido

El ruido producido durante las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto será, principalmente, el producido por los motores de vehículos y maquinaría utilizados en la obra. En todo momento se verificará el cumplimiento de la norma *NOM-080-SEMARNAT-2018, 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*.

Durante la operación y mantenimiento el Proyecto cumplirá con los límites máximos permisibles de la *NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición*.

II.13. Emisiones a la atmosfera

Las emisiones a la atmósfera generadas por la operación del Proyecto deben cumplir con las condiciones que se establezcan en la correspondiente Licencia Ambiental Única, así como con la normatividad en materia de calidad del aire. En el capítulo V se presentan los resultados del estudio de dispersión de emisiones a la atmósfera.

El Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera se presenta en el **Anexo II.4**. En la **Tabla II.13** se presentan las máximas concentraciones totales de los contaminantes atmosféricos evaluados de manera conjunta del Proyecto y la central en operación, sumadas a las concentraciones de fondo de la línea base de la zona de estudio, estos valores son comparados con los valores límites máximos permisibles establecidos en las normas mexicanas de calidad del aire.

Tabla. II.13. Concentraciones máximas estimadas de los contaminantes evaluados.

Contaminante	Total*	LMP	% debajo de la NOM
Máximo 24 Hrs - SO2 (µg/m3)	23.40	104.8	-77.67
Máximo 1 Hr - NO2 (µg/m3)	134.8	200	-32.60
Máximo 24 Hrs - PM10 (µg/m3)	10.81	50	-78.38
Máximo 8 Hr - CO (µg/m3)	3,126.03	10,000	-68.74

*incluye concentraciones del Proyecto, más las concentraciones de la CTG Nizuc en operación y las concentraciones de fondo.

II.13.1. Generación de gases efecto invernadero

Las actividades asociadas a la generación de energía eléctrica mediante el uso de tecnología que emplea como combustible principal un hidrocarburo, adicionalmente en

las etapas de preparación del sitio y construcción, por el uso de equipos, vehículos y maquinaria, generan efectos al componente aire, fundamentalmente repercutiendo en

la calidad del aire en la cuenca atmosférica donde se ubica el Proyecto. Asimismo, además de la contaminación atmosférica, las centrales de generación convencional emitiendo Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI), tal como, Bióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) y Gases fluorados.

El Proyecto en todas sus etapas generará emisiones de contaminantes atmosféricos, así como CyGEI a consecuencia del uso de equipos, vehículos y maquinaria que trabajan con motores de combustión interna y utilizan combustibles fósiles como diésel, gasolina y gas natural.

En la **Tabla II.14** se presenta una estimación de emisiones de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI) que generará el proyecto; mientras que en la **Tabla II.15** se presentan los resultados obtenidos en la calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones.

Tabla II.14 Estimación de emisión de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI).

PROYECTO AERODERIVADA RIVIERA MAYA "CTG NIZUC"						
Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total
Días de operación	31	30	31	31	30	153
litros/dia	179,004.79	179,004.79	179,004.79	179,004.79	179,004.79	179,004.79
litros/mes	5,549,148.56	5,370,143.77	5,549,148.56	5,549,148.56	5,370,143.77	27,387,733.24

Tabla II.15 Estimación de emisión de Compuestos y Gases de Efecto Invernadero (CyGEI).



MEDIO AMBIENTE 2025 La Mujer Indígena

Calculadora de emisiones para el Registro Nacional de Emisiones

Versión 9.0
Mzo. 2025

Tus emisiones anuales son: 77,672.01 tCO_2e/año

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

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

Sector	Subsector	Actividad	Fuente de Emisión	Instrucciones	Dato de Actividad	Unidad	Emisiones GEI [tCO_2e]	Emisiones CO_2 [tCO_2]	Emisiones CH_4 [tCH_4]	Emisiones N_2O [tN_2O]
Energía	Energía_eléctrica	Generación_energía_eléctrica	Diésel	Ingrese el consumo anual de diesel en litros	27,387,733	1	77,672.01	77,418.13	3.13	0.63

II.14 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Se ejecutará un programa de desmantelamiento y rehabilitación del sitio que ocupará el Proyecto dentro de la CTG y SE Nizuc.

Dentro de dicho programa (**Tabla II.16**) se consideran como actividades principales las siguientes:

- Retiro de infraestructura y equipos
- Limpieza y acondicionamiento del predio
- Si llegará a ser necesario, se realizará restauración de suelos.

Durante la rehabilitación del predio se dejará el terreno libre de escombros y se removerán las instalaciones superficiales y enterradas.

Tabla II.16. Programa de abandono y rehabilitación de sitio.

Actividades principales	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Retiro de infraestructura y equipos												
Limpieza y acondicionamiento del predio												
Restauración de suelos												

Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se dejará el terreno libre de escombros; de igual manera, instalaciones superficiales y enterradas.

Respecto al suelo, se identificarán las áreas que potencialmente se hubieran contaminado durante la operación de las unidades, procediendo a su saneamiento.

Los residuos sólidos municipales y cascajos se trasladarán a sitios autorizados por el municipio.

Todos los residuos susceptibles de reciclar, tales como madera, metal, cartón y papel serán llevados a centros de acopio y reciclaje.

Los residuos peligrosos serán manejados estrictamente conforme a la normativa respectiva.

Contenido

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables 2
III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 2
III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 3
III.1.2- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM y RGMMC). 20
III.1.3 Programa Ordenamiento Ecológico Local (POEL) de Benito Juárez 43
III.1.4 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Ecológico y Desarrollo Urbano Sustentable de Quintana Roo (POETEDUS) 68
III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 69
III.3 Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU) 75
III.3.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022. 75
III.4 Normas Oficiales Mexicanas 82
III.5 Otros instrumentos a considerar 85
III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). 85
III.5.2 Leyes 86
III.5.3 Reglamentos 89
III.5.4 Convenios 90
III.5.6 Conclusión 99

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

En el año de 1972 en Estocolmo, Suiza, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano emite una Declaración, la cual ha sido utilizada por diversos países para desarrollar o enfocar sus programas de Ordenamiento del Territorio, con diferentes denominaciones, como un instrumento para planificar y regular en sus territorios las actividades productivas, conservar sus recursos naturales y mejorar la calidad de vida de sus poblaciones.

En México como parte de las primeras experiencias en ese sentido, se originó la Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en 1976; en ésta consideraron por primera vez aspectos ambientales del desarrollo para la planeación de los usos del suelo del territorio. Doce (12) años después, en 1988, se publicó la LGEEPA, estableciendo la atribución de la Federación para desarrollar el Ordenamiento Ecológico General del Territorio en coordinación con dependencias del Ejecutivo Federal y autoridades locales.

En el período comprendido de 1989-1994, se publicó el primer Programa Nacional de Protección al Medio Ambiente, teniendo como meta el “Proyecto de Ordenamiento Ecológico General del Territorio del país”.

Para la administración que comprendió el año 1995-2000, se incorpora como estrategia nacional de desarrollo al Ordenamiento Ecológico General del Territorio como eje central, sin tener los resultados planteados y fue hasta el 07 de septiembre de 2012 cuando se publica en el Diario Oficial de la Federación el ***Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio***, el cual se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el óptimo uso del suelo y manejo de los recursos naturales en el territorio nacional.

El concepto de Ordenamiento Territorial se refiere a la regulación y orientación de la disposición geográfica, en un espacio determinado, en este caso el territorio nacional, de las actividades productivas, de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centros de población, de las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales.

Para el caso del ordenamiento ecológico, este proporciona al ordenamiento territorial un diagnóstico de la estructura y dinámica del estado de los recursos naturales, una evaluación de los conflictos, las potencialidades y las propuestas de uso de suelo, con sus políticas y criterios ambientales.

Ahora bien, al ser el ordenamiento ecológico, un instrumento normativo básico que se apoya en la evaluación del impacto ambiental, la consolidación operativa de estos dos instrumentos traería consigo un acercamiento a los criterios de sustentabilidad del desarrollo regional y en consecuencia el ordenamiento ecológico debe ser la base para los planes y programas de desarrollo y el instrumento de la política ambiental requerido por las instituciones y la sociedad, porque:

a) Permite dar coherencia a las políticas institucionales, de administración y gestión del territorio, en particular en la coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno, y contribuye a conciliar los intereses de conservación de los recursos naturales con los de

crecimiento económico derivados de los programas sectoriales de fomento económico, desarrollo urbano e infraestructura, agrícola, ganadero, entre otros, sobre una misma plataforma de información, siendo de importancia estratégica para la solución de conflictos.

b) Simplifica y apoya la aplicación de otros instrumentos de la política ambiental, como la planeación ambiental, la evaluación de impacto ambiental, la regulación ambiental de los asentamientos humanos, las normas oficiales mexicanas, la investigación y educación ecológica.

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio** será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, en el cual se establece que "El proceso de planificación de México se articula a nivel central, es decir, lo delinea el Ejecutivo y a su vez, cada Estado Federal delinea sus propios planes federales".

Lo anterior es congruente con lo establecido en el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, en cuanto que, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio** en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

En este sentido, el gobierno mexicano, ante el evidente reto por el acelerado agotamiento de los recursos naturales que han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático, se ha visto impulsado a tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.

Es así que en el año de 2012 se publica el **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio**, cuyo objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, el de establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, **promover** la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; **promover** medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); **orientar** la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; **fomentar** el mantenimiento de los bienes y servicios

ambientales; **promover** la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; **apoyar** la resolución de los conflictos ambientales, así como **promover** la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

En términos generales, puede leerse y entenderse como que el POEGT promueve, orienta y fomenta actividades o acciones relacionadas con los recursos naturales y apoya en la resolución de conflictos ambientales. Una parte medular o importante del Programa, es que **promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad** entre los sectores de la APF **-a quienes está dirigido este Programa-** que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, **los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones** de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este Programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

Espacialmente, el POEGT actúa sobre todo el territorio nacional en su porción terrestre; administrativamente, facilita la toma de decisiones de los actores de la APF, al orientar la planeación y la ejecución de las políticas públicas; y social y económicamente, invita a establecer una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad, buscando el desarrollo sustentable.

El programa de ordenamiento ecológico general del territorio incluye la **regionalización del territorio nacional**, donde se señalan las áreas de atención prioritaria con sus respectivos lineamientos y estrategias ecológicas, así como las áreas de aptitud sectorial (artículo 26 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, última reforma publicada DOF, 31-10-2014).

Asimismo, el artículo 7 del reglamento, que hace referencia al ordenamiento ecológico de competencia federal deberá contener, entre otros puntos, el modelo de ordenamiento ecológico que contenga la regionalización o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio, y en su caso, su decreto de expedición.

En este sentido el Artículo 22 donde se describe el objeto del POEGT, deberá dar cumplimiento a la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en el Reglamento y tomando en consideración los criterios que se establecen en el artículo 20 de la Ley.

La base para dicha regionalización ecológica comprende unidades territoriales las cuales se integran a partir de los siguientes medios biofísicos:

1) Clima
2) Relieve
3) Vegetación y
4) Suelo

La interacción de estos medios determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Obteniéndose bajo este principio la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000 (figura III.1).

Por lo tanto, la UAB es una región ecológica o unidad del territorio nacional que comparten características ecológicas comunes (misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental).

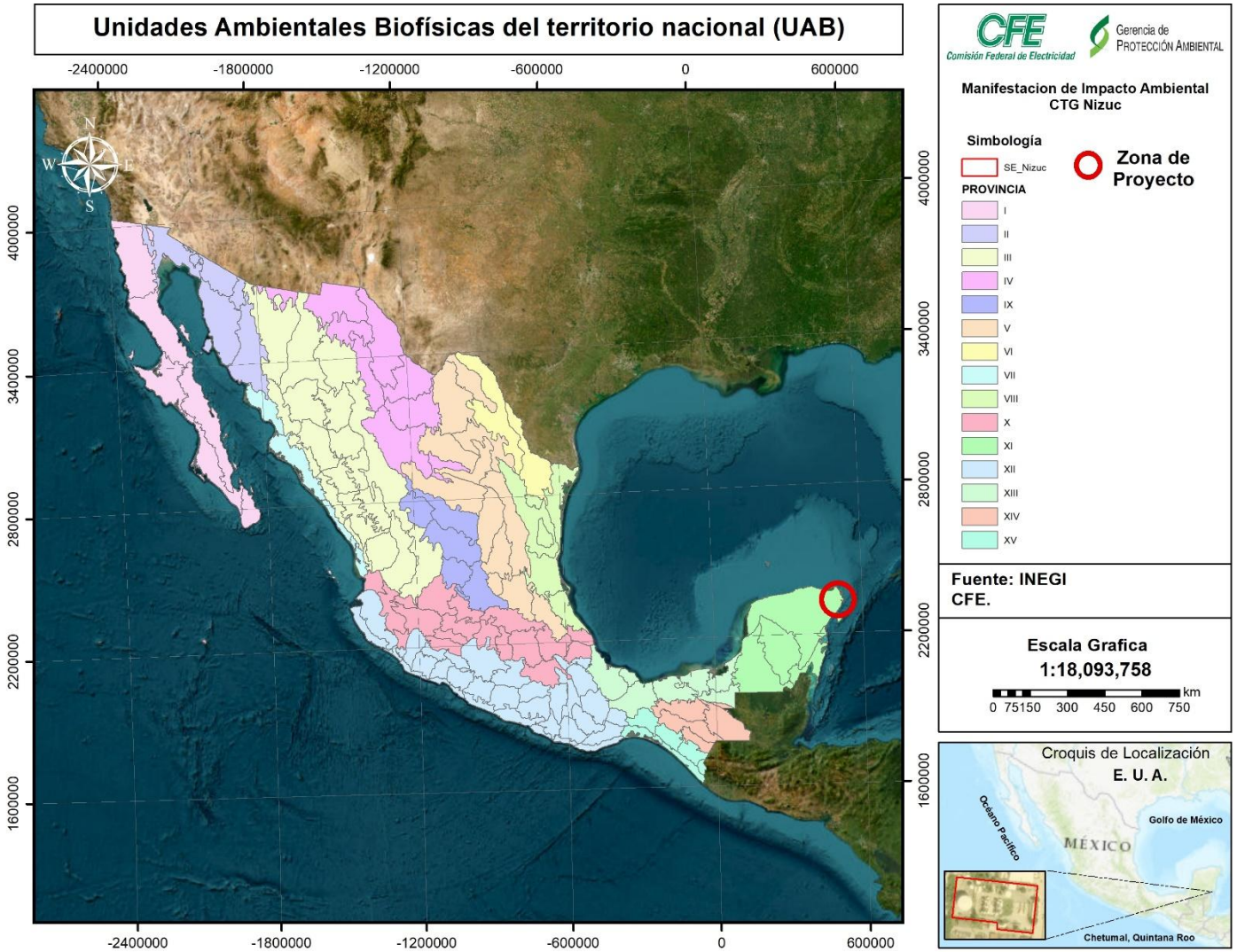
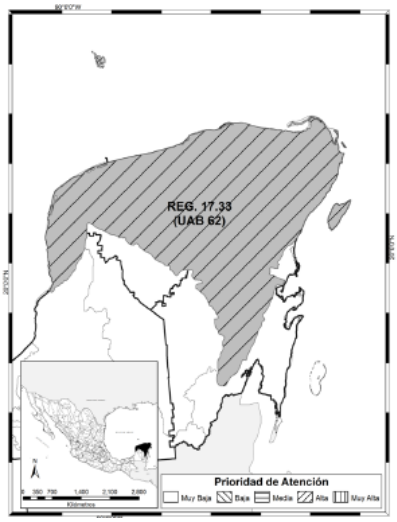


Figura III.1. Unidades Ambientales Biofísicas del territorio nacional (UAB).

De acuerdo con la zonificación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) el área del proyecto se ubica en la UAB 62. En la siguiente tabla se presentan sus características.

Tabla III.1 Características Generales de la Unidad Ambiental Biofísica 62.

UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo	
	**Localización:** Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo.
	Superficie en ha: 5,954,235.00
	Población Indígena: Maya
	Población Total 2010: 2,982,494 hab.
	Escenario al 2033: Inestable a crítico
	Política Ambiental: Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
	Prioridad de Atención: Alta

Las estrategias sectoriales establecidas para la UAB 62 son 28, distribuidas de la siguiente forma: 17 dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, 08 estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y 03 dirigida al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Tabla III.2 Estrategias sectoriales de la UAB 62.

UAB	RECTORES DE DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	ESTRATEGIAS SECTORIALES
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

En la tabla siguiente se presentan las estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio que aplican en la unidad ambiental biofísica 62 en diferentes rubros.

Tabla III.3 Estrategias sectoriales dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.
	2. Recuperación de especies en riesgo.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**9.** Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
	12. Protección de los ecosistemas.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

D) Restauración	**14.** Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**21.** Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.
	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).

Las estrategias dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana de la UAB 62 son las siguientes:

Tabla III.4 Estrategias sectoriales dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y Equipamiento Urbano y Regional	**31.** Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.
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.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.
	40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
	oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

La estrategia sectorial dirigida al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional que aplica a la UAB 62 son:

Tabla III.1. Estrategias sectoriales dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
Marco jurídico	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.
	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.

De acuerdo con las estrategias sectoriales de la UAB donde se ubicará el proyecto, a continuación, se presenta la vinculación aplicable con los trabajos y actividades que implican la implementación del proyecto.

Tabla III.6 Vinculación del proyecto con las estrategias aplicables a la UAB 62.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	• Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación in situ, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación. • Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad. • Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo. • Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	El proyecto se ubica en un área desprovista de vegetación y dentro de instalaciones de las Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc) de la CFE, su desarrollo no condiciona o contraviene el fomento y consolidación de iniciativas de protección y conservación in situ y no se tiene registro de la presencia de especies de flora o fauna silvestre, menos aún de especies listadas en alguna categoría de riesgo. En su implementación se establecerá un reglamento ambiental para prevenir y controlar posibles actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad, sin importar que estos se pudieran encontrar fuera del área del proyecto. Se implementarán acciones como el uso de letrinas móviles para asegurar la protección y conservación de los recursos hídricos.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	2. Recuperación de especies en riesgo.	• Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas 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, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo). • Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	El área del proyecto esta desprovista de vegetación y no se tiene registro de la presencia de especies de flora o fauna listadas en alguna categoría de riesgo, no obstante, se establecerá un reglamento ambiental que prevenga posibles actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad y contribuir en promover que las poblaciones de estas especies se recuperen y que el proyecto no lo condicione o mine. El proyecto no desalienta el fomento de la recuperación de especies por ninguna de sus posibles modalidades.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	• Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad. • Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad. • Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados. • Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento.	La implementación del proyecto no limita o condiciona el desarrollo del conocimiento científico ni de las posibilidades de integración de sus esfuerzos, recursos y políticas. Durante la implementación del proyecto, se impartirán platicas de concientización sobre la importancia del cuidado y conservación de los recursos naturales y el evitar su deterioro. El proyecto no limita o condiciona a ningún monitoreo de ecosistemas o de sus especies.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	• Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso. • Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	El proyecto no tiene como objeto el uso o aprovechamiento recursos naturales, especies o genes que conforman a los ecosistemas, ni lo alienta, como tampoco interfiere en el fomento de su buen uso.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	• Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos. • Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. • Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad.	El proyecto no se establecerá en áreas con estos usos de suelo y por su naturaleza, no condiciona el aprovechamiento sustentable de los mismos, ni la documentación de los casos de éxito. En su implementación se cuidará que en el desarrollo de las actividades, se garantice el estado de conservación de estos recursos.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	• Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.	El desarrollo del proyecto no interfiere con áreas de uso agrícola o infraestructura hidroagrícola y su construcción y operación, no condiciona el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	• Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena. • Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.	El área del proyecto se ubica en la zona urbana del municipio de Benito Juárez y éste no tiene como finalidad el aprovechamiento de recursos forestales y no condiciona que el mismo se realice de manera sustentable.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	8. Valoración de los servicios ambientales.	• Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos. • Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo. • Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.	Por las características del área en que se pretende desarrollar el proyecto, no se estarían perdiendo o disminuyendo elementos de la biodiversidad, directamente relacionados con la prestación de servicios ambientales como la restauración y conservación de suelo fértil o del mantenimiento y regulación de ciclos hidrológicos. No se realizará aprovechamiento ni comercio de recursos naturales y de la biodiversidad. Se realizará una valorización de los costos de la afectación a los bienes o servicios ambientales asociados a la ejecución del proyecto y establecer las medidas que garanticen que éstos no se pierdan.
	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	• Propiciar la preservación de los ecosistemas del país procurando mantener el caudal ecológico.	La implementación del proyecto y su operación no implica la explotación de cuerpos de agua de ninguna índole por lo que no se contribuye al desequilibrio de la cuenca o del acuífero y ya que el área propuesta para desarrollar el proyecto esta desprovista de vegetación, no se verían afectados los ecosistemas encargados de mantener caudales ecológicos.
	10. Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección.	• Instrumentar reglamentos para el uso del agua en cuencas y elaborar proyectos de reglamentos en acuíferos prioritarios. • Establecer proyectos de veda de agua subterránea.	El desarrollo del proyecto no impide ni condiciona la reglamentación del uso del agua, como tampoco implica el aprovechamiento de cuerpos de agua, en su caso, se garantizaría que la calidad de este recurso no se vea disminuida con su implementación.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la CONAGUA	• Contar con un programa de mantenimiento de infraestructura en las presas.	El área del proyecto y el proyecto mismo no tienen interacción con las condiciones de funcionamiento de presas de almacenamiento y no condiciona la elaboración e implementación de mantenimiento en este tipo de infraestructura.
	12. Protección de los ecosistemas.	• Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA. • Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería. • Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena. • Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección.	El área del proyecto se circunscribe dentro de la poligonal que delimita a las Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-NIZUC y no da soporte a vegetación forestal evitando la afectación a los ecosistemas, tampoco se afectan terrenos de uso agropecuario, pastizales, agostaderos, zonas forestales rurales y no se promueve o incentiva el crecimiento de la frontera agrícola y ganadera.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	• Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	Ninguna de las obras o actividades del proyecto implica el uso de plaguicidas, como tampoco hará uso de biofertilizantes, ni desincentivará el uso de estos últimos en los lugares que así lo requieran.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	• Implementar la Estrategia Nacional para la Conservación de los Suelos. • Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas. • Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción.	El área en que se pretende establecer el proyecto no da soporte a ecosistemas forestales ni actividades agrícolas, como tampoco a actividades de extracción de hidrocarburos o materiales de construcción. Las actividades deben garantizar la conservación de las características del suelo y del suelo mismo.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	• Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo con los criterios de la política turística nacional. • Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística.	Por la naturaleza y ubicación del proyecto, no se vería afectada la oferta turística en ninguno de sus diferentes servicios, como tampoco en el diseño o rediseño de instrumentos de política que lo fomenten. Todos los residuos que se generen con su desarrollo y operación serán tratados, manejados y dispuestos de conformidad con la normatividad municipal, estatal y federal en la materia.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	• Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación. • Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.	El desarrollo y operación del proyecto no condiciona la orientación de la política turística.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	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).	• Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales. • Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico.	La naturaleza del proyecto no es de índole turística y no limita el sustento de su demanda en ninguno de sus componentes.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	**31.** Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	• Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario. • Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	Con el desarrollo del proyecto se reforzará el suministro de energía eléctrica en la región para apoyar las necesidades básicas y productivas de la población, éste se enmarca en los esfuerzos extraordinarios de la CFE para atender el Protocolo Correctivo 2025, requerido por el CENACE, a fin de respaldar el Sistema Eléctrico de la Península de Yucatán. Los residuos sólidos urbanos, así como el resto de ellos, serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad correspondiente.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	• Acelerar la regularización de los predios y propiciar un desarrollo más ordenado y menos disperso, en el que se facilite la concentración de esfuerzos en zonas con ventajas competitivas. • Promover que las áreas verdes per cápita en las zonas urbanas se ajusten a los estándares recomendados por la Organización Mundial de Salud, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.	El desarrollo del proyecto reforzará el que se pueda garantizar a corto y mediano plazo la dotación de energía eléctrica, pero no incentiva el crecimiento desordenado de las ciudades. Debido al sitio donde se pretende ubicar el proyecto, se asegura que el desarrollo de esta actividad sea ordenado y no se disperse, aprovechando las ventajas competitivas que esto implica. No limita ni se desincentiva la promoción de que las áreas verdes per cápita se ajusten a los estándares recomendados por los organismos mundiales.
	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.	• Canalizar mayores recursos para promover la acuacultura rural. • Aprovechar sustentablemente la diversidad genética cuidando que no se pierdan los bosques y selvas en la producción de bioenergéticos.	El proyecto no tiene como objeto, el desarrollo de actividades del sector agroalimentario y aprovechamiento de biomasa, sin embargo, al implicar el reforzamiento de la generación de energía eléctrica, puede contribuir indirectamente a su consecución.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	• Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial. • Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.	El desarrollo del proyecto no implica actividades relacionadas con el sector económico-productivo de núcleos agrarios o localidades rurales que se les vinculen. Se ubicará en zona urbana y no limita, condiciona o desincentiva que algún grupo de la población se integren a este sector productivo.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	• Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.	El desarrollo del proyecto no condiciona el fomento del desarrollo de las capacidades básicas de las personas y para su construcción y operación no se incentiva el abandono de las infancias de sus derechos a la educación por trabajar en el proyecto.
	39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	• Promover que las personas en condiciones de pobreza tengan acceso a los servicios de salud y que asistan regularmente tanto a la atención médica como a la capacitación que llevan a cabo las instituciones especializadas.	El desarrollo del proyecto no desincentiva el uso de los servicios de salud en ningún grupo de la población, por el contrario, todo personal trabajador que participe en la construcción y operación, contará con los servicios de seguridad social que establece la Ley en la materia.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	• Impulsar políticas públicas que atiendan las necesidades de los adultos mayores, y promover cambios para que las instituciones públicas y la sociedad puedan enfrentar el envejecimiento de la población. • Elaborar un Programa de Acción Integral para Adultos Mayores que guíe a las personas hacia un envejecimiento saludable y digno.	El desarrollo del proyecto y su operación, no limitan o condicionan el que se dé impulso a las políticas públicas que atiendan las necesidades de las personas de la tercera edad, ni de ningún otro grupo de la población. El personal que labore en la construcción y operación del proyecto contará con todas prestaciones establecidas en la Ley correspondiente.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	• Procurar el acceso a redes sociales de protección a indígenas, niños y mujeres en condición de violencia, a las personas con discapacidad y a los jornaleros agrícolas, con el fin de que puedan desarrollarse plena e íntegramente. • Fortalecer las instituciones para las mujeres en las entidades gubernamentales, además de fomentar la cooperación de la sociedad, el gobierno y las instituciones académicas del territorio para prevenir, detectar y atender la violencia contra las mujeres.	El desarrollo del proyecto no condiciona la procuración del acceso a las instancias de protección de ninguna índole, ni de ningún grupo de la población, como tampoco del fortalecimiento de las instituciones gubernamentales y de la sociedad encaminadas en la prevención, detección y atención a la violencia contra cualquier grupo de la población.

GRUPO	ESTRATEGIA SECTORIAL	ACCIONES VINCULANTES CON EL PROYECTO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	**42.** Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	• Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.	El desarrollo del proyecto y el área en donde se pretende establecer no vulnera el aseguramiento a la definición y respeto a los derechos de propiedad rural.
	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	• Contribuir al desarrollo rural sustentable, integrando y manteniendo actualizada la información registral y catastral de la propiedad rural del país.	La naturaleza del proyecto no se relaciona con actividades de desarrollo rural sustentable pero no las desincentiva; no se ubica en zona rural sino en el área urbana y el predio cuenta con sus registros catastrales correspondientes.
	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.	• Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas. • Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.	Para la implementación del proyecto, de deberán observar los criterios de regulación de los tres niveles de gobierno en sus diferentes programas de ordenamiento territorial, impulsando así su cumplimiento y contribuyendo al desarrollo y crecimiento ordenado.

III.1.2- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM y RGMMC).

El POEM y RGMMC fue publicado en el DOF con fecha 24 de noviembre de 2012, responde a la importancia que se concede a la región costero-marina -por sustentar ecosistemas de valor único, como son los arrecifes coralinos, manglares, lagunas y dunas costeras, los cuales se encuentran bajo alta presión de actividades humanas-. El Área Sujeta al Ordenamiento (ASO) está integrada por dos (2) componentes, uno es el área marina y sobre ésta no incide directamente el proyecto y la otra es el área Regional, ésta abarca 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas).

El Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (MOET) se integra por Lineamientos Ecológicos (27) que reflejan el estado deseable de las UGAs (203 unidades clasificadas en

Marinas y Regionales), están orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental previamente identificadas.

A los Lineamientos Ecológicos les corresponden ciertas estrategias ecológicas y a su vez a éstas les corresponden acciones generales o específicas, las cuales le aplican o se asignan a las UGA dependiendo de sus características derivadas del diagnóstico y pronóstico y constituyen los elementos finos y directos para inducir y lograr el estado deseado (Lineamiento Ecológico) de cada UGA.

Las acciones generales (G) aplican a todas las UGA, estas Acciones se implementarán en el ASO, por los sectores participantes en el proceso de ordenamiento ecológico de acuerdo a sus atribuciones; servirán para dirigir las actividades productivas de los sectores hacia un uso sustentable de los recursos y para promover la acción intersectorial para la atención de problemas ambientales en el área.

Las acciones específicas (A) se asignan a cada UGA de acuerdo con sus diferentes características y en correspondencia con los lineamientos ecológicos. Para el caso que nos ocupa, el área que se pretende ocupar con el desarrollo del proyecto se ubica dentro de la UGA 138, como se observa en la siguiente figura III.2:

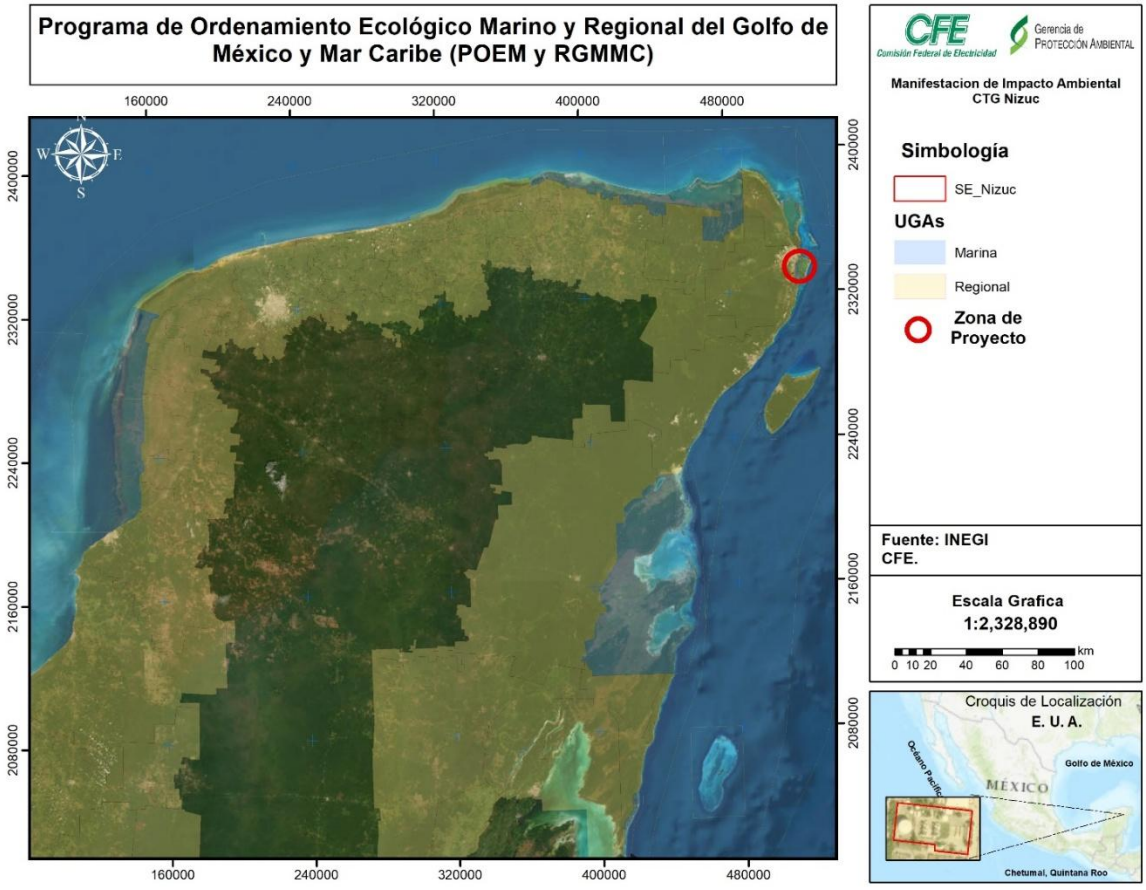
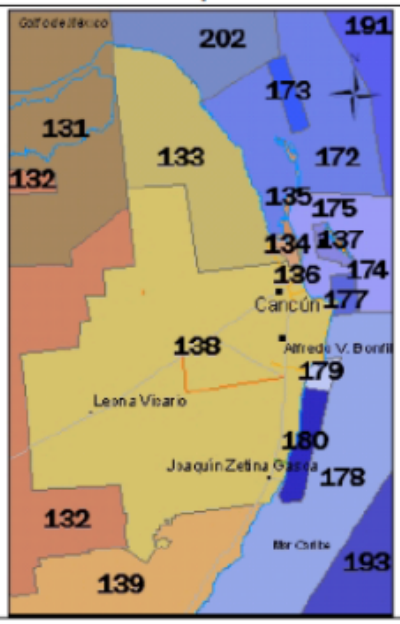


Figura III.2. Ubicación del proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM y RGMMC).

Esta UGA tiene una extensión territorial de 225,770.386 ha en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo y a la cual le aplican todas las acciones generales y ciertas específicas de acuerdo con la figura III.3:

Unidad de Gestión Ambiental #:138

Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Benito Juárez	
Municipio:	Benito Juárez	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	573,325 Habitantes	
Superficie:	225,770.386 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero	Presente	
Nota:		



A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	NA	A-027	**APLICA**	A-053	**APLICA**	A-079	NA
A-002	NA	A-028	**APLICA**	A-054	**APLICA**	A-080	NA
A-003	NA	A-029	**APLICA**	A-055	**APLICA**	A-081	NA
A-004	NA	A-030	**APLICA**	A-056	NA	A-082	NA
A-005	**APLICA**	A-031	**APLICA**	A-057	**APLICA**	A-083	NA
A-006	**APLICA**	A-032	**APLICA**	A-058	**APLICA**	A-084	NA
A-007	**APLICA**	A-033	**APLICA**	A-059	**APLICA**	A-085	NA
A-008	**APLICA**	A-034	NA	A-060	**APLICA**	A-086	NA
A-009	**APLICA**	A-035	NA	A-061	**APLICA**	A-087	NA
A-010	**APLICA**	A-036	NA	A-062	**APLICA**	A-088	NA
A-011	**APLICA**	A-037	**APLICA**	A-063	**APLICA**	A-089	NA
A-012	**APLICA**	A-038	**APLICA**	A-064	**APLICA**	A-090	NA
A-013	**APLICA**	A-039	NA	A-065	**APLICA**	A-091	NA
A-014	**APLICA**	A-040	**APLICA**	A-066	**APLICA**	A-092	NA
A-015	**APLICA**	A-041	NA	A-067	**APLICA**	A-093	NA
A-016	**APLICA**	A-042	NA	A-068	**APLICA**	A-094	NA
A-017	**APLICA**	A-043	NA	A-069	**APLICA**	A-095	NA
A-018	**APLICA**	A-044	**APLICA**	A-070	**APLICA**	A-096	NA
A-019	**APLICA**	A-045	NA	A-071	**APLICA**	A-097	NA
A-020	NA	A-046	**APLICA**	A-072	**APLICA**	A-098	NA
A-021	**APLICA**	A-047	NA	A-073	**APLICA**	A-099	NA
A-022	**APLICA**	A-048	**APLICA**	A-074	**APLICA**	A-100	NA
A-023	**APLICA**	A-049	APLICA	A-075	NA		
A-024	**APLICA**	A-050	**APLICA**	A-076	NA		
A-025	**APLICA**	A-051	**APLICA**	A-077	NA		
A-026	**APLICA**	A-052	**APLICA**	A-078	NA		

NA = NO APLICA

Figura III.3. Acciones generales descritas para la UGA No. 138

Tabla II. 7Acciones Generales y Específicas relacionadas con la observancia de los Lineamientos ecológicos y Estrategias Ecológicas que aplican a la UGA 138 del

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y que se vinculan con el proyecto.

No	Lineamientos Ecológicos	Estrategias Ecológicas	Acciones Generales	Acciones específicas
1	ASO con actividades humanas sustentables que no actúan sinérgicamente con los principales factores de Cambio Climático Global (Temperatura y Precipitación) que no alteran la estructura y funcionalidad de los ecosistemas	Adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático Global (CCG).	G006, G007, G025, G037, G038, G057,	A024
2	Alta calidad del aire en el ASO			
3	Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región	Incremento en la participación de energías limpias.	G027, G028, G029, G031, G032, G033	A033, A034, A035, A036, A037, A038
4	Mantenimiento de playas y condiciones adecuadas para la anidación de tortuga marina	Conservación de la Biodiversidad.	G003, G004, G005, G008, G009, G026	A007, A008, A009, A010 Y A 018
5	ASO con baja marginación y alto nivel de bienestar humano	Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades.	G045, G046	A059, A061
6	Formulación e implementación de planes y programas de planeación territorial, como POET, POEL, PDU y PPDU para todo el ASO, incluyendo estrategias de evaluación y seguimiento de los mismos.	Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial.	G019, G059	N/A
		Impulso a las actividades productivas.	G012, G047, G064	A074, A075, A076, A077
7	100% de residuos biológico-infecciosos con adecuada captación, manejo y disposición final en el ASO.	Manejo Integral de Residuos Peligrosos.	G053 y G058	N/A
8	100% de residuos líquidos industriales con tratamiento y disposición adecuado.	Impulso de la corresponsabilidad ambiental industrial.	G040 y G042	A021 y A062

No	Lineamientos Ecológicos	Estrategias Ecológicas	Acciones Generales	Acciones específicas
9	100% de residuos líquidos municipales con tratamiento y disposición adecuado.	Manejo Integral de descargas de agua.	G051 y G054	A063, A064, A065, A066 y A067
10	Descargas de agua emitida por las plantas de tratamiento con tratamiento terciario o con calidad adecuada para el mantenimiento de la vida silvestre y el equilibrio ecológico de acuerdo a la normatividad vigente.			
11	Capacidad para la captación, manejo y disposición final del 100% de residuos sólidos en el ASO	Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos.	G052, G056 y G058	A068, A069 y A070
12	Minimizar los problemas de inundación y azolvamiento en la cuenca.	Manejo integral del agua.	G001 Y G002	A005, A006, A100 y A019
13	Aprovechamiento sustentable de la cuenca conforme a la disponibilidad hídrica del acuífero			
14	Ausencia de infraestructura que modifique el perfil costero o los patrones de circulación y arrastre de materiales de las corrientes alineadas a la costa			
15	Emisiones de productos contaminantes del suelo por actividades industriales en el ASO controladas.	Prevención de la contaminación.	G061	A004, A020, A022, A023, A025, A026 y A046
16	Baja vulnerabilidad de la población ante los fenómenos hidrometeorológicos extremos.	Prevención o mitigación en su caso de los efectos de la ocupación de espacios amenazados por los efectos de las precipitaciones.	G015	A057

No	Lineamientos Ecológicos	Estrategias Ecológicas	Acciones Generales	Acciones específicas
		Prevención y mitigación de riesgos hacia la población.	G017, G023, G048, G049 y G050	A058 y A060
17	Ubicación de usos del suelo industrial en los Planes de Desarrollo Urbano en zonas en donde se evite el deterioro ambiental	Fomento (Promoción) de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales.	G041	A050, A051 y A071
18	Patrón ordenado de ocupación del territorio en el ASO.			
19	Ecosistemas íntegros y poblaciones con bajo riesgo ante fenómenos naturales en el ASO.			
20	Mínimo conflicto y presión de las actividades turísticas con el resto de las actividades productivas de la región, ecosistemas, bienes y servicios ambientales	Promoción y regulación de las actividades turísticas bajo esquemas de sustentabilidad.	G011	A072, A073, A078, A079, A080, A081, A082, A083, A084, A085, A086, A087, A088 y A089
		Protección de los ecosistemas costeros.	G043, G060 y G065	A012, A027, A028, A029, A030, A031 y A032
21	Estados saludables de las poblaciones de especies sujetas a algún tipo de explotación	Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías.	G044 y G063	A040, A041, A042, A043, A044, A045, A047, A048, A049, A090, A091, A092, A093, A094, A095, A096, A097, A098 y A099
22	ASO con cobertura vegetal conservada y con la mayor distribución posible.	Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal.	G016	A017

No	Lineamientos Ecológicos	Estrategias Ecológicas	Acciones Generales	Acciones específicas
23	ASO con conectividad de los ecosistemas costeros			
24	ASO con sistemas saludables de duna costera y ecosistemas asociados.	Recuperación y protección de la biodiversidad del ASO.	N/A	A016
25	Bajo o nulo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el ASO.	Regulación de las actividades agropecuarias.	G010, G021, G022 y G062	A052, A053, A054, A055 y A056
		Control de especies exóticas.	G013	A013
		Promoción de la Conservación y Restauración de los bosques y selvas del ASO.	G014 y G024	A011, A015
		Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales.	G018, G020, G039 y G055	A014
26	Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Aprovechamiento sustentable de la energía.	G030, G034. G035 Y G036	N/A
27	Control eficiente en el manejo y comercialización de agroquímicos en el ASO	Utilización Responsable de Agroquímicos.	N/A	A001, A002, A003 y A039

En la siguiente tabla se desarrolla la vinculación del proyecto con las Acciones Generales establecidas en el POEM y RGMMC.

Tabla III.8 Vinculación del proyecto con las Acciones Generales del ASO del POEM y RGMMC

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
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.	El desarrollo del proyecto no implica el aprovechamiento o explotación de cuerpos de agua. Durante su operación se hará uso de las instalaciones de las Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc), las cuales, cuentan con tecnologías de uso eficiente del agua como son sanitarios ahorradores o mingitorios secos.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El desarrollo del proyecto no limita o contraviene la promoción de pagos por servicios ambientales.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no incentiva el comercio de especies de extracción, ni condiciona la creación de UMA para producción de especies.
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).	Durante el desarrollo del proyecto se establecerá un reglamento ambiental interno que prohíba el aprovechamiento o extracción de especies de flora y fauna sin importar si se encuentran o no listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dicha prohibición será de observancia obligatoria tanto dentro como fuera del área del proyecto. Asimismo, se precisa que el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no corresponde a un terreno forestal.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Dadas las condiciones del área en que se pretende establecer el proyecto no se afecta ni aprovecha germoplasma. Por su naturaleza, no limita o condiciona la creación de estos reservorios.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Se contarán con programas para la prevención, reducción y mitigación de emisiones a la atmosfera de acuerdo con la legislación aplicable para fuentes fijas y móviles.

No	Acciones Generales	Vinculación con el 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.	Se contarán con programas para la prevención, reducción y mitigación de emisiones a la atmosfera de acuerdo con la legislación aplicable para fuentes fijas y móviles.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El desarrollo del proyecto y su operación no implican el uso de OGM, como tampoco incentiva el uso de éstos sin la atención a la legislación vigente.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Dadas las condiciones del área del proyecto, no se vería fragmentado el hábitat, aunado a que éste no corresponde al rubro de comunicaciones terrestres.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no implica la expansión de este tipo de uso de suelo en detrimento de áreas naturales, como tampoco incentiva la expansión de cualquier otro a dichas áreas.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto no se ubicará en áreas de ecosistemas costeros, no obstante, se aplicarán las medidas de prevención y mitigación citadas en el apartado VI de este documento.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto se pretende desarrollar dentro de la Central de Turbo Gas Nizuc, un área ya perturbada.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El desarrollo del proyecto y su operación no implican la introducción de especies de flora o fauna invasoras o de ningún otro tipo.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El desarrollo del proyecto y la naturaleza del mismo no desincentiva las actividades de reforestación en los márgenes de los ríos, ni implica la afectación de la existente.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no se ubica sobre márgenes de cauces de ríos ni en zona inmediata a estos.

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El desarrollo del proyecto no se ubica sobre laderas de montaña y no implica la afectación de vegetación forestal.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no implica actividades agrícolas y se ubicará en un predio prácticamente plano.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las 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.	El desarrollo del proyecto y su operación no afecta vegetación forestal de ningún tipo, en su caso no incentiva tales acciones ni condiciona la recuperación de la vegetación en los márgenes de cauces naturales.
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.	Se observará lo establecido en el plan de desarrollo urbano municipal correspondiente, incluyendo lo que se disponga referente a cambio climático en los asentamientos humanos.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El desarrollo del proyecto y su operación no afecta vegetación forestal de ningún tipo y no condiciona ni limita que se recupere o mantenga la vegetación natural en riberas de ríos y sus zonas inundables asociadas.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El desarrollo del proyecto no implica actividades extractivas.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El desarrollo del proyecto no implica actividades extensivas.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El desarrollo del proyecto no hace uso de especies de ningún tipo y no propicia el uso de especies que puedan convertirse en plagas.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se verán afectadas áreas con vegetación forestal, la operación del mismo no limita o impide la promoción de acciones de forestación y reforestación.

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El desarrollo del proyecto y su operación no tienen como fin el desarrollo de actividades productivas mediante el uso de especies de ningún tipo, nativas o no nativas.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El desarrollo del proyecto y su operación no impiden o limitan la identificación de áreas de importancia para mantener la conectividad ambiental y se estima que no constituye un factor para modificar los gradientes altitudinales.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El proyecto implica el hacer uso de equipos de generación de energía más eficientes para disminuir el consumo de diésel.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El desarrollo del proyecto y su operación no desincentiva el uso de energías renovables.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El desarrollo del proyecto y su operación no desincentiva el aprovechamiento sustentable de la energía.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El proyecto implica el hacer uso de equipos de generación de energía más eficientes.
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.	La operación del proyecto hace necesario el uso de combustibles de origen fósil. No limita o impide la promoción de sustitución a uso de combustibles limpios.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El desarrollo del proyecto no desincentiva la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El desarrollo del proyecto no limita o condiciona la promoción de investigación o desarrollo de tecnologías limpias.
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 desarrollo del proyecto implicará un incentivo para el mayor consumo de energía en viviendas o edificaciones.

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El desarrollo del proyecto no condiciona el establecimiento de medidas que incrementen la eficiencia energética en instalaciones domésticas.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El desarrollo del proyecto no condiciona el establecimiento de medidas que incrementen la eficiencia energética en instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El desarrollo del proyecto no impide o condiciona la elaboración de modelos de evaluación de sostenibilidad de producción de cultivos.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El desarrollo del proyecto no condiciona el que se pueda evaluar el potencial del suelo para la captura de carbono y no limita, condiciona o modifica tal potencial.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El desarrollo del proyecto no contraviene la promoción o fortalecimiento de la formulación o cumplimiento de los ordenamientos ecológicos locales.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No se desincentiva la participación de la industria en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental, en su momento se evaluará el sumarse a la misma.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No se desincentiva la elaboración, actualización o modificación de los Programas de Desarrollo Urbano de los centros de población.
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 se desincentiva la inclusión de la industria en el RETC, en su momento se evaluará el sumarse al mismo.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización	El desarrollo del proyecto no incide sobre actividades pesqueras o de acuacultura y no obstruye el derecho u obligación de la

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	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 Acuacultura Sustentable.	SEMARNAT a la observancia del contenido del Programa de Ordenamiento.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El desarrollo del proyecto no incide en actividades pesqueras ni en ninguna de sus cadenas productivas.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No se limita o condiciona la consolidación del servicio de transporte público en ninguna de sus modalidades ni localidades.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El desarrollo del proyecto no incide ni condiciona la ampliación o construcción de infraestructura de ningún tipo.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El desarrollo del proyecto no condiciona o limita el impulso en la diversificación de las actividades productivas.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	No se desincentiva la instrumentación y apoyo de campañas de prevención de eventualidades por desastres naturales, en su caso, se formará parte de tales actividades de acuerdo a la naturaleza del proyecto.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Dada la naturaleza del proyecto, se estará en coordinación con esta entidad y de ser el caso se formará parte de los comités.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El proyecto no impide o condiciona la promoción de estas características para las casas habitación.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante el desarrollo del proyecto y su operación se observará el adecuado manejo y disposición de los RSU que se generen, siempre en cumplimiento a la normatividad aplicable.

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El desarrollo del proyecto no condicionará la implementación de este tipo de campañas, de ser el caso, atenderá cualquier requerimiento al respecto.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El desarrollo y operación del proyecto no implican el uso o reúso de aguas residuales tratadas, como tampoco limita o impide que se instrumenten programas o mecanismos para ello.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Dada la naturaleza del proyecto, sus actividades y procesos no generan descargas de tipo industrial u otro tipo, que deban pasar previamente por plantas de tratamiento. No se desincentiva la promoción, en el sector industrial o cualquier otro sector, de la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.
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 desarrollo del proyecto no implica la remoción parcial o total de vegetación forestal ni el aprovechamiento de recursos forestales de ningún tipo.
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.	Los residuos que se generen durante el desarrollo y operación del proyecto serán manejados, tratados y dispuestos de conformidad con la normatividad en la materia, según la naturaleza de los mismos.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El desarrollo del proyecto no condiciona la realización de estudios sobre problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y	El desarrollo no requiere del registro y autorización para importación de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

No	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	
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.	El área del proyecto no se ubica dentro de alguna ANP de carácter federal, estatal o municipal.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El desarrollo del proyecto no implica la implementación de infraestructura costera, ni la afectación de vegetación acuática.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El desarrollo del proyecto no implica la implementación de infraestructura costera, ni la contaminación del ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	La naturaleza del proyecto consiste en el desarrollo de actividades agropecuarias, en su caso no condiciona el que se implementen procesos de mejora de las mismas.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No se limita o condiciona la elaboración de ordenamientos de ninguna naturaleza, ni su vinculación con los ordenamientos ecológicos.
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.	La naturaleza del proyecto no corresponde con actividades de construcción de caminos, puentes o vías férreas y su implementación no modifica el comportamiento hidrológico de los flojos subterráneos o superficiales.
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.	El área del proyecto no se ubica dentro de alguna ANP de carácter federal, estatal o municipal.

Tabla III.9 Vinculación de las acciones específicas aplicables a la UGA 138.

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El desarrollo del proyecto no contribuye ni implica el incremento de pérdida de agua en su proceso de distribución. Durante su operación, de requerir de estos servicios se asegurará que tales pérdidas no se presenten.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El área del proyecto año con año está expuesta a ser afectada por fenómenos naturales que se forman en el océano Atlántico y mar Caribe, tales como ondas, tormentas y depresiones tropicales, así como huracanes, de existir las condiciones, se promoverá el uso de aguas grises durante su operación.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El desarrollo del proyecto y su operación no limitan o condicional la constitución de áreas de conservación o ANP
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto no implica actividades de ningún tipo en zonas de anidación de tortugas marinas.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El desarrollo del proyecto no implica actividades de ningún tipo en zonas de anidación y reproducción de tortugas marinas. No condiciona ni obstruye la inspección y vigilancia en estas zonas ni en ninguna otra.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El proyecto no limita, condiciona u obstruye las actividades de conservación de ningún tipo de especie.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto no se relaciona con actividades agropecuarias y no implica la afectación de vegetación forestal, así como no incentiva el avance de la frontera agropecuaria.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de	El proyecto se ubica en zona urbana municipal y fuera de áreas con dunas costeras, no afecta vegetación natural de ningún tipo.

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	
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.	El proyecto y su operación no implica actividades marítimas y no se hará uso de ningún tipo de especie de flora o fauna nativa o no.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El área del proyecto no incide sobre manglares u otros humedales y no limita, condiciona o se opone a la realización de campañas de restauración, reforestación y recuperación de estos u otros ecosistemas.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El área del proyecto se ubica fuera de dunas arenosas y no limita ni obstruye el impulso de reubicación de instalaciones de estas áreas.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto se ubicaría dentro del predio de las Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc), en zona urbana y no se tiene identificado como un área potencial para formar algún corredor biológico. No limita ni condiciona el que se establezcan estos corredores ni de los que ya puedan existir.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El desarrollo del proyecto no afecta vegetación forestal de ningún tipo. No se contraviene el establecimiento e impulso de programas de restauración o reforestación de zonas degradadas.
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-	En el área del proyecto no se tiene registro de especies de flora o fauna listadas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Su desarrollo y operación no contraviene el que se promuevan acciones de protección y recuperación de estas u otras especies de interés.

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Se establecerá un reglamento interno y platicas de sensibilización sobre la importancia de la conservación de estas especies.
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 residuos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia y de acuerdo con la naturaleza de los mismos. Se establecerán las medidas necesarias para asegurarse de que no se presenten fugas de sustancias que impliquen la necesidad de realizar remediación de sitios.
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.	Se desarrollarán e implementarán los mecanismos de control de emisiones, descargas al agua y derrames en suelos de conformidad y en cumplimiento con la normatividad aplicable, lo cual se refiere de manera amplia en el apartado de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El desarrollo del proyecto no implica actividades en zonas o aguas costeras y con su operación no se prevé la afectación de éstas con o por hidrocarburos.
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.	Para el desarrollo del proyecto se consideran las medidas necesarias para prevenir el riesgo de contaminación del suelo por las actividades tanto en su etapa de construcción como de operación. Estas son referidas en el apartado correspondiente de este documento.
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.	Se hará el uso de las tecnologías que permitan reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire. En el apartado correspondiente se manifestarán las medidas prevención, mitigación y compensación, según sea el caso.

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
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.	Los residuos peligrosos que llegarán a generarse, así como el resto de los residuos, serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia.
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 no desincentiva el uso de tecnologías limpias y ambientalmente amigables por parte del sector industrial.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El área del proyecto se ubica fuera de zona de playas y su operación no significará la perturbación de estas zonas.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas que eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El área del proyecto se ubicará fuera de estas zonas y su operación no significará efectos negativos en su estructura y función.
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.	El área del proyecto se ubica fuera de la zona de perfil de la costa y no interfiere con los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a estas.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que	El área del proyecto no interactúa con la zona de perfil costero. Su operación no condiciona la

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	generación de tecnologías para minimizar su afectación.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El área del proyecto se encuentra fuera de barras arenosas que limitan sistemas lagunares costeros y su operación no tiene interacción con las mismas.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El desarrollo del proyecto y su operación no implican la modificación de las características naturales, físicas y químicas de playas o dunas costeras y se ubica fuera de estas zonas.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no limita o condiciona el aprovechamiento de la energía eólica. Se considera que con su operación no se afectan corredores de especies migratorias.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El desarrollo del proyecto no limita o condiciona la generación de energía solar.
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.	El desarrollo del proyecto no limita o condiciona el uso de residuos agrícolas para la generación de energía. No se ubica en una zona que pueda considerarse como región seca.
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.	El proyecto no implica actividades de pesca de ningún tipo, en su caso no condiciona el que se promueva la sustitución de actividades extractivas por productivas.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no implica actividades de pesquería de ningún tipo, ni limita la diversificación de explotación de especies por estas actividades.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en	El proyecto no corresponde con embarcaciones de ningún tipo, en su caso, los residuos que se generen durante su construcción y operación serán manejados y dispuestos de conformidad con la

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	normatividad aplicable y de acuerdo con su naturaleza.
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.	El proyecto no es de naturaleza pesquera y no condiciona la redimensión y ajuste de flotas de este tipo de actividad.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El proyecto no es de naturaleza pesquera, turística o portuaria y no de desincentiva la construcción, modernización o ampliación de infraestructura de apoyo a estas actividades.
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.	El proyecto no limita o condiciona el desarrollo del programa de desarrollo urbano o conurbación para dotar de servicios a comunidades rurales o no.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto no limita o condiciona la construcción de vías de comunicación de ningún tipo.
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.	El desarrollo del proyecto no implica actividades agrícolas o de uso de la tierra, su implementación y operación no limitan o impiden el uso de prácticas o tecnologías que favorezcan la captura de carbono.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no implica actividades de tipo extractivas de ninguna clase y no incentiva el desarrollo de las mismas.
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.	El proyecto no implica el uso de tecnologías extensivas ni promueve su uso.

No	Lineamiento	Vinculación con 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.	El desarrollo del proyecto no constituye una limitante para la coordinación de programas de gobierno que apoyen actividades de cualquier sector productivo.
A057	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto no implica actividades de agrícolas y no limita la identificación e implementación de cultivos aptos a los cambios de las condiciones ambientales.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El proyecto no constituye una limitante para realizar o ejecutar campañas de reubicación de personas de zonas de riesgo, ni promueve la ocupación de estas zonas por ningún grupo de la población.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto no se ubica en zonas de conservación o desarrollo sustentable, si no en zona urbana.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El proyecto no condiciona el establecimiento y mejora de sistemas de alerta temprana de estos eventos ni de cualesquiera otros.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto se ubicaría en zona urbano y no en alguna localidad marginada, no impide en que se puedan mejorar las condiciones de vivienda e infraestructura de este tipo de localidades.
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 no impide o condiciona el fortalecimiento o consolidación de las capacidades organizativas y de infraestructura para el adecuado manejo y disposición de residuos de cualquier naturaleza. Aquellos que se generen con su construcción y operación, serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El desarrollo del proyecto no constituye una limitante para la instalación de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales o de la optimización de las existentes.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección	El desarrollo del proyecto no limita las actividades de conexión de viviendas a sistemas de recolección de aguas residuales o a plantas de tratamiento.

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El desarrollo del proyecto no limita la implementación de programas de recuperación o mejoramiento de suelos mediante el uso de cualquier material y su operación no implica actividades que por sí mismas provoquen su deterioro o contaminación.
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.	El desarrollo del proyecto no limita el incremento en la capacidad de tratamiento terciario de efluentes y su operación no implica actividades de inyección de aguas al manto freático como tampoco al suelo u otros cuerpos de agua.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El área del proyecto se ubica en una zona en la que a lo largo de cada año se presentan eventos meteorológicos que dejan copiosas lluvias, en su caso no desincentiva el desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en ninguno de los sectores de la población ni para cualquier tipo de actividad.
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.	Los residuos que se generen con la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos según su naturaleza y dando cumplimiento con la normatividad en la materia.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Los residuos que se generen con la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos según su naturaleza y dando cumplimiento con la normatividad en la materia.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El desarrollo del proyecto no limita ni condiciona la ejecución de campañas de recolección y disposición de residuos de cualquier índole y en cualquier zona.
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	De ser el caso, se participará en las acciones coordinadas para reducir las afectaciones a los ecosistemas con los diferentes sectores involucrados.

No	Lineamiento	Vinculación con el proyecto
	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.	El proyecto no implica la afectación de vegetación forestal de ningún tipo.
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.	El proyecto no corresponde con desarrollos turísticos y no condiciona la certificación de buenas prácticas de estos por cualquier ente o mecanismo certificador.
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (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.	El proyecto no implica ni interfiere en la construcción, modernización o ampliación de infraestructura portuaria, sin importar el tamaño de la misma o al sector a que pueda estar destinada.
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.	El proyecto no implica ni interfiere en la construcción, modernización o ampliación de infraestructura portuaria, sin importar el tamaño de la misma o al sector a que pueda estar destinada.

III.1.3 Programa Ordenamiento Ecológico Local (POEL) de Benito Juárez

El POEL de Benito Juárez se publicó en julio de 2005 y se actualizó el 27 de febrero de 2014, en el nuevo ordenamiento se construyó un MODELO que vincula por primera vez los

instrumentos de política ambiental y urbanos vigentes como son las áreas naturales protegidas y el programa de desarrollo urbano. Cabe decir que el actual POEL del municipio de Benito Juárez, comprende la extensión territorial del municipio de Puerto Morelos, creado el 05 de noviembre de 2015 con superficie segregada del primero y dado que a la fecha no se ha publicado algún programa de ordenamiento para el municipio de reciente formación, se sigue aplicando al mismo, el POEL del Benito Juárez.

El Modelo de ordenamiento está conformado por 28 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y a cada una de estas le aplican una Política, Lineamientos, Usos de suelo, Estrategias y Criterios de Regulación Ecológica.

Las Políticas que abarca el POEL son cinco, 1) Conservación (para una superficie de 30,210.53 ha); 2) Aprovechamiento Sustentable (para una superficie de 50,411.37 ha); 3) Protección (para una superficie de 75,397.85 ha); 4) Restauración (para una superficie de 7,403.13 ha) y 5) Preservación (para una superficie de 34,459.15 ha).

De acuerdo con la ubicación del proyecto que nos ocupa, éste se pretende establecer dentro del área asignada a la UGA 21 denominada Zona Urbana de Cancún, la cual ocupa una superficie de 34,937.17 ha.

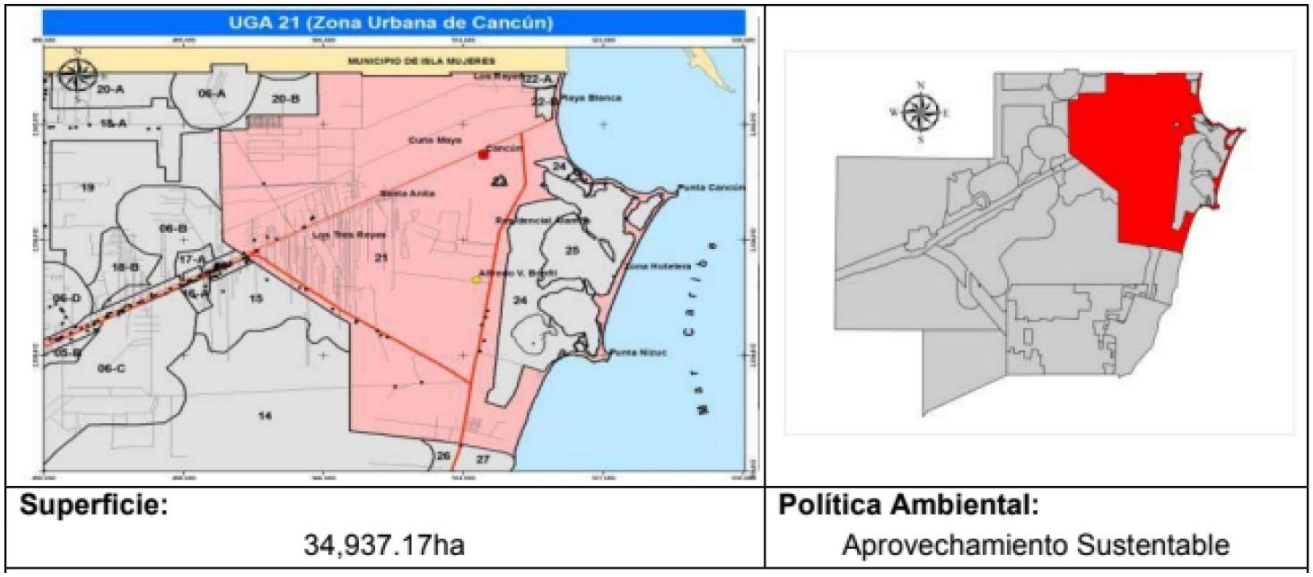


Figura III.4. Localización general de la UGA 21 del POEL-BJ

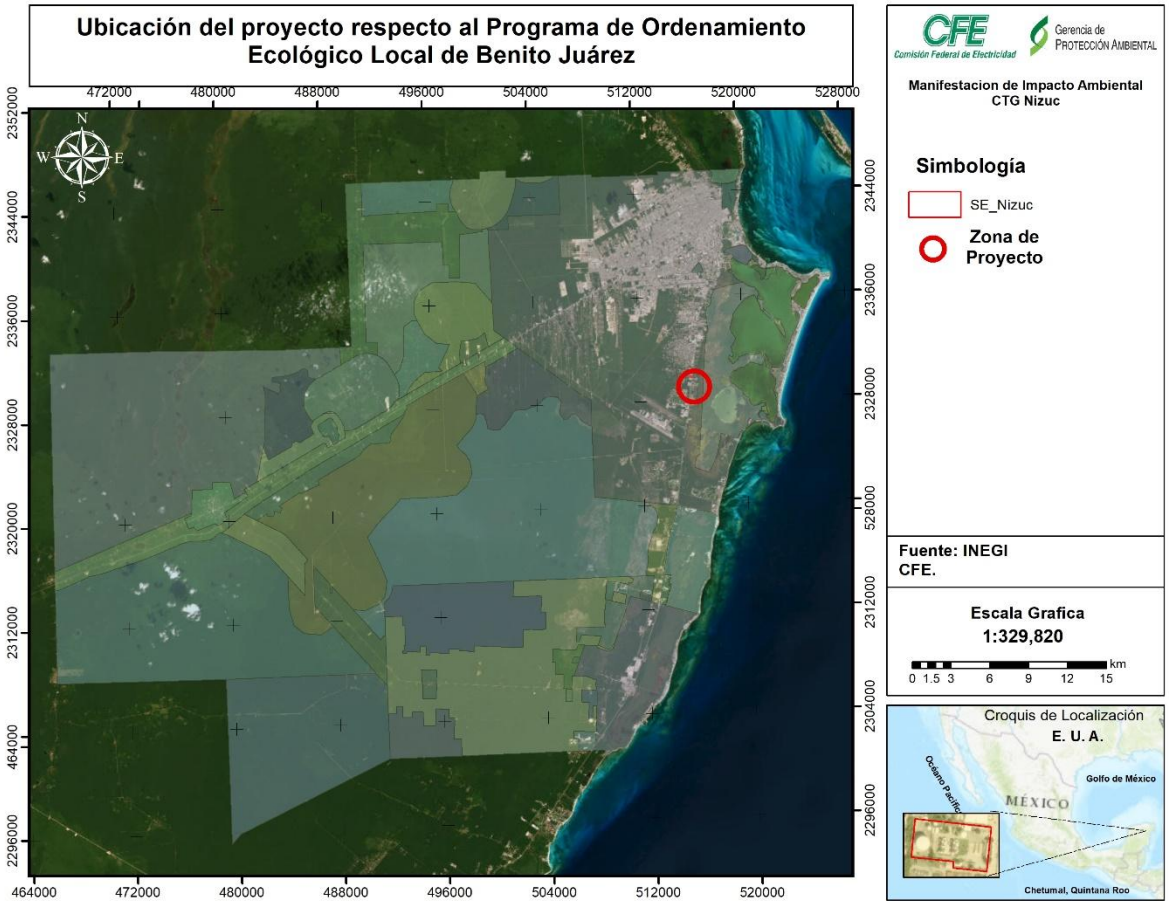


Figura III.5. Ubicación del proyecto respecto al POEL de Benito Juárez.

A esta UGA le aplica la política de Aprovechamiento Sustentable, la cual es asignada cuando la unidad ambiental presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles y en donde a dichas actividades se contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función de los ecosistemas y sus principales procesos prioritarios, promoviendo la permanencia o tasa de cambio de uso de suelo actual. Está se refleja principalmente en las zonas urbanas y de reserva urbana futura.

En este caso, los criterios de asignación para la política de Aprovechamiento Sustentable aplican a los polígonos de los centros de población que en su momento fueron determinados por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable (PMDUS) y corresponden a las UGA 02, 12, **21** y 28, en donde el umbral máximo de desmonte en % para cada una, así como la superficie de conservación, se determinan según se establezca en el Programa de Desarrollo Urbano.

Está UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUSBJ), el cual fue aprobado por el H. Cabildo Municipal y publicado en la Gaceta Municipal el 26 de diciembre del 2012 y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 08 de marzo de 2013 y en la superficie que ocupa la UGA se tienen identificados y clasificados los siguientes usos de suelo.

Tabla III.10 Usos de suelo que conforman la UGA 21.

CLAVE	Uso de suelo o condiciones de vegetación	Hectáreas	Porcentaje
ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin Vegetación Aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento Humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle Chaparro y graminoides	363.84	1.04
CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral Costero	36.18	0.10
	TOTAL	**34,937.17**	**100.00**

Esta UGA 21, tiene por objetivo el regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro. En este caso, cabe recordar que el desarrollo del proyecto no implica la afectación de vegetación forestal.

Problemática General consiste en la presión a los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.

Con la atención y observancia de los Lineamientos Ecológicos, se pretende contener el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales, así mismo que las autoridades competentes propicien 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, así como 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.

Para lo anterior, se consideran como recursos y procesos prioritarios en esta UGA al Suelo y la Cobertura Vegetal, en donde los Parámetros de aprovechamiento, los Usos Compatible y Usos Incompatibles estarán sujetos a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente y los criterios de regulación ecológica que le aplican a la UGA 21, son todos los criterios generales, además de los de aplicación específica contenidos en la siguiente tabla.

Tabla III.11 Criterios ecológicos de aplicación específica a la UGA 21 del POEL de Benito Juárez.

Recursos y procesos prioritarios	**Clave**	**Criterios de Regulación Ecológica**											
Agua	URB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		13	14	15	16	17							
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

En las siguientes tablas se refiere como con el desarrollo y operación del proyecto se da cumplimiento con los criterios de regulación ecológica o bien como no se contraviene a lo señalado por los mismos.

Tabla III.12 Vinculación del proyecto con los criterios ecológicos generales aplicables a la UGA 21 del POEL-BJ.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en 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).	La construcción y operación del proyecto no implica el desarrollo o establecimiento de cultivos, jardines, reforestaciones ni manejo de vegetación nativa o cualquier otra actividad a la que haya que dar tratamiento de plagas o enfermedades, en su caso, las técnicas u uso de sustancias será acorde al catálogo vigente emitido por la CICOPLAFEST.
CG-02	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. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	El desarrollo del proyecto y su operación no implica el uso de agroquímicos, mucho menos de manera rutinaria o intensiva, por lo que la calidad del agua del subsuelo no se vería afectada.
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	El desarrollo del proyecto no implica la afectación o aprovechamiento de especies nativas y su operación no limita o condiciona que se concrete la restauración de cobertura vegetal y conservación de suelos en las áreas sin vegetación que no hayan sido autorizadas para algún tipo de aprovechamiento.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de	El proyecto se ubicaría dentro del predio de las Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc), en el cual ya existen instalaciones de drenaje sanitario y si bien la nueva instalación requiere de la ocupación de 4,158.53 m^2, en ésta se instalará el drenaje pluvial que canalice los escurrimientos, los cuales estarán libres de sustancias como grasas, aceites o cualquier otra que afecte o modifique la calidad del agua.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
	estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites	En el apartado correspondiente se manifestarán las medidas prevención, mitigación y compensación, según sea el caso.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	Se acatará lo dispuesto en este artículo de la Ley o bien lo que se indique en alguna disposición jurídica que la sustituya.
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual	El proyecto se pretende ubicar dentro de la poligonal de la Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG- Nizuc), en un área desprovista de vegetación, con ello se evita prescindir de espacios ocupados por ésta y en consecuencia el que se fragmenten los ecosistemas o el aislamiento de sus poblaciones.
CG-07	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 50 metros, con excepción de áreas urbanas	Para el desarrollo del proyecto y su operación no se requiere de la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que interrumpa la conectividad ecosistémica; además la Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc) se encuentra en zona urbana.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	En el predio en donde se pretende establecer el proyecto no se tiene presencia de humedales, rejolladas inundables, peténes, cenotes ni cuerpos de agua superficial.
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma	El proyecto se ubicaría en la UGA 21 "Zona Urbana de Cancún" y no implica el desmonte de ningún tipo de vegetación, así como habilitación de algún cercado o bardas.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
	perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	Para la implementación del proyecto y su operación no es necesaria la construcción de nuevos caminos de acceso.
CG-11	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 lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	El desarrollo del proyecto no implica el desmonte de ningún tipo de vegetación.
CG-12	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.	El desarrollo del proyecto no implica el desmonte de ningún tipo de vegetación.
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	El área en donde se establecerá el proyecto no tiene registro de presencia de flora o fauna silvestre.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión	El desarrollo del proyecto no implica el desmonte de ningún tipo de vegetación, en su caso se observará no exceder la ocupación máxima de aprovechamiento.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
	ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse	
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	El desarrollo del proyecto no implica el uso, manejo o aprovechamiento de especies de flora o fauna y no implica actividades de desmonte. No interfiere en las actividades de control o eliminación de especies exóticas invasoras que representen un riesgo o no de afectación o desplazamiento de especies silvestres nativas de los ecosistemas forestales.
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (*Cocus nucifera*) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”	El desarrollo del proyecto no implica el uso, manejo o introducción de ningún tipo de especies de flora.
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS	El desarrollo del proyecto y su operación no implican ninguna actividad relacionada con el uso o manejo de especies de flora o fauna silvestre, mucho menos de aquellas que pudieran considerarse exóticas.
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	Las actividades del proyecto no corresponden con las de tipo acuícola ni con el uso o manejo de especies destinadas a las mismas.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El proyecto no corresponde con un camino y para su construcción y operación no será necesaria la apertura de caminos nuevos, fuero o dentro de propiedad privada.
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	El área del proyecto se ubica fuera de cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua y su operación no altera la estructura de los posibles existentes, aunado a que no se verá afectada ningún tipo de vegetación.
CG-21	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 área en donde se pretende establecer el proyecto esta desprovista de vegetación y previamente impactada con infraestructura destinada al mismo uso de suelo. Previo a su implementación se contará con la liberación arqueológica por parte del INAH para realizar los trabajos necesarios.
CG-22	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 utilizados para asentamientos humanos.	El proyecto consiste en generación de energía y no forma parte de derechos de vía de tendidos de transmisión de corriente eléctrica, en ninguna de sus etapas es posible su uso para asentamientos humanos.
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas	El proyecto consiste en generación de energía eléctrica en altas tensiones y no de conducción de baja tensión o de comunicación, por su la altura y ubicación, no se estima que signifique contaminación visual del paisaje o que ésta se vea afectada ante la presencia de eventos meteorológicos extremos.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El desarrollo del proyecto no implica el establecimiento de caminos o carreteras y su operación no limita o condiciona la reforestación de taludes de los existentes.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	La construcción y operación del proyecto no interrumpirá la hidrodinámica natural superficial del terreno ni la subterránea.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, 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.	Para el desarrollo del proyecto no se tiene considerada la construcción de campamentos y en caso de ser necesarios se hará uso de letrinas móviles a través de un prestador de servicios autorizado para ello. Todos los residuos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia y de acuerdo con la naturaleza de estos.
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán 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 no consiste en el establecimiento de algún sitio de disposición final de residuos, ni contempla actividades de diseño o construcción de estos. Todos los residuos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia y de acuerdo con su naturaleza.
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y	La disposición de materiales producto de excavaciones o derivados de las obras, sólo podrá realizarse en sitios autorizados para ello y todos los residuos que se

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
	cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia y según la naturaleza de estos.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	La disposición de residuos sólidos sólo podrá realizarse en sitios autorizados por el municipio para ello y todos los residuos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia y según la naturaleza de estos.
CG-30	Los desechos biológico-infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El desarrollo del proyecto no contempla la generación de residuos biológico-infecciosos en ninguna de sus etapas, en caso de llegarse a generar, éstos no podrán ser dispuestos en rellenos sanitarios municipales ni en depósitos temporales de servicio municipal. Todos los residuos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia y según la naturaleza de estos.
CG-31	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 no consiste en el establecimiento u operación de un sitio de disposición de residuos de ninguna naturaleza. El manejo y disposición de los residuos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	Durante todas las actividades de construcción y operación del proyecto estará prohibida la quema de basura, su entierro o disposición a cielo abierto. Todos los residuos serán manejados y dispuesto de acuerdo con la normatividad en la materia.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El proyecto se ubicará en las instalaciones de la Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc), la cual hace uso del servicio municipal de colecta de residuos sólidos urbanos. Todos los residuos serán manejados y dispuesto de acuerdo con la normatividad en la materia.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Todos los materiales que se utilicen durante la construcción y operación del proyecto provendrán de sitios autorizados para su aprovechamiento.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	El desarrollo del proyecto no implica la remoción de vegetación y para su implementación no se verían afectados ríos subterráneos.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El desarrollo del proyecto no implica actividades agrícolas, pecuarias o forestales y en su operación no se generan desechos orgánicos.
CG-37	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 que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto	El desarrollo del proyecto no implica la remoción de vegetación y el área de este es carente de tierra vegetal.

Criterio General	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación con el proyecto
	o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra	El desarrollo del proyecto y su operación no alienta la transferencia entre UGAs de densidades de cuartos de hotel ni de ningún otro tipo infraestructura o servicio.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El desarrollo del proyecto no implica la remoción de vegetación forestal.

Tabla III.13 Criterios ecológicos de aplicación específica a la UGA 21 del POEL-BJ.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
Recurso 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 instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje 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 proyecto se desarrollará en un predio que ya cuenta con instalaciones sanitarias y no será necesario incrementar el número de estas.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	Para el desarrollo del proyecto y su operación, no se requiere de empleo o instalación de biodigestores. El proyecto se desarrollará en un predio que ya cuenta con instalaciones sanitarias y no será necesario incrementar el número de estas.
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.	El proyecto se desarrollará en un predio que ya cuenta con instalaciones sanitarias y no será necesario incrementar el número de estas.
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El desarrollo del proyecto y sus actividades no corresponden al sector agrícola y no se hará uso de agua de riego, agroquímicos y no implica actividades que puedan resultar en riesgo de contaminación de manto freático.
URB-05	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en toda la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.	El proyecto y su operación no corresponde con actividades de campo de golf o usos similares y no se requiere del uso de agroquímicos o aguas residuales tratadas.
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación	El desarrollo del proyecto y su operación no requieren del uso de fertilizantes o pesticidas y no se relaciona con actividades turísticas o campos deportivos.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	Las actividades del proyecto y su operación no tienen por objeto la disposición de aguas residuales, el área en que se establecería, ya cuenta con instalaciones sanitarias suficientes.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas	El área del proyecto no ocupa o disminuye las áreas ajardinadas del predio de la Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG- Nizuc).
URB-09	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 km entre dichos parques	El área del proyecto no ocupa o disminuye las áreas de parque y espacios recreativos, ni condiciona la concreción o establecimiento de estos.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas	El desarrollo del proyecto y su operación no ocupan áreas verdes ni sus componentes como cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua, ni compromete o pone en riesgo a las existentes.
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua	El proyecto se instalará en un predio que ya cuenta con este tipo de servicios y se cuidara que en todo momento se haga uso eficiente de este recurso.
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones	El proyecto no implica actividades de tratamiento de aguas residuales y no es generador de o dispersor de malos olores.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua	El desarrollo del proyecto no tiene la necesidad de establecer drenajes pluviales que deban ser canalizados hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera	El desarrollo del proyecto no consiste en la operación de crematorios.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático	El desarrollo del proyecto y su operación no se relacionan con instalaciones de cementerios y sus actividades *perse*, no implican la contaminación del suelo, subsuelo y manto freático.
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe	El área del proyecto se ubica fuera de la franja costera de la UGA.
URB-17	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El desarrollo del proyecto no implica el aprovechamiento de recursos biológicos forestales de ningún tipo y no limita o condicional el uso o aprovechamiento de estos.
Recurso Suelo y subsuelo		
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El desarrollo del proyecto y su operación no consisten en actividades de explotación de bancos de materiales pétreos, de ocuparse materiales de este tipo para su construcción, estos deberán provenir de sitios debidamente autorizados por la autoridad en la materia.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	El desarrollo del proyecto no se ubica en áreas públicas urbanas y no limita o impide la integración de cenotes, rejolladas, cuevas o cavernas a éstas, así como tampoco significa la afectación de vegetación de tipo alguno.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya	El desarrollo del proyecto y su operación no implica actividades relacionadas con explotación de materiales de banco.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El desarrollo del proyecto y su operación, no implican actividades de extracción o exploración de materiales pétreos. Todos los residuos que se generen serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad en la materia.
URB-23	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	El desarrollo del proyecto y sus actividades no tienen como fin la extracción de materiales pétreos y no interfiere con la reincorporación de estas áreas a las actividades económicas.
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	Las actividades del proyecto y su operación no implican la generación constante y en gran volumen de residuos de manejo especial ni de residuos sólidos urbanos. Todos los residuos que se generen en todas las etapas serán manejados y dispuestos de acuerdo con la normatividad aplicable en la materia.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto y su operación no consisten en la habilitación de fraccionamientos habitacionales.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	El desarrollo del proyecto no implica o significa el crecimiento de la mancha urbana ya que se ubicará dentro del predio de la Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG- Nizuc).
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	El proyecto se ubica fuera de áreas verdes y no consiste en obras o equipamiento de ellas.
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo con el Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	El proyecto no consiste en el establecimiento de fraccionamientos habitacionales o infraestructura urbano y su ubicación no corresponde con alguna sascabera en desuso.
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto no consiste en el establecimiento de fraccionamientos o infraestructura de este tipo, para la construcción del proyecto sólo se hará uso de materiales pétreos que provengan de sitios autorizados para su aprovechamiento.
Recurso Flora y Fauna		
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas	El área del proyecto no corresponde con un área inundable y su implementación no implican la remoción de vegetación de ningún tipo ni la afectación de ecosistemas. No consiste en el desarrollo de actividades recreativas.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	El desarrollo del proyecto no implica la remoción de vegetación y no corresponde con un área destinada a la conservación de la biodiversidad como sitio prioritario para reubicación de ejemplares rescatados.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios	El proyecto no se ubicará en espacios públicos de ningún tipo o naturaleza ni en áreas jardineadas y no tiene presencia de vegetación alguna.
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El área del proyecto no se ubica en alguna que sea considerada como de reserva urbana.
URB-34	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.	El desarrollo del proyecto y su operación no implican la remoción o eliminación de cobertura vegetal de ningún tipo, aún y cuando no se tiene registro de su presencia en el predio, en caso presentarse, esta será ahuyentada.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	El desarrollo del proyecto y sus actividades, incluyendo su operación, no implican el uso o aprovechamiento de ninguna especie de fauna de ningún tipo.
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente	El área del proyecto se ubica fuera de ecosistemas de manglar y no interfiere o condicional el mantenimiento de los bienes y servicios de los existentes.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-37	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El área del proyecto no se ubica en alguna considerada como de reserva territorial para desarrollo urbano.
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	El proyecto no consiste en este tipo de infraestructura y su construcción y operación no implican ni requieren de la implementación de éstos.
URB-39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada	El proyecto no se ubica en predio colindante con algún humedal, ni al sur del ANP Manglares de Nichupté y no impide el tránsito de vida silvestre hacia o desde cualquier manchón de vegetación.
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El proyecto se ubicaría dentro de la poligonal de la Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc), técnicamente no implica crecimiento de la zona urbana, se encuentra dentro de ella. No afecta o interrumpe los corredores biológicos que pudieran existir o con el establecimiento de estos.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeriformis*), capulín (*Muntingia calabura*), *Ficus* spp, entre otros.	El proyecto no se considera como de tipo urbano, en su caso se observará lo que la autoridad en la materia determine al respecto.
Recurso Paisaje		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por	El área del proyecto se ubica fuera de áreas verdes o áreas urbanas de conservación, para su construcción y operación se contará

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
	residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	con las instalaciones adecuadas y suficientes para evitar contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales, fecalismo al aire libre o de otro tipo.
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El área del proyecto no es colindante con la zona federal marítimo terrestre, ni se encuentra dentro de ella.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente	El desarrollo del proyecto no implica la pérdida o remoción de vegetación de ningún tipo, su operación no limita o interfiere con las actividades de reforestación que la autoridad competente haya designado o pueda designar.
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto y sus actividades no se relacionan con las de la industria concretera o similar y no general ni dispersa polvos.
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	La ubicación del proyecto y sus actividades no interfieren, limitan o interrumpen pasos o accesos a la zona federal marítimo terrestre.
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe 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, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto no implica el aprovechamiento o derribo de ningún tipo de vegetación y se ubica fuera de camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o equipamiento.
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El proyecto no se ubicaría en áreas colindantes con playas de ningún tipo, ni dentro de alguna de ellas. Su operación no limita o condiciona el arribo y anidación de tortugas marinas.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: *Ipomea pes-caprae*, *Sesuvium portulacastrum*, herbáceas: *Ageratum littorale*, *Erythalis fruticosa* y arbustos: *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana maritima* y *Coccoloba uvifera* y Palmas *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii*	El área del proyecto se encuentra fuera de dunas costeras y no consiste en actividades de reforestación de éstas, su operación no limita o condiciona el establecimiento de estas u otras especies.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: -Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. - Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. -Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. -Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. -Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	El desarrollo del proyecto y su operación no consisten en actividades sobre dunas de ninguna naturaleza y no limitan o condicionan la selección de sitios para la rehabilitación de éstas o la creación de infraestructura de retención de arena.

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	El área del proyecto se ubica fuera de playas de anidación de tortugas marinas y su construcción y operación no limitan o condicional la realización de medidas precautorias en estas zonas.
-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	El área del proyecto se ubica fuera de zona de dunas costeras y su construcción y operación no afectaría zonas de anidación o agregación de especies.
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o	El proyecto se ubica fuera de zonas de dunas y no implica el establecimiento de drenaje pluvial en estas o hacia ellas, ni es

Clave de Criterio	Criterio Ecológico de Aplicación Específica	Vinculación con el proyecto
	sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	necesaria la realización de dragados de ningún tipo.
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El área del proyecto se ubica fuera de zonas de dunas de cualquier naturaleza u orden.
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	El área del proyecto se ubica fuera de zona de dunas de cualquier orden y naturaleza.
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	El desarrollo del proyecto y sus actividades no se ubican en áreas de playa y no interfieren con las relacionadas con su restauración, ni los elementos que puedan usarse para tal fin.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto se ubicará fuera de la franja litoral y no está ocupado por vegetación forestal de ningún tipo, así como no consiste en la extracción de arena o cualquier otro producto pétreo o de otra naturaleza.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	El desarrollo del proyecto no incluye el establecimiento de áreas verdes.

III.1.4 Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, Ecológico y Desarrollo Urbano Sustentable de Quintana Roo (POETEDUS)

El POTEDUS fue publicado el 01 de marzo de 2022 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Sus objetivos principales son:

- Lograr que el PEOTEDUS se convierta en el instrumento de planeación rector del ordenamiento territorial, ecológico y urbano en el Estado de Quintana Roo, que permita aumentar la competitividad territorial en un marco de transversalidad de las políticas públicas estatales, para alcanzar mejores niveles de bienestar y desarrollo;
- Establecer el marco de coordinación intersectorial, a través de un modelo de ocupación territorial que permita la congruencia entre los diferentes actores de la política pública y la realización de los proyectos y obras estratégicas que beneficien a la población, y logre la congruencia de los proyectos estratégicos de gobierno en escenarios de corto, mediano y largo plazo, acordes con una visión y proyecto de Estado.

Sus objetivos particulares son:

- Identificar la aptitud del territorio para establecer las unidades de gestión territorial que permitan el aprovechamiento sustentable del territorio.
- Identificar los conflictos territoriales a efecto de lograr el óptimo aprovechamiento del territorio, evitando la degradación de este para alcanzar niveles superiores de bienestar en el corto, mediano y largo plazo.
- Lograr la coordinación intersectorial para evitar acciones, proyectos y obras que ponen en riesgo el territorio y desaprovechan la utilización de los recursos.
- Generar e incrementar acciones para impulsar mecanismos de gobernanza acordes con las demandas de la población y el aprovechamiento sustentable del territorio.
- Establecer líneas de aplicación de las políticas públicas con objeto de hacer más eficiente el uso de los recursos.
- Definir una cartera de proyectos estratégicos consensuados intersectorialmente para lograr las metas de desarrollo a mediano y largo plazo.
- Seleccionar las acciones prioritarias que contribuyan a la consolidación de las políticas territoriales de reforzamiento, control ambiental, innovación y rehabilitación, así como aquellas enfocadas al aprovechamiento sustentable, conservación, protección y preservación del territorio.
- Orientar la ocupación del territorio en el uso de un análisis sistémico y multisectorial para lograr un instrumento de ordenamiento confiable.
- Encauzar prioridades de atención, inversión y gasto hacia las zonas del territorio que son prioritarias para resolver carencias ancestrales y que requieren de apoyos inmediatos para evitar conflictos territoriales y mejorar niveles de bienestar.
- Identificar zonas expuestas a peligros, para considerarlas en un programa de gestión integral de prevención de riesgos.

Para cumplir con el objetivo del presente instrumento se sobrepuso el Modelo de Ocupación Territorial sobre los Programas de Ordenamiento Ecológicos Locales vigentes. Estos polígonos sobrepuestos permitieron identificar las políticas asignadas por ambos instrumentos, posteriormente se valoró la compatibilidad entre ambas políticas concluyendo que SÍ existe correspondencia en general entre estos instrumentos, por lo que se procedió

a incorporar a las UGT las políticas y los lineamientos ambientales de los POEL vigentes, determinando así las Unidades de Gestión Ambiental Territorial (UGAT). En el PEOTEDUS se enlistan un total de 33 UGAT, de las cuáles, el proyecto se encuentra en la Unidad denominada “Programas de Desarrollo Urbano Decretados”.

La UGAT “Programas de Desarrollo Urbano Decretados” indica que su Política Territorial Integral queda Sujeta a su: Programa de Desarrollo Urbano decretado correspondiente; su Lineamiento Territorial es: El que señale su Programa de Desarrollo Urbano correspondiente; y sus Usos Recomendados son: Los establecidos en su Programa de Desarrollo Urbano correspondiente.

Para este proyecto, por su ubicación, es aplicable el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022, cuya vinculación legal se presenta en el apartado III.3 del presente capítulo.

III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

Ubicada en el municipio de Benito Juárez, y prácticamente inmersa en la zona urbana, el área del proyecto denominado “unidades aeroderivadas riviera maya (CTG-Nizuc) NIZÚC” no se encuentra dentro de alguna zona de amortiguamiento o Zona Núcleo de alguna ANP de carácter federal o estatal. Las ANP más cercanas son el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté (APFFMN) y la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM), estando a 919.60 m al este de la primera y a 7 Km de la segunda.

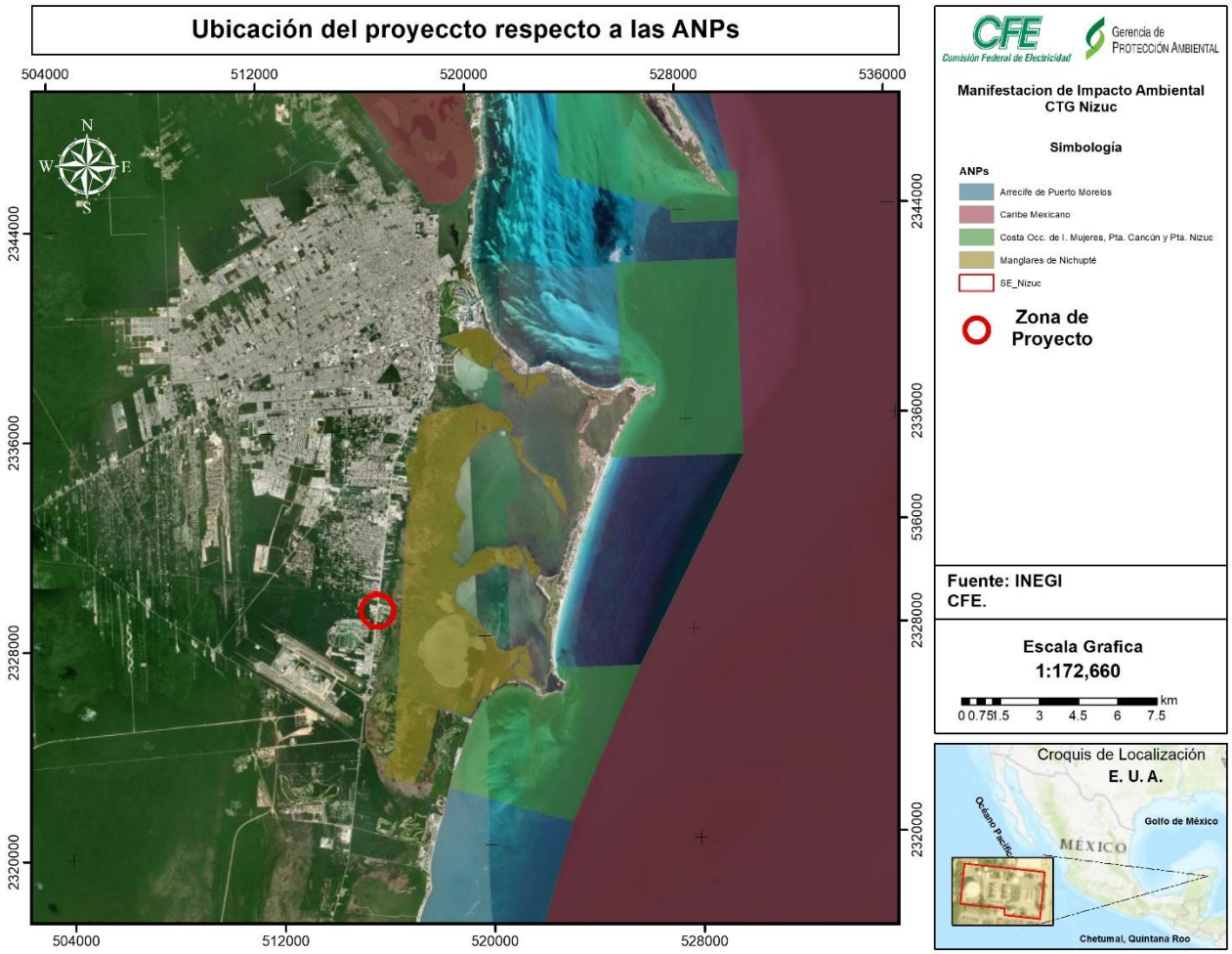


Figura III.6. Ubicación del proyecto respecto a las ANPs

Dada la importancia de estas zonas se entiende que el área de influencia de ambas abarque una superficie considerable, siendo la del RCBM la de mayor tamaño y abarcando prácticamente todo el estado de Quintana Roo. Si bien el área del proyecto de generación adicional SE Nizuc está inmerso en el área urbana de la ciudad de Cancún, no deja de estar exento a las reglas establecido en los programas de manejo correspondientes a cada una de las ANP.

Disposición/Reglas Administrativas de la ANP RBCM	***Vinculación con el proyecto***
Regla 1. Las presentes reglas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P.	

Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas.	
Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en coordinación con la Secretaría de Marina, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con el Decreto de creación del Área Natural Protegida, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	
Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes reglas, se entenderá por: (definiciones)	
Regla 5. Todos los usuarios y visitantes deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades, y depositarlos fuera de la Reserva de la Biosfera, en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades competentes. Es responsabilidad de los prestadores de todo tipo de servicios y de aquellas personas que realicen actividades permitidas dentro de la Reserva de la Biosfera utilizar solamente contenedores, recipientes, envases o cualquier otro tipo de utensilios desechables biodegradables. 286 En ningún caso se permitirá que a través de los servicios o actividades que se desarrollen en el Área Natural Protegida se utilicen materiales desechables no biodegradables tales como PET, unicel, plástico, polietileno y polietileno tereftalato; por lo tanto, cualquier tipo de contenedor, recipiente, envase o utensilio fabricados con estos materiales, deberán desecharse en los sitios de disposición que los prestadores de servicios o, en su caso, la Dirección de la Reserva establezcan previamente.	En cada una de las etapas que comprende el Proyecto se realizarán una serie de medidas de manejo integral y gestión de residuos; se establecerá un plan de manejo de residuos, el manejo y la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio, con base a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Se instalará un almacén temporal de residuos no peligrosos que se generen durante la etapa de preparación del sitio, construcción y puesta en servicio, el cual deberá de ser retirado y dispuesto de acuerdo a la normativa ambiental vigente.

Regla 15. Para la obtención de las autorizaciones a que se refiere este capítulo, el interesado deberá cumplir con los términos y requisitos establecidos en las disposiciones legales aplicables.	El proyecto corresponde al sector eléctrico, el cual pretende responder a la demanda energética que necesita la zona de Cancún en todo momento y en caso de realizar medidas de compensación de flora siempre se realizará con antelación los trámites correspondientes ante las diferentes Direcciones Generales de la SEMARNAT, según corresponda, con el fin de obtener los permisos correspondientes, asimismo en todo momento se complicaran cabalmente los términos y condicionantes, establecidos en los mismos.
Regla 58. La apertura de caminos rurales, brechas o senderos se podrá llevar a cabo, siempre y cuando no implique la modificación sustancial de las características y condiciones naturales del lugar, y se realice con material permeable o propio de la región, o bien con otro material que acredite que no genera un impacto a los ecosistemas, manteniendo la permeabilidad y no altere los flujos hidrológicos, movilidad de fauna e intercambio de germoplasma forestal. En áreas inundables deberán ser piloteados	Dado que la ejecución del proyecto se pretende realizar dentro de instalaciones de la CFE con caminos y accesos preexistentes no será necesaria la apertura de caminos nuevos, por lo que los procesos y flujos bióticos existentes permanecerán sin alterar.
Regla 82. Quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.	El proyecto corresponde al sector eléctrico, el cual pretende responder a la demanda energética que necesita la zona de Cancún; se ha planificado cuidadosamente el establecimiento de la infraestructura; asimismo, se están realizando todos los estudios y trámites necesarios para las autorizaciones correspondientes en materia ambiental ante las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan con el fin de evitar la fragmentación del hábitat.

Disposición/Reglas Administrativas de la ANP PFFMN	Vinculación con el proyecto
Regla 1. Las presentes reglas son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, ubicada en el municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo.	
Regla 2. La aplicación de las presentes reglas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables.	
Regla 3. Para efectos de lo previsto en las presentes Reglas, además de las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, se entenderá por: (definiciones)	
Regla 6. Las personas que ingresen al Área deberán recoger y llevar consigo los residuos sólidos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarlos en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades municipales.	En cada una de las etapas que comprende el Proyecto se realizarán una serie de medidas de manejo integral y gestión de residuos; se establecerá un plan de manejo de residuos, el manejo y la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, pruebas y puesta en servicio, con base a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Se instalará un almacén temporal de residuos no peligrosos que se generen durante la etapa de preparación del sitio, construcción y puesta en servicio, el cual deberá de ser retirado y dispuesto de acuerdo a la normativa ambiental vigente.
Regla 7. Cualquier persona que realice actividades que requieran autorización dentro del Área, debe contar con el permiso o autorización correspondiente, el cual deberá	El proyecto corresponde al sector eléctrico, el cual pretende responder a la demanda energética que necesita la zona de Cancún; se ha planificado

portar durante el desarrollo de las actividades, y está obligada a presentarlo cuantas veces le sea requerido, ante la Dirección del Área y la Profepa.	cuidadosamente el establecimiento de la infraestructura; asimismo, se están realizando todos los estudios y trámites necesarios para las autorizaciones correspondientes en materia ambiental ante las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan con el fin de evitar la fragmentación del hábitat.
Regla 7. Cualquier persona que realice actividades que requieran autorización dentro del Área, debe contar con el permiso o autorización correspondiente, el cual deberá portar durante el desarrollo de las actividades, y está obligada a presentarlo cuantas veces le sea requerido, ante la Dirección del Área y la Profepa.	El proyecto corresponde al sector eléctrico, el cual pretende responder a la demanda energética que necesita la zona de Cancún; se ha planificado cuidadosamente el establecimiento de la infraestructura; asimismo, se están realizando todos los estudios y trámites necesarios para las autorizaciones correspondientes en materia ambiental ante las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan con el fin de evitar la fragmentación del hábitat.
Regla 38. Dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, queda expresamente prohibido: I. Remover, rellenar, transplantar, podar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su Zona de Influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos (acuífero subterráneo), la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos, salvo las obras o	El proyecto no pretende la afectación a alguna población de mangle.

actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar;	
Regla 63. La reintroducción o repoblación de vida silvestre se realizará con especies nativas, tomando en consideración que con estas actividades no se comprometa o afecte la recuperación de otras especies existentes en el área que se encuentren catalogadas en alguna categoría de riesgo.	El proyecto corresponde al sector eléctrico, el cual pretende responder a la demanda energética que necesita la zona de Cancún; por lo que no tiene como objeto de reintroducción o repoblación de flora o fauna; en todo momento y en caso de realizar medidas de compensación de flora siempre se realizará con antelación los trámites correspondientes ante las diferentes Direcciones Generales de la SEMARNAT, según corresponda, en ningún momento se permitirá la introducción de especies exóticas; por lo que no se contraviene la presente Regla Administrativa.
Regla 82. Quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la Reserva de la Biosfera deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.	El proyecto corresponde al sector eléctrico, el cual pretende responder a la demanda energética que necesita la zona de Cancún; se ha planificado cuidadosamente el establecimiento de la infraestructura; asimismo, se están realizando todos los estudios y trámites necesarios para las autorizaciones correspondientes en materia ambiental ante las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan con el fin de evitar la fragmentación del hábitat.

III.3 Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU)

III.3.1 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez 2022.

El PDUCPCMBJ, se publicó recientemente en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Visión. Lograr una ciudad policéntrica, densa, compacta y mixta donde sus habitantes tengan la oportunidad de satisfacer sus necesidades mediante traslados de corto recorrido

por contar con movilidad activa, además de contar con servicios y espacio público sean de alta calidad. Para el logro de lo anterior se requiere una mezcla de usos residenciales, comerciales y centros de trabajo, que permita evitar la urbanización extensiva en el territorio natural, considerando la dinámica de los sistemas ambientales, entendiendo que la ciudad genera afectaciones más allá de los límites de la zona urbana.

Objetivo. Dar cumplimiento a la visión de ciudad mediante los aspectos estratégicos, normativos de fomento y gestión que permitan consolidar espacios públicos seguros de tipo multifuncional donde se garantice el desarrollo humano, la

Objetivos particulares:

- Indicar las estrategias mediante las cuales se contribuye a lograr la visión de Ciudad de Cancún.
- Indicar las políticas urbanas de los Distritos Urbanos y la actualización de las normas de parámetros urbanos de la zonificación secundaria.
- Señalar los proyectos estratégicos que fortalecerán la visión de ciudad.
- Indicar los instrumentos y gestión que permitan la inversión en el ámbito urbano de actores comprometidos con la mejora de la ciudad y su beneficio hacia la comunidad.
- Objetivos ambientales. Fortalecer el mantenimiento de un medio ambiente sano a partir de procesos de Gestión de Participación Ciudadana (GPC), al amparo de la normatividad jurídica en la materia.
- Ampliación de protección formal de ecosistemas relevantes mediante la creación de ADVC.
- Conservación de zonas naturales para el mantenimiento de la calidad del acuífero.
- Articulación de espacios urbanos para conformar corredores ambientales.
- Implementación de instrumentos económicos debidamente sustentados en la legislación a fin de contribuir al cumplimiento de las estrategias consideradas.
- Impulso a la economía circular para fomentar una cultura de máximo aprovechamiento de productos diversos.

El modelo de ciudad planteado en este instrumento se centra en el aprovechamiento del suelo urbano consolidado o espacios disponibles dentro de la zona urbana consolidada, por ello, el aprovechamiento y maximización de los espacios disponibles o baldíos en la ciudad es fundamental para lograr dicha estrategia, en la determinación del suelo potencial para la urbanización se determinó la existencia de Vacíos Urbanos y Áreas con potencial de densificación, en una de estas últimas zonas es en donde se identifica la inserción del área del proyecto y corresponde al Distrito 9, que comprende al área geográfica delimitada al norte por la Av. Colegios, al este por con el Blvd. Luis Donaldo Colosio, al Oeste con límite de actual área urbana y al sur con la calle Ignacio Zaragoza.



Figura III.7. Se ilustran los límites del Distrito 9 da la Zona Urbana de Cancún.

Este Distrito cuenta con una superficie de 822.7 hectáreas, lo que representa el 1.9% de la superficie total del centro de población de Cancún y está compuesto por las supermanzanas 307 y 308. La estrategia para el desarrollo del PMDUBJ plantea un conjunto de 5 Políticas Urbanas, las cuales son Conservación, Crecimiento, Mejoramiento, Consolidación y Reciclamiento. Al Distrito 9 le corresponde la política de Consolidación. Política dirigida a la ocupación íntegra del espacio territorial, a fin de aprovechar la dotación de servicios básicos existente y su estructura vial y urbana.

El Distrito 9 en donde se encuentra el sitio en donde se ubicaría el proyecto, corresponde a una zona de baja densidad poblacional con 24.1 hab/ha y una densidad de vivienda de 7.9/ha y con una proporción de 10.73 m2 de áreas verdes por persona. El uso de suelo es de equipamiento y no se establecen parámetros para destino específico de la infraestructura pretendida, así como tampoco se identifica a este uso de suelo o tipo de infraestructura a pesar de que ya existen plantas generadoras de energía eléctrica y no se relacionan usos de suelo compatibles, incompatibles o prohibidos.

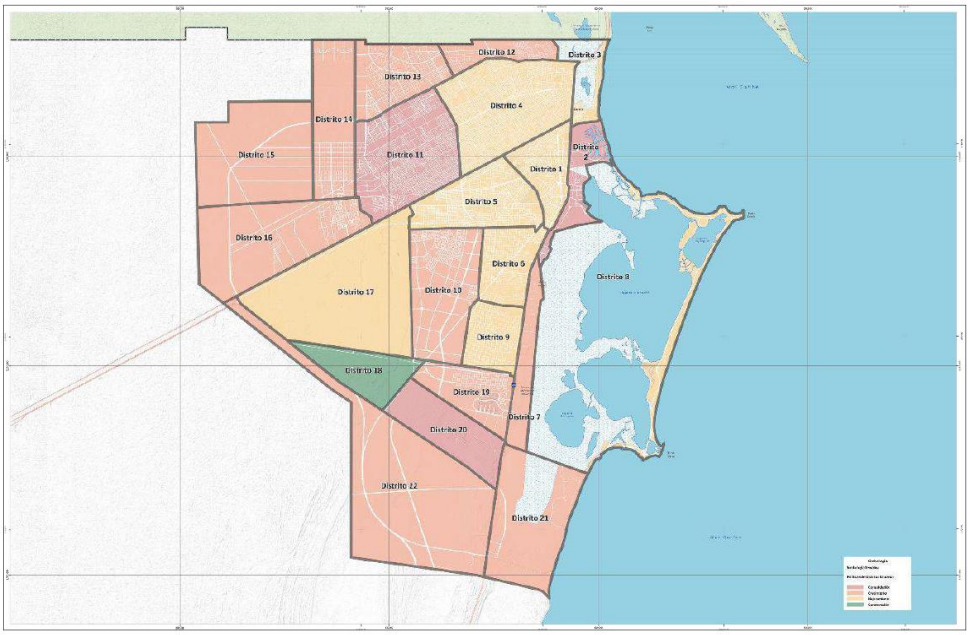


Figura III.8. Políticas urbanas por distrito en el centro de población de Cancún.

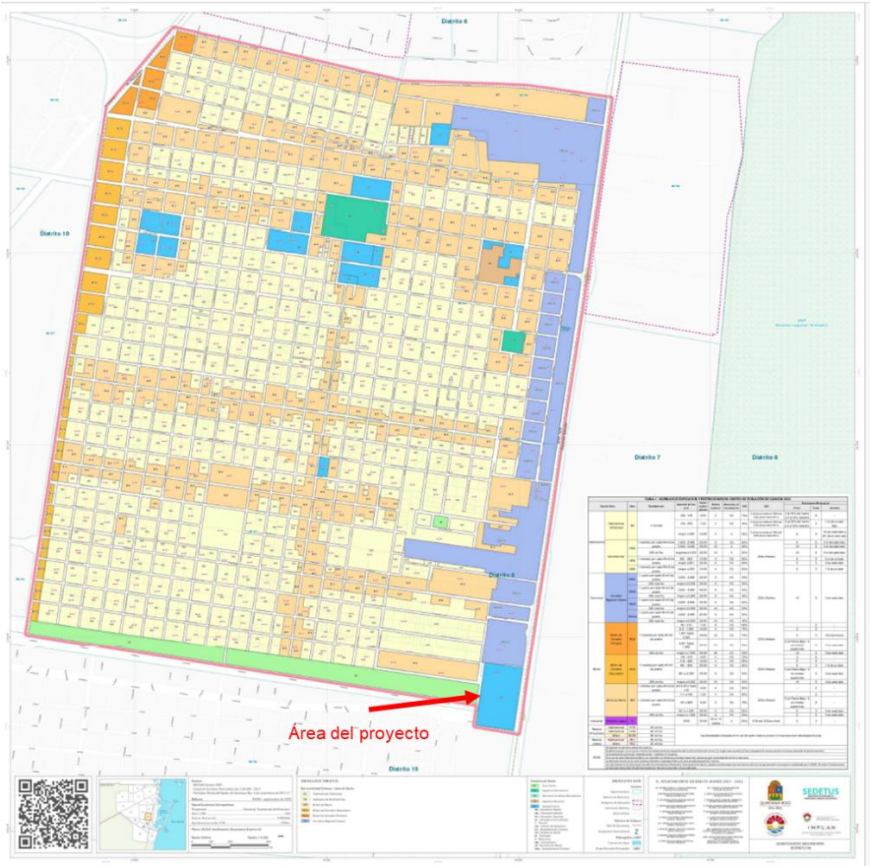


Figura III.9. Usos de suelo en Distrito 9 (El proyecto se ubica en Uso de suelo de Equipamiento).

Como se ha dicho. El tipo de infraestructura o uso de suelo no se identifica como tal y el más aproximado sería el establecimiento de una Subestación Eléctrica a la cual le aplican los siguientes parámetros.

Tabla III.14 Parámetros para destinos de equipamiento de infraestructura

Destinos de equipamiento de infraestructura												
Destino Específico	Altura máxima		Dimensiones		Restricciones							
					Al frente colindancia		Al fondo conlindanca con			A los lados colindancia con		
	Niveles	En metros	Área (m^2)	Frente de la via pública (m)	Calle principal	Calle secundaria	Andador	Otro lote	Área verde	Andandor	Otro lote	Área verde
Planta de tratamiento de aguas negras	1	3	5,000	50	10m	5m	3m	3m	-	3m	3m	-
Laguna de oxidación	1	3	10,000	-	10m	10m	5m	5m	-	5m	5m	-
Planta potabilizadora	2	6	4,000	30	10m	5m	-	5m	-	-	5m	-
Tanque de almacenamiento de agua potable	-	-	2,000	30	10m	5m	3m	5m	-	3m	5m	-
subestación eléctrica	-	-	128	8	10m	5m	-	3m	-	-	3m	-
Cárcamos	1	3	128	8	5m	5m	3m	3m	-	3m	3m	-
Plazas	-	-	128	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Andadores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Estacionamientos públicos	-	-	40	8	-	-	-	-	-	-	-	-

Ahora bien, para la industria ligera, se establecen los siguientes parámetros como normas de edificación y restricciones en el centro de población de Cancún para lotes de 1500 m^2 es de un nivel máximo con altura de 16 m o 4 niveles, un Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) de 80% y un Coeficiente de Uso de Suelo (CUS) de 0.3 del COS por nivel y como restricciones mínimas en metros de 5 de frente y 3 de fondo, por lo que, de acuerdo con el CUS, para edificaciones se podrá establecer una cimentación de 30 % con relación al total.

Al área del proyecto aplican los Lineamientos Urbanos Generales de la Zonificación Secundaria: Estos lineamientos son de observancia general para todos los usos y destinos del suelo y buscan establecer mecanismos de regulación para el aprovechamiento óptimo sin detrimento del contexto urbano. Tales Lineamientos están diferenciados como de diseño urbano, arquitectónicos, ambientales y generales. En el PDUCP Cancún 2022, se refieren una serie de Proyectos Estratégicos y Líneas de Acción a las cuales el desarrollo y operación del proyecto pretendido No se contrapone ni limita la consolidación de la Cartera de tales Proyectos Estratégicos y Líneas de Acción.

Tabla III. 15 vinculación del proyecto con los lineamientos del PDU.

Lineamientos Urbanos Generales de la Zonificación Secundaria	Vinculación
Lineamientos del diseño urbano	
La banqueta deberá de tener por lo menos 1.80 m de circulación peatonal libre.	El proyecto se ubicaría al interior de un predio delimitado por lo que no será necesario el establecimiento de banquetas para circulación peatonal libre, solo acceso controlado de trabajadores.
Las restricciones en ningún caso podrán utilizarse como estacionamientos, excepto en las viviendas unifamiliares.	Este tipo de infraestructura no es necesario para construir u operar el proyecto.
Queda estrictamente prohibido la utilización de banqueta como espacio para ascenso y descenso.	Para el proyecto no es necesario establecer áreas de ascenso o descenso, el acceso es de tipo controlado y las banquetas existentes fuera del predio no serán utilizadas con tal fin.
Lineamientos Arquitectónicos	
No se podrá usar el frente del predio como estacionamiento (exceptuando las viviendas unifamiliares), con el propósito de evitar el daño a las banquetas y promover la continuidad de la libre circulación peatonal.	Ninguna de las áreas exteriores del predio será utilizada como estacionamiento y las banquetas existentes no interfieren con el proyecto por lo que no se verían dañadas con el desarrollo de este, así como tampoco se interferirá la libre circulación peatonal.
Se podrá tener como máximo 7.00 m (siete metros) del frente del predio a las vialidades de accesos y circulación para vehículos automotor.	Se respetará el máximo de 7 m del frente del predio a las vialidades de accesos y circulación para vehículos automotor.
Las fajas de terreno que deberán dejarse sin construir en los términos establecidos por las restricciones en la tabla “Normas de edificación y Restricciones en el Centro de Población de Cancún” serán usadas únicamente como jardines.	Las fajas de terreno sin construcción establecidas por las restricciones de la "Normas de edificación y Restricciones en el Centro de Población de Cancún" serán utilizados como jardines
En ningún caso se invadirán las zonas de restricción con elementos construidos en pisos superiores (excepto donde la tabla “Normas de edificación y Restricciones en el Centro de Población de Cancún” lo establezca).	Con el desarrollo del proyecto no se verán invadidas zonas de restricción.
Solo podrán separarse los predios en las colindancias con otro predio con bardas no mayores a 3.00 metros de altura.	El desarrollo del proyecto no implica la construcción de bardas ni la separación o delimitación de predios.
Solo podrán separarse los predios en las colindancias con espacios públicos con cercado que permitan transparencia y no mayores a 2.80 metros.	El predio en donde se construirá el proyecto ya está delimitado y no implica una separación en colindancia con espacios públicos.
En el espacio público inmediato deberá prevalecer la accesibilidad universal y la fluidez peatonal, evitando que las rampas o accesos vehiculares interrumpan la continuidad y nivel de las banquetas.	El desarrollo del proyecto no implica afectaciones a la accesibilidad y fluidez peatonal, no se hace uso de rampas o accesos que interrumpan la continuidad o nivel de banquetas.

Lineamientos Urbanos Generales de la Zonificación Secundaria	Vinculación
Se deberá de utilizar iluminación peatonal en las zonas de espacios abiertos de carácter privado.	El predio cuanta con iluminación peatonal en su interior y el desarrollo del proyecto no implica la necesidad de aumentar la existente y no la disminuye.
Lineamientos ambientales	
Los desarrollos que por su dimensión contengan vialidades con camellón, jardines vecinales y áreas verdes colindantes a las vialidades, deberán de tener un diseño de infraestructura azul. Dichas áreas deberán de ser receptoras de agua pluvial para favorecer la infiltración.	El desarrollo del proyecto no implica ni contiene vialidades con camellones, jardines vecinales o áreas verdes colindantes con vialidades.
Se deberán utilizar pavimentos permeables en áreas de estacionamiento y banquetas.	El desarrollo del proyecto no implica habilitación de estacionamientos ni banquetas.
El arbolado urbano en el espacio público y privado que se pretenda sembrar deberá de ser el que señala la Paleta Vegetal del Municipio de Benito Juárez93, con un diseño de siembra que permita la transparencia visual y una selección de especies acorde a las condiciones del sitio para que en su etapa adulta las raíces, tallo y copa no dañen pavimentos y redes de servicios aéreas o subterráneas.	El desarrollo del proyecto no implica la afectación a ningún tipo de arbolado y no tiene como fin su uso o establecimiento.
De los residuos deberá atender lo que señala el Reglamento de Ecología y de Gestión Ambiental del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo94, considerando los siguientes aspectos: -La salida de residuos sólidos será hacia la vialidad principal. En caso de que la construcción cuente con centro de consumo como restaurantes, bares, cafeterías, neverías y demás similares, deberá de contar con cámara fría para el resguardo de los residuos sólidos orgánicos en tanto no se haga la recolecta. En ningún caso se podrá dejar los residuos en banqueta o vialidades. -Deberá de contar con trampa de aceites en las descargas hacia la red pública de drenaje sanitario.	Todos los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto y su operación serán manejados y dispuestos conforme a la normatividad aplicable en los tres órdenes de gobierno.
Lineamientos Generales	
El uso de suelo de Conservación no establece parámetros urbanos al ser un área no desarrollable.	El proyecto no se encuentra en suelo de conservación.
En el caso de predios que por su extensión y superficie cuenten con dos usos de suelo, y que se localicen sobre corredores, dichos corredores tendrán un ancho de 100 metros.	El predio en que se establecería el proyecto solo tiene asignado un uso de suelo.
Los nuevos proyectos y desarrollos, se recomienda no tener una distancia entre accesos activos mayor a 21 metros.	El proyecto se establecería en un predio con accesos ya establecidos y no requerirá de accesos nuevos.
En caso de controversia, las restricciones prevalecen sobre el C.O.S.	Se cumplirá con las normas y restricciones de acuerdo con el uso de suelo del territorio en cuestión.

Lineamientos Urbanos Generales de la Zonificación Secundaria	Vinculación
El predio fusionado obtendrá el uso del suelo del predio con frente a la vialidad principal. El acceso al predio resultante, será por la vialidad principal, en ningún caso podrá tener accesos vehiculares por las vialidades de menor jerarquía.	El proyecto no implica la fusión de predios y ya cuenta con accesos al mismo.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental constituyen una herramienta de carácter regulatorio que adecua la conducta de los agentes económicos a los fines del Estado relacionados con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico. Por tanto, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales conforme a sus facultades ha emitido en materia de agua, suelo, protección de flora y fauna, ruido, impacto ambiental, residuos, contaminación por fuentes fijas y/o móviles, etc., normas que señalan su ámbito de validez, vigencia y la gradualidad en su aplicación. En lo que respecta al proyecto, a continuación, se listan las NOM´s que se consideran vinculables al proyecto:

Tabla III.16 Vinculación del proyecto con las NOM´s.

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación
En materia de emisiones móviles a la atmósfera		
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	4.2.1 4.2.2 4.5 5.1.3 5.1.5	Se realizará mantenimiento preventivo y, en su caso, correctivo, programado y periódico de los vehículos, maquinaria y equipos que sean empleados durante la construcción de las obras que conforman el proyecto. En el caso de vehículos de transporte, si fuera el caso, se realizarán verificaciones de acuerdo con lo que indique la normativa municipal. Debe considerarse que, estrictamente, esta norma indica que no es aplicable para maquinaría de construcción, sin embargo, se realizará el mantenimiento de toda la maquinaria que sea utilizada.
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	7.1	
En materia de residuos peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	6.2 7.1	Se realizará la identificación de los residuos generados mediante esta norma, de manera que aquellos que sean catalogados como residuos peligrosos sean separados y colocados en un almacén hecho *exprofeso*, con las condiciones mínimas establecidas en la LGPGIR y su Reglamento. Posteriormente, para su disposición final, se contratarán los servicios de prestadores de servicio autorizados para el manejo, transporte y disposición final de este tipo de

Tabla III.16 Vinculación del proyecto con las NOM´s.

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación
En materia de emisiones móviles a la atmósfera		
		residuos. Ningún residuo será almacenado por un tiempo mayor a 6 meses.
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	5.1.	De acuerdo con la identificación de las características de los residuos peligrosos que se generen, se asegurará que durante su almacenaje no sean dispuestos juntos aquellos residuos incompatibles.
En materia de vida silvestre		
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.	5.1.	Esta Norma fue utilizada para determinar cuáles de las especies de flora y fauna registradas, están bajo algún régimen de protección especial. Se toman bajo consideración especial a las especies de flora y fauna que se encuentren sujetas a la presente norma, donde aplican Programas de Manejo de Flora y Fauna Silvestre para mantenerlas distribuidas dentro del ecosistema. En el supuesto de encontrar especies incluidas en esta NOM, se tomarán las medidas necesarias para salvaguardar a los individuos como reubicación. Incluso al momento se pretende reproducir individuos (flora) que se encuentren en la norma y así disminuir el impacto hacia estas especies en alguna categoría de riesgo reforestándolas. Se hacen recomendaciones con relación a especies de fauna silvestre amenazadas, para en caso de encontrarse en algún espacio de operación se tomen las medidas necesarias, como es ahuyenta miento o reubicación, en caso necesario y así procurar su conservación.
En materia de contaminación por ruido.		
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	5.9.1.	Se realizará mantenimiento preventivo y, en su caso, correctivo, programado y periódico de los vehículos, maquinaria y equipos que sean empleados durante la construcción de las obras que conforman el proyecto. En el caso de vehículos de transporte, si fuera el caso, se realizarán verificaciones de acuerdo con lo que indique la normativa municipal.
En materia de contaminación del suelo.		
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	6.2	Esta norma sólo aplicaría en el supuesto de que ocurrieran derrames de hidrocarburos o derivados en suelo natural; en el caso de suceder un evento de este tipo, se tomarán en consideración los lineamientos para el muestreo y su caracterización, así como para su posterior remediación.

Tabla III.16 Vinculación del proyecto con las NOM´s.

Norma Oficial Mexicana	Especificaciones	Vinculación
En materia de emisiones móviles a la atmósfera		
En materia de residuos de manejo especial		
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.	3.1. 7 9.1	Se tomarán en consideración las especificaciones de esta norma para la identificación y manejo integral de los residuos sólidos de manejo especial, mismo que se plasmará en el programa de manejo.

<table>
<tr><th rowspan="2">Norma</th><th colspan="3">Etapa de aplicación</th><th rowspan="2">Cumplimiento por el Proyecto</th></tr>
<tr><th>P</th><th>C</th><th>O/M</th></tr>
<tr><td colspan="5">Aire</td></tr>
<tr><td>NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono (CO). Valores normados para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.</td><td></td><td></td><td>X</td><td rowspan="4">Las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión dentro de la zona de influencia del proyecto resultaron por debajo de los límites máximos permisibles de calidad del aire establecidos en la normativa correspondiente.

Tabla Resultados de la modelación de dispersión emisiones contaminantes a la atmósfera por la operación del proyecto:

<table><tr><th>Contaminante</th><th>Total*</th><th>LMP</th></tr><tr><td>Máximo 24 Hrs - SO2 (µg/m3)</td><td>23.40</td><td>104.8</td></tr><tr><td>Máximo 1 Hr - NO2 (µg/m3)</td><td>134.8</td><td>200</td></tr><tr><td>Máximo 24 Hrs - PM10 (µg/m3)</td><td>10.81</td><td>50</td></tr><tr><td>Máximo 8 Hr - CO (µg/m3)</td><td>3,126.03</td><td>10,000</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>NOM-022-SSA1-2019. Salud ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al Dióxido de Azufre (SO2). Valor normado para la concentración de Dióxido de Azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.</td><td></td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO_2). Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno (NO_2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.</td><td></td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>NOM-025-SSA1-2014. Salud ambiental. Valores límite permisible para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación.</td><td></td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td colspan="5">Para el control del ruido emitido por vehículos y fuentes fijas</td></tr>
<tr><td>NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</td><td></td><td></td><td>X</td><td>Se declara en el Cap. VI que se monitorearán los niveles de ruido para evitar que sobrepasen los niveles máximos establecidos en la normatividad. Así mismo, en el capítulo VI se propone realizar un programa de monitoreo del nivel de ruido para no rebasar el límite máximo permisible establecido en la norma.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Para el control, manejo y transportación de residuos</td></tr>
</table>

Norma	Etapa de aplicación			Cumplimiento por el Proyecto
	P	C	O/M	
Para el almacenamiento de combustibles diésel				
NRF-015-PEMEX- 2008. Protección de áreas y tanques de almacenamiento de productos inflamables y combustibles		X		Las instalaciones de almacenamiento de combustible diésel cumplen con lo establecido en la Normas de Referencia.
NOM-EM-003-ASEA-2016. Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo	X	X	X	
En materia de recursos naturales				
Para la protección del personal en la fuente de trabajo				
NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	X	X	X	Durante todas las fases del proyecto se establecerán medidas de seguridad e higiene industrial que incluirán la dotación de equipo de protección personal a los trabajadores y capacitación para su correcto uso. Estas acciones también incluirán el suministro y la divulgación de Hojas de Seguridad de todas las sustancias que se manejen en la Central. Todas las áreas de almacén cuentan con equipos y servicios de prevención y combate de incendios. Para la operación de las UMES, se actualizarán los manuales y procedimientos operativos y se comunicarán a todo el personal operativo.
NOM-004-STPS-1999. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.				
NOM-005-STPS-1999. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo trasporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.				
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	X	X	X	Durante todas las fases del proyecto se establecerán medidas de seguridad e higiene industrial que incluirán la dotación de equipo de protección personal a los trabajadores y capacitación para su correcto uso. En las áreas donde se genera ruido se requerirá el uso obligatorio de protectores auditivos
NOM-018-STPS-2015. Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.				

III.5 Otros instrumentos a considerar

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).

La Constitución Política funge como base del sistema jurídico mexicano, a partir de la cual se reconocen los derechos humanos de todas las personas en el país, derivan las diversas

Leyes y establece los principios básicos que deben de orientar el desarrollo de la Nación; en este sentido, el análisis de vinculación entre el proyecto y la Carta Magna permite identificar si en éste se observan los lineamientos que orientan el sentir de la Nación.

En cuanto a este instrumento, primero que nada, es oportuno mencionar que en su Artículo 4º, párrafo quinto menciona que "Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar", de lo cual se manifiesta que para el proyecto pretendido se considera la realización de una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los impactos ambientales que se vislumbra serían provocados por su realización, de manera que no se comprometa el equilibro ecológico y se preserve el ambiente, impidiendo así coartar el derecho consagrado en el artículo mencionado

Por otro lado, el proyecto justifica su carácter estratégico o prioritario conforme con lo establecido en los artículos 25, 27 y 28 de este instrumento, en el que se le confiere al gobierno federal la facultad para a planeación y el control del sistema eléctrico nacional, y del servicio público de generación de energía eléctrica, cuyo objeto es la creación de infraestructura para la generación de energía eléctrica.

III.5.2 Leyes

Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Como establece el Artículo 28 de la LGEEPA, quienes pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad que pueda causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables requerirán previamente de la autorización en materia de impacto ambiental a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

En relación con esto, para el proyecto pretendido se considera la realización de una serie de medidas preventivas y de mitigación encaminadas a evitar y atenuar los impactos ambientales que se vislumbra serían provocados por su realización, de manera que no se comprometa el equilibro ecológico, las cuales son presentadas en el Capítulo VII del presente documento.

Adicionalmente, el Artículo 28 de este instrumento establece los casos en los que debe solicitarse ante la SEMARNAT Autorización en Materia de Impacto Ambiental, siendo que al proyecto le resultan aplicables las fracciones II y VII mencionadas, razón por la que se presenta la solicitud correspondiente a través del presente documento.

Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

La Ley General de Vida Silvestre, en su Artículo 56, establece que la Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies, la información relativa a las

poblaciones, tendencias y factores de riesgo, la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.

El proyecto se desarrollará dentro de un predio con infraestructura eléctrica de la Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG-Nizuc), por lo que no se realizará ninguna obra o actividad que intervenga con las poblaciones de especies de flora y fauna.

Ley de Aguas Nacionales (LAN).

En su artículo 1º la LAN establece, que:

“La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.”

A su vez, en su Artículo 113, fracción III, incluida en el Título Noveno referente a bienes nacionales a cargo de la “Comisión”, se establece que la administración de los cauces de las corrientes de aguas nacionales quedará a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Con base en la definición de “Permiso” señalada en el inciso a de la fracción XL del artículo 3, que a letra señala que: son los que otorga el ejecutivo Federal a través de la Comisión o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción y obras de infraestructura hidráulica y otras de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

El proyecto presentado para su autorización mediante el presente documento no se encuentra en coincidencia con cuerpos de agua propiedad de la nación, por lo que no interrumpirá la ocurrencia de flujos hidrológicos ni se contempla que ocurra la contaminación directa de cuerpos de agua. Adicionalmente, como parte del proyecto no se realizará la explotación directa de algún acuífero y las cantidades de agua requerida para el proceso constructivo no se consideran significativas, razón por la que no se prevé socavar la disponibilidad del acuífero.

De cualquier manera, en el Capítulo VII del presente documento se presentan medidas encaminadas a prevenir la contaminación del agua y preservar su calidad, así como a evitar su uso inadecuado.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Los Artículos aplicables al proyecto con relación a este instrumento son los siguientes:

En el Artículo 41 se establece que los generadores de residuos peligrosos deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos

señalados en esta ley. Por tal razón, durante todas las etapas del proyecto, se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo los residuos peligrosos.

En el Artículo 45 se establece que 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 las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. Por tal razón, durante todas las etapas del proyecto, se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo los residuos peligrosos.

En el Artículo 46 se establece que los grandes generadores de residuos peligrosos están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual de la generación y modalidades de manejo a las que se sujetaron. En este sentido, de acuerdo con las categorías de generación establecidas no se considera a CFE Generación como gran generador, razón por la que no tiene la obligación mencionada en este artículo, sin embargo, durante todas las etapas del proyecto, se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados, incluyendo los residuos peligrosos, si bien, se considera la generación de una cantidad mínima, dada la naturaleza del proyecto.

En el Artículo 68 se establece que quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como los daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño ocasionado conforme a las disposiciones legales correspondientes. En caso de que como parte del proyecto ocurra la contaminación de algún área, se realizará la remediación de ésta. Conforme se realicen los trabajos en el sitio del proyecto pudiese presentarse una falla de la maquinaría que requiera la ejecución de algún mantenimiento correctivo de emergencia, en donde se colocará *liner* (hule) en la parte inferior el equipo móvil para que el suelo no se impregne de hidrocarburos y los residuos que ahí pudiesen generarse, serán trasladados a un taller de mantenimiento cercano y se guardaran en sus recipientes respectivos los suelo contaminados para posteriormente proceder su ingreso al almacén de residuos peligrosos autorizado o su disposición final.

Ley General de Cambio Climático.

Dado que uno de los objetivos de esta ley es regular las emisiones de efecto invernadero y las acciones de mitigación para el cambio climático y reducir las emisiones a la atmósfera de manera gradual. Durante las diferentes etapas de preparación del sitio, construcción y puesta en servicio y operación se monitorearán las emisiones de la unidad móvil de generación para vigilar que cumplan con las normas aplicables de emisiones para fuentes fijas mientras que para los vehículos automotores cumplirán con un programa de mantenimiento preventivo y de ser el caso cumplirán con el programa de verificación del estado.

III.5.3 Reglamentos

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del impacto Ambiental (REIA).

En este Reglamento se determinan las obras o actividades que, por su ubicación, dimensiones, características o alcances requieren AMIA.

En este sentido, dada a su naturaleza y ubicación, la construcción y operación de la obra pretendida encuadra en las consideraciones de su Artículo 5º, incisos K..

Por tal motivo, a través del presente documento se realiza la correspondiente solicitud de Autorización en Materia de Impacto Ambiental.

Reglamento de la Ley General parala Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Los siguientes artículos de la LGPGIR son los aplicables al proyecto pretendido:

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. Como tal, se realizará un manejo integral de los residuos que sean generados durante la construcción del proyecto, lo que incluirá su categorización y separación.

Artículo 20. La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de estos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría. Se realizará un manejo integral de los residuos que sean generados durante la construcción del proyecto y, en caso de ser necesario, se realizará el trámite que corresponda a planes de manejo.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. Como se mencionó, se realizará un manejo integral de los residuos durante todas las etapas del proyecto, lo que incluirá su categorización y separación de acuerdo con sus características, su almacenaje en un sitio adecuado y la contratación de prestadores de servicio autorizados en la materia para su disposición final.

Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven. Se realizará la notificación a la SEMARNAT mediante el alta como generador de residuos peligrosos según la categoría que corresponda.

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. Como se mencionó, se realizará un manejo integral de los residuos durante todas las etapas del proyecto, lo que incluirá su categorización y separación de acuerdo con sus características, su almacenaje en un sitio adecuado y la contratación de prestadores de servicio autorizados en la materia para su disposición final.

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. Se realzará la categorización y separación de los residuos peligrosos asegurándose que durante su almacenaje temporal no se coloquen próximos aquellos que sean incompatibles.

Artículo 68. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. En su caso, se realizará las medidas de remediación que fuesen necesarias.

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones.

En la operación del proyecto se llevará a cabo la medición de las emisiones de la chimenea, para lo cual:

Se contratará a un consultor de medición independiente acreditado para que realice las mediciones de emisiones de gases de escape y emita un informe. Las mediciones de emisiones se realizarán con la UME a plena carga (100%).

III.5.4 Convenios

Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. (RAMSAR)

La Convención fue adoptada en RAMSAR, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en diciembre de 1975, México lo suscribió el 4 de noviembre de 1986.

Este tratado tiene como objetivo conservar y hacer un uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales, mediante la cooperación internacional, para un desarrollo sostenible. Asimismo, el tratado protege a las aves acuáticas que habitan los humedales.

Dado que los humedales son importantes para mantener procesos ecológicos fundamentales y debidos a su rica flora y fauna y a los beneficios que reportan a las comunidades locales y a la sociedad humana en general, los objetivos generales de la Convención son asegurar su conservación y uso racional.

Su objetivo principal es informar al público los sitios RAMSAR (listado de los sitios registrados, México 112 sitios), para que este cuide y proteja y dé uso racional cumpliendo con la estrategia de conservación que se indican en las fichas técnicas de la CONABIO.

Nombre del Sitio	Manglares de Nichupté
País	México
Superficie	4,257 ha
Ubicación	Manglares de Nichupté se localiza en el estado de Quintana Roo y exclusivamente dentro del ámbito territorial del Municipio de Benito Juárez, en las zonas inmediatas de Manglares de Nichupté (MDN) incluyendo la zona federal marítimo terrestre y posee una población de 572,973 habitantes según el II Conteo de Población y Vivienda 2005. Colinda al oeste con terrenos ejidales y particulares, al norte con el Boulevard Kukulcán, al este con MDN y al sur con terrenos particulares. Se encuentra dentro de la región denominada “Planicie Costera Suroriental”, que se extiende desde la Sierra de Naolinco, en el centro de Veracruz, abarcando el Istmo de Tehuantepec, casi la totalidad del estado de Tabasco, porciones del estado de Chiapas y la península de Yucatán. Por tratarse de un conjunto de áreas geológicamente diferentes, algunos autores limitan este nombre a la parte istmeño-tabasqueña y reconoce como regiones separadas a la península de Yucatán y a la planicie de Sotavento.
Descripción	El manglar opera como refugio de numerosas especies animales, terrestres y acuáticas, migratorias o locales, además de ser fuente de nutrientes - vía detritus - de una gran diversidad de organismos de diferente nivel trófico pues llegan a constituir hasta el 75 % del alimento de varios heterótrofos (Vázquez - Yañez, et al. 1999). A su vez, resultan ser importantes estabilizadores de sedimentos en ambientes con flujos de agua tranquilos como son los que se presentan en el SLN. Existen densos manglares de franja que protegen a las áreas de tierra adentro de la acción del oleaje provocado durante el paso de huracanes y tormentas. También destaca su importancia por el valor paisajístico de la zona y su importancia como sitio para la realización de un turismo de bajo impacto que permite a la gente gozar de los escenarios naturales que el área posee. De esta forma el área actúa como importante marco para el desarrollo turístico y económico de la región, generando al mismo tiempo en cada una conciencia hacia la conservación y valoración de los recursos naturales del sistema, del país y del mundo. Otra característica importante del sitio es que se han encontrado restos arqueológicos de la cultura maya, cuyo estado de conocimiento es pobre y requiere de estudios y un manejo adecuado para garantizar su conservación.
Criterio 1	La selva baja caducifolia ocurre de manera restringida en la Península de Yucatán, y en especial en el estado de Quintana Roo, ya que su desarrollo está asociado a condiciones edáficas muy particulares, como afloramientos de roca (Durán 1986). En Quintana Roo, este tipo de vegetación se encuentra sólo en la costa del Caribe, donde su distribución es particularmente discontinua. Igualmente, la presencia de cenotes, humedales costeros de cuevas cársticas, lo hace un ecosistema especial.
Criterio 2	El sitio alberga especies de la flora y fauna bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-ECOL-2001, como son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*),

	Mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), catalogadas como especies que están sujetas a protección especial. Además, también existe la Palma de Chit (*Thrinax radiata*), catalogada como amenazada. Faunísticamente ocurren especies como la iguana (*Ctenosaura similis*) catalogada como amenazada, el cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), la Rana leopardo (*Rana berlandieri*) Sujetas a Protección Especial y a la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en peligro en extinción. Cada una de estas especies encuentra en este lugar un espacio indispensable para su alimentación y reproducción.
Valores Hidrológicos	En la franja costera del estado, los principales flujos de agua son subterráneos, lo cual se debe a la presencia de roca carbonatada altamente permeable, caracterizada por una dinámica de alta permeabilidad y de flujo que permite un rápido movimiento lateral de agua subterránea. Partiendo de la porción Suroccidental de la entidad, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida. Cerca del 80 % de la precipitación media anual penetra al subsuelo incorporándose al agua subterránea. A su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación, el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar. El agua subterránea en esta unidad se muestra como un cuerpo delgado de agua dulce, de menos de 70 m de espesor tierra adentro y de apenas algunos metros en la línea de costa, flotando sobre agua salina (ADFERI, 2001).
Hidrología Subterránea	En la franja costera del estado, los principales flujos de agua son subterráneos, lo cual se debe a la presencia de roca carbonatada altamente permeable, caracterizada por una dinámica de alta permeabilidad y de flujo que permite un rápido movimiento lateral de agua subterránea. Partiendo de la porción Suroccidental de la entidad, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida. Cerca del 80 % de la precipitación media anual penetra al subsuelo incorporándose al agua subterránea. A su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación, el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar. El agua subterránea en esta unidad se muestra como un cuerpo delgado de agua dulce, de menos de 70 m de espesor tierra adentro y de apenas algunos metros en la línea de costa, flotando sobre agua salina (ADFERI, 2001)

El proyecto se encuentra a 4 km de la zona RAMSAR mencionada, por lo que no afectará ya que el proyecto estará tierra adentro e inmerso en el área urbana de la ciudad de Cancún.

Valores Hidrológicos e Hidrología Subterránea

Para evitar la contaminación por descargas de aguas residuales de tipo doméstico, se contratará el servicio de sanitarios portátiles que cuentes con permiso de descarga vigente. En cuanto al consumo de agua para los trabajadores se realizará mediante garrafones de 19 l, los cual se comprarán en las tiendas cercanas con respecto al agua para las obras y

actividades que comprende el proyecto será abastecida mediante pipas en caso de requerirlo así para el concreto premezclado de ser necesario.

Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad en México

Región Hidrológica Prioritaria

El predio se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Prioritaria denominada 105. Corredor Cancún-Tulúm, la cual reconoce como principales problemáticas la modificación del entorno en forma de construcción de complejos turísticos, deforestación, tala de manglar, así como la contaminación por aguas residuales y pesca ilegal. Dada la naturaleza del proyecto, el cual se encuentra ya inmerso en el área conurbada de la ciudad de Cancún, así como el hecho de que se trata de una instalación cerrada, alejada a las zonas de mangle, no se perturbarán estas comunidades vegetales. De igual forma el proceso constructivo y el tiempo de operación contemplan el manejo de aguas residuales y disposición adecuada de residuos sólidos.

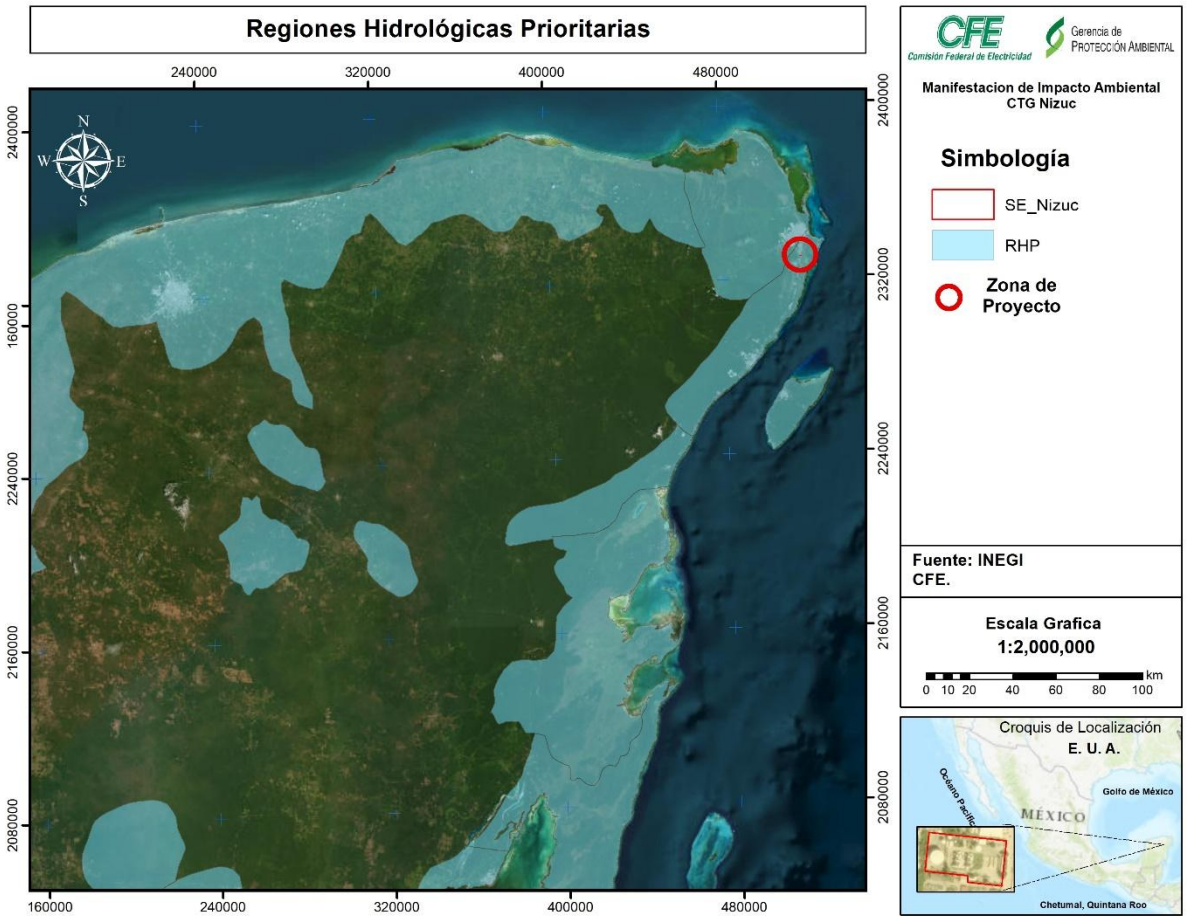


Figura III.10 Ubicación del predio respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Región Marina Prioritaria

El predio se encuentra inmerso en la Región Hidrológica Prioritaria denominada **63. Punta Maroma-Punta Nizuc,** la cual considera dentro de sus problemáticas más importantes la modificación del entorno, en forma de tala de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, modificación de barreras naturales, desarrollo turístico, daños por embarcaciones y blanqueamiento de corales. De igual forma, resulta afectada por actividades antropogénicas y sus consecuencias, como la contaminación en forma de descargas humanas y residuos sólidos, al aprovechamiento desmedido de recursos como sobrepesca de algunas especies y la introducción de otras.

Dado que el proyecto se llevará a cabo y tendrá su periodo operativo dentro del área urbana de la ciudad de Cancún, no se contempla que las condiciones sean afectadas en forma de las problemáticas mencionadas anteriormente. El proyecto no contempla la tala de mangle ni el aprovechamiento de recursos marítimos. Asimismo, la construcción y operación del proyecto contemplan un manejo adecuado de aguas residuales, así como la disposición adecuada de residuos sólidos.

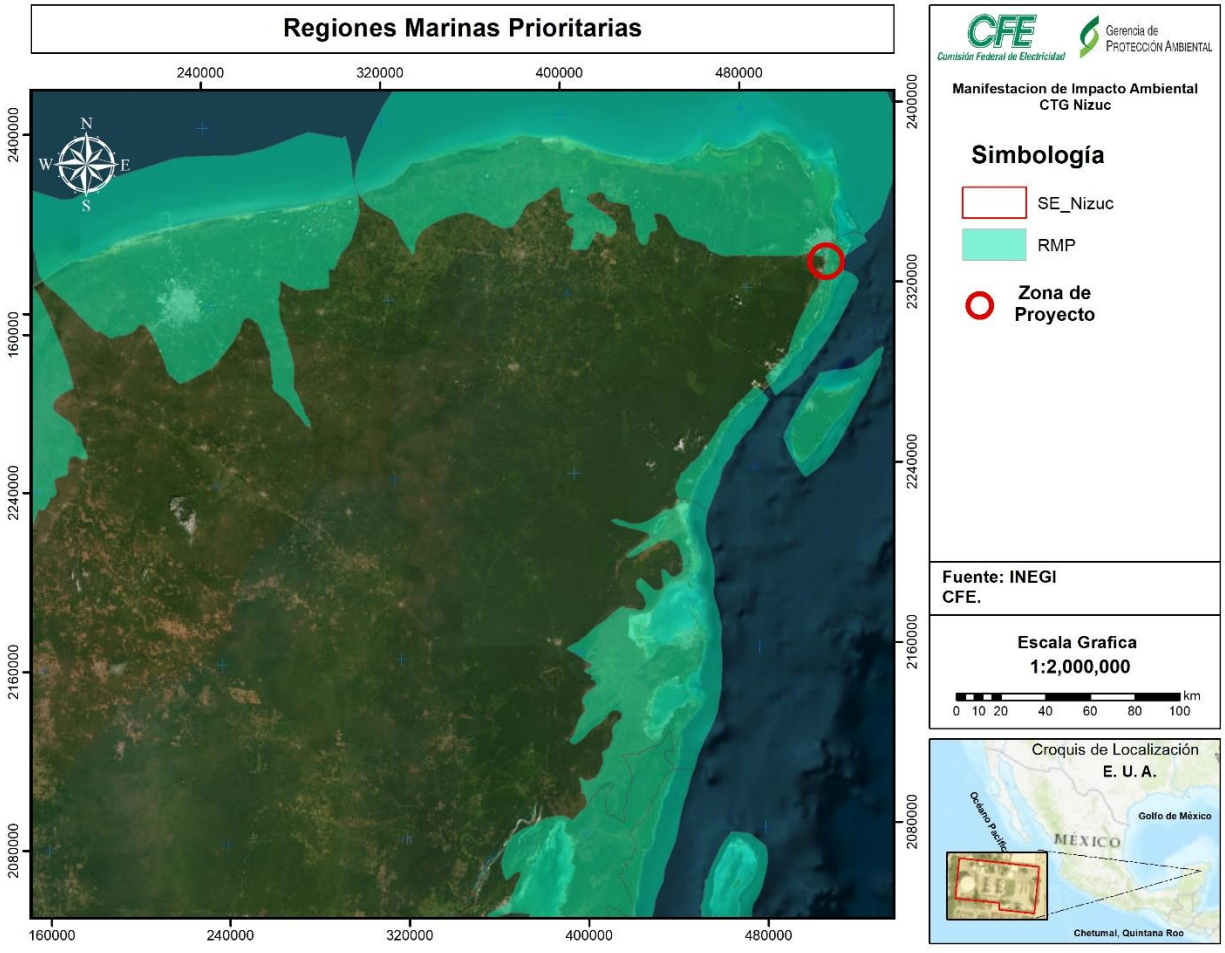


Figura II.11 Ubicación del predio respecto a las Regiones Marinas Prioritarias.

Región Terrestre Prioritaria

El área del proyecto no se encuentra inmersa dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, la más cercana, Dzilam – Río Lagartos – Yum Balam, ubicándose 15 Km al norte del área del proyecto.

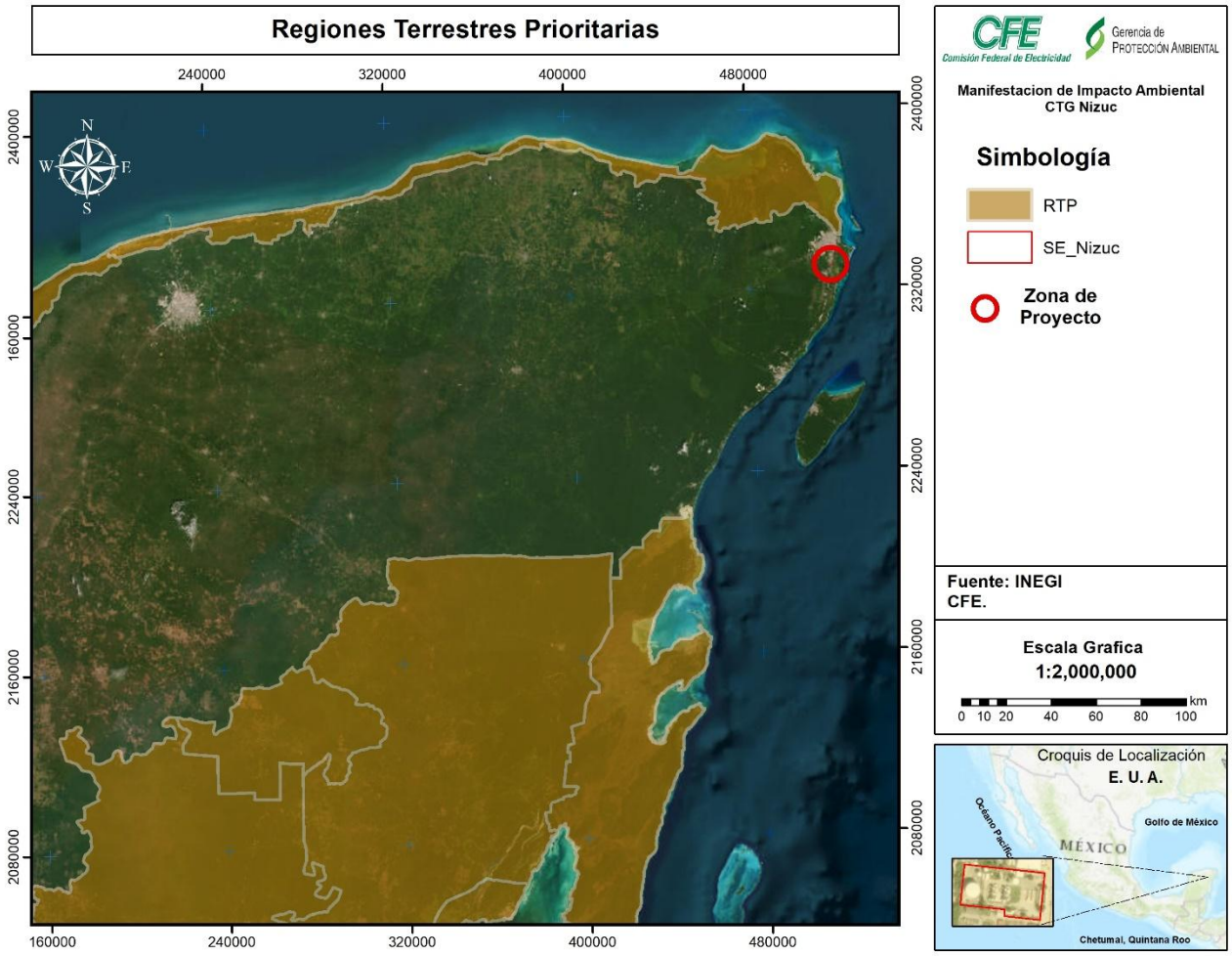


Figura III.12 Ubicación del predio respecto a las Regiones Terrestres prioritarias

Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

El área del proyecto no se encuentra inmersa dentro de alguna AICA, la más cercana, el Corredor Central Vallarta-Punta Laguna, ubicándose 9 Km al sur del área del proyecto.

Sitios RAMSAR

Los sitios Ramsar son humedales de importancia internacional que se incluyen en la Lista de Ramsar, la red más grande de áreas protegidas del mundo. Los sitios Ramsar se designan de acuerdo con los Criterios para la Identificación de Humedales de Importancia Internacional, que se enfocan en la conservación de la biodiversidad. El área del proyecto no se encuentra inmersa dentro de algún sitio RAMSAR, el más cercana, Manglares de Nichupté, ubicándose a 919.60 m al sureste del área del proyecto.

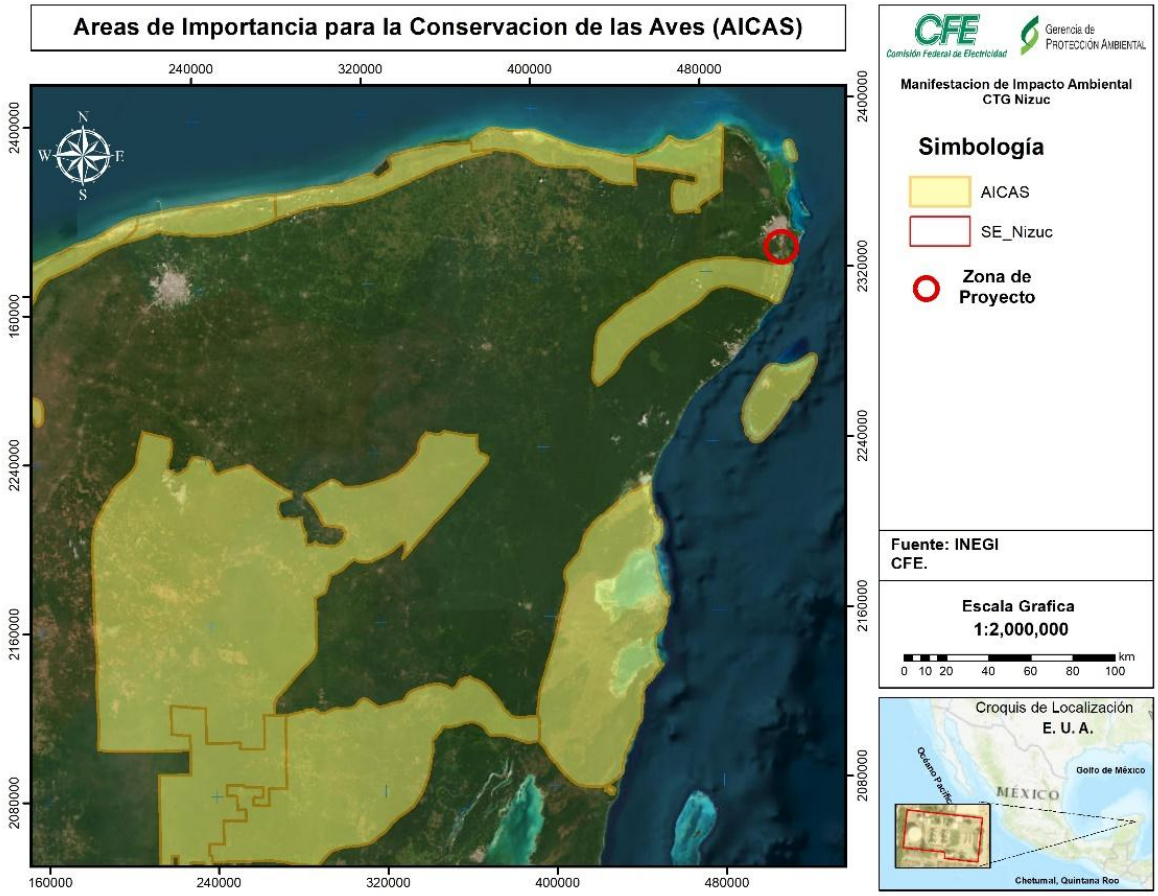


Figura III.13 Ubicación del predio respecto a las AICAS

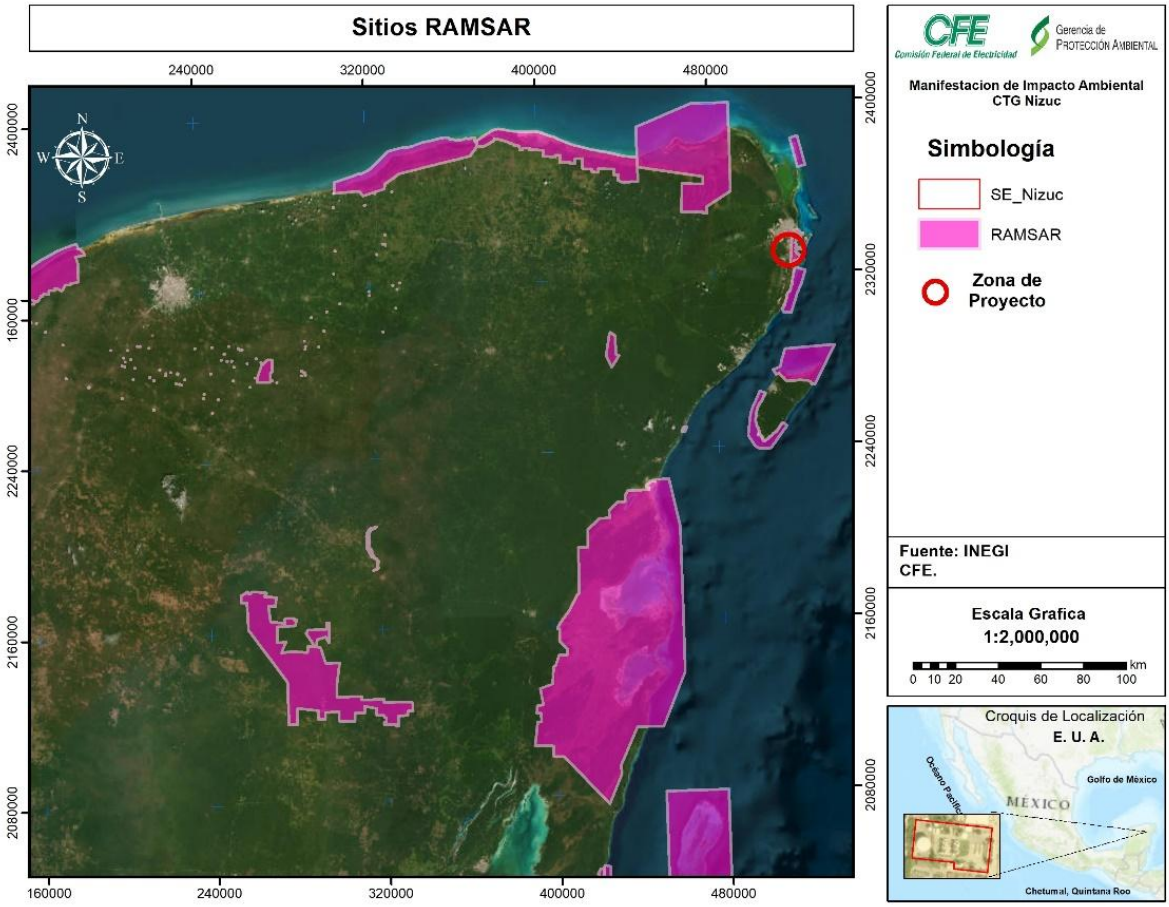


Figura III.14 Ubicación del predio respecto a los sitios RAMSAR

III.5.6 Conclusión

Luego de haber identificado y analizado los instrumentos jurídicos, normativos y administrativos que regulan las obras y actividades que integran el proyecto, se concluye la congruencia o no contravención de éste con las disposiciones de dichos instrumentos.

Conforme a la guía para elaborar la MIA- R, en el evento de que el proyecto no se ajuste a lo que dispone literalmente el instrumento aplicable respectivo, el consultor podrá presentar las propuestas cuyo objetivo sea el de ajustar el proyecto para que satisfaga el requerimiento de la disposición correspondiente.

Se reitera que lo antes señalado aplica, sobre todo, cuando la aplicación literal de la norma o de la disposición respectiva pudiera no cumplirse con el diseño o el proceso propuesto en el proyecto. Si existieran consideraciones o medidas complementarias, congruentes y objetivas, que cumplan el mismo objetivo de la norma, el promotor del proyecto puede incorporarlas como una alternativa de cumplimiento al objetivo de la disposición correspondiente.

En dicho sentido, y con el fin de ajustase a las disposiciones del ordenamiento ecológico de Benito Juárez, el proyecto será temporal como respaldo del sistema eléctrico de Quintana Roo.
.

Contenido

IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región 2

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el Proyecto 2

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional. 5

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 6

IV.3.1. Medio abiótico 7

IV.3.2. Medio biótico 40

IV.3.2.1 Vegetación 40

IV.3.2.2 Fauna 71

IV.3.3 Medio Socioeconómico 130

IV.3.4 Paisaje 138

IV.4 Diagnostico Ambiental. 151

IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y Señalamiento de Tendencias del Desarrollo y Deterioro de la Región

En el presente capítulo se tiene como objetivo analizar la estructura y funcionamiento del ecosistema donde se localiza el predio donde se pretende la construcción del Proyecto; siendo necesario para ello la identificación y análisis de los procesos y componentes de los medios abióticos y bióticos en las diferentes escalas espacio temporales, el arreglo de la estructura del ecosistema, identificándose los atributos de los componentes y/o procesos que definen su estructura, funcionalidad, o los procesos clave en la regulación del ecosistema. De igual manera se describen las condiciones socioeconómicas, así como, la interacción de los factores antrópicos en la modificación de su entorno, a fin de identificar las tendencias de su deterioro pues define las problemáticas ambientales que se presentan en la zona resultado del aprovechamiento de los recursos.

Finalmente, en la línea base a partir de la descripción del ecosistema y de las problemáticas ambientales es que se establece el diagnóstico de las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional (SAR), para definir la capacidad de respuesta del ambiente ante su intervención, el diagnóstico generado se retomará posteriormente en los capítulos V, VI y VII de la presente MIA-R, para establecer el nivel de impacto a ser generado durante la construcción de las obras contempladas para el Proyecto, a fin de ponderar las estrategias que se deberán de implementar no solo por el tipo e intensidad del impacto sino en función de la identificación de los procesos y componentes clave en el funcionamiento del ecosistema que permita una mayor resiliencia del mismo.

IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el Proyecto.

Se entiende como área de estudio el espacio geográfico en donde se desarrollará el Proyecto o actividad, donde pudieran manifestarse efectos sobre los diferentes componentes ambientales que lo conforman (aire, agua, suelo, vegetación, fauna, etc.), ya sea de forma directa o indirecta, en el corto, mediano y largo plazo.

El concepto anterior debe distinguirse claramente del concepto de sistema ambiental, el cual comprende la suma de los componentes ambientales donde se insertará el Proyecto y que previo a su desarrollo ya se encuentran en interacción continua en sus diferentes dimensiones sean físicas/abióticas, bióticas, socioeconómicas y culturales. Así pues, el Proyecto se insertará dentro de un sistema ambiental que será delimitado para constituir el área de estudio y que puedan determinarse los potenciales impactos ambientales que generará la obra a ejecutar.

Considerando que los ecosistemas carecen de límites definidos formando sistemas continuos sin fronteras, escala o soporte espacial definido, una especificidad en el tiempo con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, a fin de realizar la evaluación de los impactos ambientales propios de la ejecución del Proyecto, es necesario contar con un área de estudio de referencia, el cual al tener límites territoriales, permite delimitar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de

uno o más ecosistemas, como es el caso de un Sistema Ambiental Regional y que para fines prácticos en lo sucesivo se hará mención como SAR

La delimitación del SAR para el Proyecto, cubre físicamente la diversidad representativa de elementos (físicos, bióticos y sociales) presentes en la región con relación al área del Proyecto; tomándose en consideración los criterios descritos por la "Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional".

…. debe delimitarse analítica y gráficamente el sistema ambiental de la región de estudio (SAR) de sus componentes y de sus factores 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. En tal sentido, el concepto de región se encuentra definido en el glosario de términos de esta guía y es recomendable analizarlo para que el consultor alcance la concepción más cercana posible a la de la autoridad y de esta forma se maneje un criterio común que permita ponderar la calidad del sistema ambiental donde se pretende ubicar el Proyecto y determinar cómo impactará éste en la integridad funcional del o de los ecosistemas que conforman dicho sistema.

El polígono donde se pretende llevar a cabo el Proyecto se localiza en la zona que comprende el municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo. Para delimitar los límites del área de estudio y para la elaboración del SAR, así como las condiciones físicas y bióticas que la caracterizan se tomó en cuenta:

- La ubicación espacial del predio donde se realizará el Proyecto derivado de las actividades de construcción de las obras que lo conforman.
- Considerando que la superficie de afectación se localiza en una zona cuya topografía es llana al no existir elevaciones considerables que formen laderas por rugosidades en el terreno y que por lo consiguiente formaran parteaguas donde descienda los escurrimientos, para fines del estudio en materia de Impacto Ambiental modalidad Regional, se tomó como referencia los datos obtenidos de la página de USGS *Science for a changing world* (https://earthexplorer.usgs.gov/) para la obtención de imágenes DEM y el modelo digital de elevación (curvas de nivel) junto con las escorrentías para identificar los puntos más altos (parteaguas) y el inicio del escurrimiento para trazar los límites del SAR.
- La infraestructura de comunicación, mediante la Red de Nacional de Caminos RNC.2020, en la que se integra las carreteras, vialidades y caminos existentes en el área del Proyecto, INEGI 2020.
- La ubicación del Proyecto respecto a las UGAs del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.
- Condición y homogeneidad espacial de los factores ambientales, particularmente las capas de Uso de Suelo y Vegetación (Serie VII) y asentamientos humanos que podrían verse afectados por los posibles impactos generados por el Proyecto, por ejemplo, emisiones de aire y ruido.

Como paso principal para la delimitación del SAR, se sobrepusieron las capas de las UGAs del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, Uso de Suelo y Vegetación (Serie VII) y asentamientos humanos.

De este modo, para fines del estudio la presente MIA y de acuerdo con los criterios para el acotamiento del SAR como espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un Proyecto.

Se analizó la existencia de infraestructura eléctrica, específicamente en la SE y la CTG Nizuc en operación, la ubicación del Proyecto respecto a la UGA 21 (Zona urbana de Cancún) del Ordenamiento Ecológico de Benito Juárez, la cobertura vegetal presente, compuesto principalmente por vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia según datos vectoriales del Uso de suelo y vegetación de la serie VII de INEGI 2021 y finalmente aquellas barreas físicas propias de cualquier área conurbada con sus vialidades y servicios.

Con ello, fue posible obtener un sistema de referencia, en el que se le delimitaron límites territoriales, que permitieron obtener el espacio de análisis de la estructura y el funcionamiento con un enfoque sistémico y geográfico en el que se reconocieron unidades espaciales de homogeneidad relativa. Todo ello con la finalidad de identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas, con ello se logrará efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el Proyecto.

En la **Figura IV.1** se muestra la delimitación del Sistema Ambiental Regional que se consideró para realizar la descripción de los elementos físicos y bióticos de la zona.

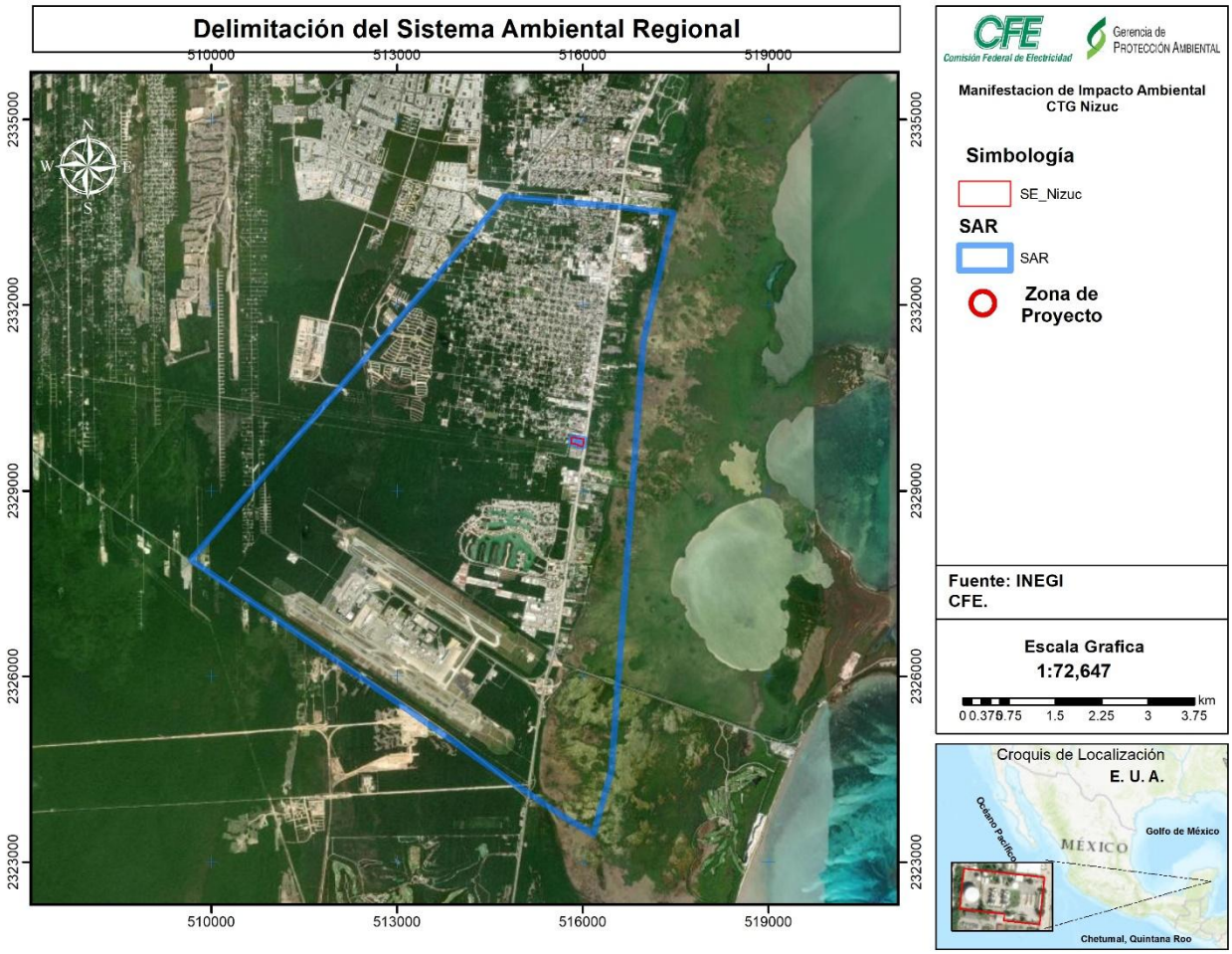


Figura IV. 1. Sistema Ambiental Regional

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional.

Esta sección se enfoca en la caracterización retrospectiva de la calidad ambiental del área de estudio (SAR), se define la composición de su estructura mediante el análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos que denomina su importancia; identificando y describiéndose las tendencias de desarrollo o de deterioro en el existentes que incidan o pudieran haber incidido de manera determinante en la calidad ambiental que actualmente en el existen. Se realiza un análisis integral de los aspectos sustantivos de sus componentes abiótico, biótico y socioeconómico determinantes de la calidad ambiental del SAR donde se ubica el Proyecto, este análisis y sus resultados, se traducen en la determinación del estado “cero” o “estado sin Proyecto en el SAR, por lo que el análisis de cambio de uso de suelo en terrenos forestales por la construcción de las obras está enfocado tanto en sus componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, que es desde este enfoque el desarrolla del presente apartado.

La caracterización del medio físico se hizo a través del análisis documental y cartográfico elaborado por el INEGI y otras dependencias gubernamentales, los aspectos del medio biótico se realizaron a través de una revisión bibliográfica complementado con los trabajos de campo realizados particularmente en el área del Proyecto y en el SAR, y los aspectos del medio socioeconómico, se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo población y vivienda del 2020 del INEGI.

En la caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR) se consideraron los mismos componentes tanto a nivel del área del Proyecto como a nivel regional, con el objeto de determinar una articulación entre los procesos regionales y las puntuales atribuibles al procesos de construcción de las obras que componen el Proyecto, los impactos que se generen o pueden generar con sobre los componentes del sistema ambiental como lo es el cambio de uso de suelo en dichos predio, por lo que se realizó una evaluación con mayor detalle para la obtención de una caracterización más precisa de los mismos, considerando que son unidades ambientales con características comunes y que responden a una estructura y funcionamiento en el ecosistema mismo, y sobre los factores socio económicos.

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

El predio donde se proyecta la construcción del Proyecto se localiza al sureste de la República Mexicana, el cual tiene incidencia al noreste de la península de Yucatán. Específicamente en el municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo. Previamente se definió el SAR con una superficie total de 4,401.563 hectáreas, que fungirá como la unidad de análisis del área de influencia indirecta.

El predio en el cual se proyecta la construcción de las obras se ubica dentro de la CTG y SE Nizuc, misma que se encuentra en operación y de acuerdo con la Cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI 2018) se define como Asentamiento Humano (tabla IV.1).

Tabla IV. 1. Uso de suelo y vegetación en el área del SAR.

CLAVE	DESCRIPCIO	Área (ha.)	Porcentaje
ADV	Desprovisto de vegetación	9.7336	0.22
AH	Asentamientos humanos	2325.5328	52.83
VM	Manglar	97.6158	2.21
VSa/SMQ	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	787.2955	17.88
VSA/SMQ	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	786.0816	17.85
VSa/VM	Vegetación secundaria arbustiva de manglar	395.3039	8.98
		4401.5634	100

Como ya se comentó antes, el área del Proyecto se encuentra dentro de una Central Turbogas (CTG) en operación y Subestación Eléctrica, las cuales, se encuentran

desprovistas de vegetación. Acorde a la ubicación del predio donde se proyecta la construcción de las obras del Proyecto, el SAR, delimitada para fines de este estudio, se localiza en el estado de Quintana Roo, en el municipio de Benito Juárez.

En el SAR, se registra un clima Cálido húmedo Awo(x')(i'), dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán. La Región fisiográfica Península de Yucatán, es una provincia que se encuentra ubicada en el sureste de México. Delimitación: Se encuentra limitado 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.

En lo correspondiente a la subprovincia fisiográfica, el SAR está ubicada en su totalidad en la subprovincia Carso Yucateco. La subprovincia Carso Yucateco Son llanuras asociadas con lomeríos bajos, producto de la evolución cárstica de la losa calcárea de la Península de Yucatán. En el SAR se presentan dos tipos de suelo: litosol (y rendzina. Como puede verse el más abundante corresponde al rendzina, seguido por litosol.

Es importante considerar que respecto al elemento biótico, la unidad de análisis (SAR) se encuentra en una zona mayormente urbana por lo que la diversidad se espera relativamente baja con presencia de fauna principalmente en aquellos sitios con vegetación representados por manglar y selva mediana subperenifolia en sus diferentes estados de sucesión aunque será posible encontrar especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o cuasiendémicas para la Península Biótica de la Península de Yucatán, México o Mesoamérica.

Con respecto a las Áreas Naturales Protegidas, una pequeña porción del SAR se encuentra sobre el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté y de la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano como se ha descrito en el capítulo III del presente documento.

IV.3.1. Medio abiótico

El medio físico o abiótico es definido un medio natural en donde se integran todos aquellos componentes que determinan el espacio físico en el que habitan los seres vivos; estos componentes abióticos se dan por las condiciones físicas y químicas del ambiente y conforman una parte de todo el entorno natural en el que se desarrollan los seres vivos, que en conjunto forman el biotipo, es decir, el espacio donde se realizan las actividades de los seres vivos; que a continuación, se describen los principales factores del medio físico en donde se ubica el SAR.

IV.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

La posición geográfica en que se encuentra la Península de Yucatán, su relativa cercanía al Trópico de Cáncer y a la Celda Anticiclónica Bermuda Azores y su ausencia orográfica considerable, hace que contenga un clima muy particular, derivado de su gradiente de precipitación que ocasiona la distribución de los distintos tipos de vegetación, la flora y

fauna que ahí habitan y, por tanto, la biodiversidad (Mosiño, Alemán y García, 1974; Orellana y otros, 2003).

La distribución de los climas en la región está regida principalmente por las interacciones de factores climáticos como las corrientes marinas que bordean la Península de Yucatán derivados de la Corriente Ecuatorial Norte del Atlántico, formando la corriente del Caribe que deriva en la del Canal de Yucatán y a su vez en la corriente del Golfo de México. Se trata de corrientes cálidas que influyen de modo importante en los vientos cálidos húmedos o secos.

Por otro lado, la profundidad de los vientos alisios procedentes de la Celda Bermuda Azores, cargados de humedad determinan los distintos regímenes de lluvia prevalecientes, aunado a las ondas tropicales superpuestas a los vientos del este apuntando hacia el norte con dirección este-oeste como refuerzo de los vientos alisios contribuyen a las lluvias durante el verano.

CLIMA

El clima es el estado más frecuente de la atmósfera de un lugar de la superficie terrestre; es decir, una descripción estadística de las condiciones meteorológicas más frecuentes de una región en cierto periodo de tiempo (OMM, 2013).

En el estado de Quintana Roo, el 99% de la superficie del estado presenta clima cálido subhúmedo y el 1% cálido húmedo, localizado en la isla de Cozumel. La temperatura media anual del estado es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero. La precipitación media estatal es alrededor de 1,300 mm anuales, las lluvias se presentan durante todo el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre.

Los climas en la Península de Yucatán son resultado de la interacción de todos los factores climáticos que en ella inciden y de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004) son los siguientes: el BS0 (h')x'i, es el más seco de los semiáridos, cálido, con lluvias intermedias o irregulares con tendencia a distribuirse hacia el verano; máximo de temperatura cercana al solsticio de verano e isotermal. El BS1(h')wi, el menos seco de los semiáridos, cálido, con régimen de lluvias de verano; máximo de temperatura después de mayo e isotermal.

Los del tipo Awo (i') g el más seco de los cálido subhúmedos, presenta lluvias en verano con un porcentaje regular a bajo en invierno, poca oscilación térmica y máximo de temperatura antes del solsticio de verano. El tipo Awo (x') (i') g, presenta lluvias en verano y un alto porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación térmica y máximo térmico antes del solsticio de verano, presentándose en una amplia zona al oeste y noroeste del estado.

Los correspondientes al tipo Aw1 (i') g, son cálido subhúmedo, con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, presenta poca oscilación térmica con temperaturas máximas antes del solsticio de verano. El tipo Aw1 (x') (i') g, con las lluvias en verano y un alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, presenta poca oscilación térmica y temperatura

máxima antes del solsticio de verano. Por último, el de tipo Aw2 (x') (i') g, cálido, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano, alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano.

El clima predominante (tabla y figura IV.2) del SAR es de tipo cálido (clima A) acorde a la clasificación de Köppen y Cálido húmedo con las modificaciones de Enriqueta García (2006); en esta unidad se registra un solo tipo de clima con la clave Awo(x').

Tabla IV. 2. Clima predominante en el Sistema Ambiental

Clave	Descripción	Régimen
Awo(x')	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frio mayor de 18 °C.	Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

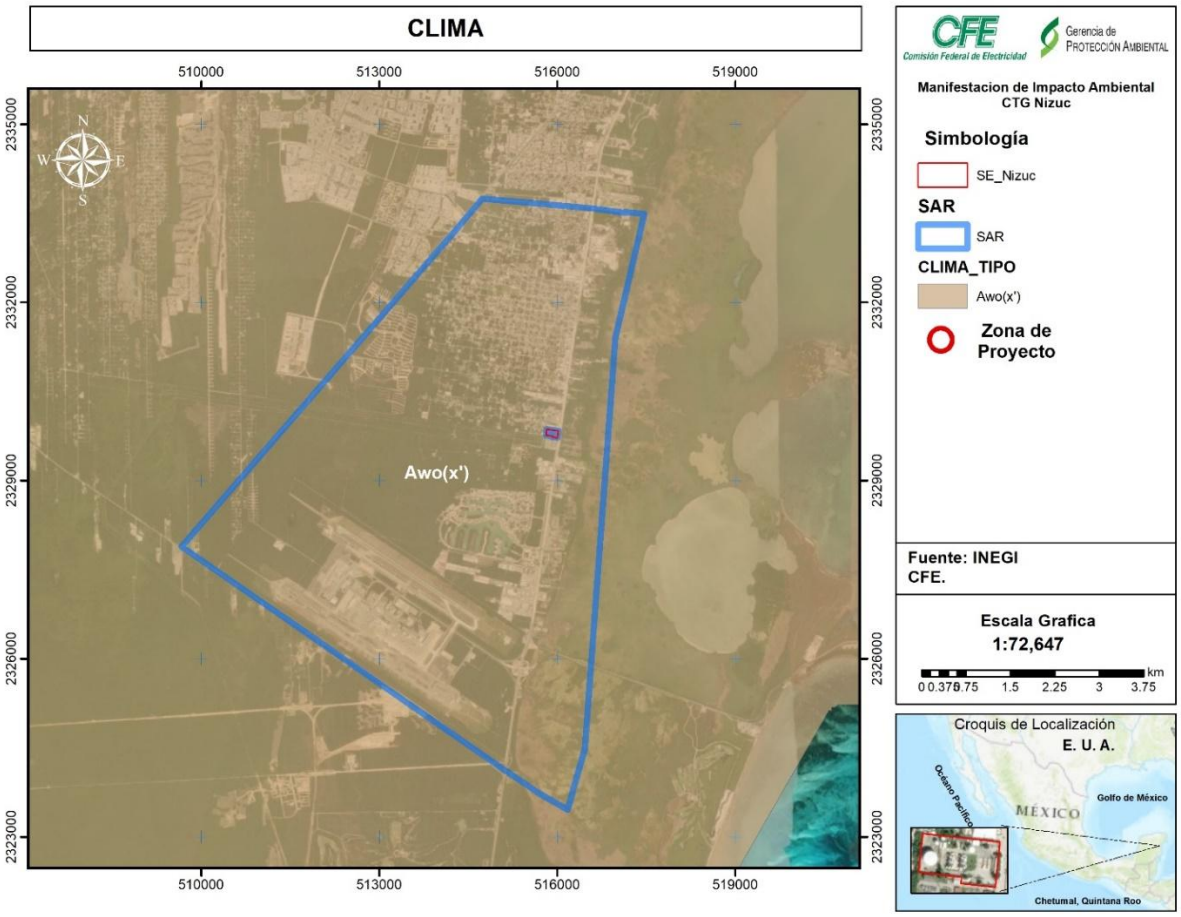


Figura IV. 2. Clima presente en el Sistema Ambiental

Temperatura y precipitación

Para conocer los parámetros que indican el comportamiento climático del SAR, se consideró los registros de una estación climatológica, la cual se ubican en la porción continental y que corresponden a la estación climatológica **No. 23155** "**Cancún**", ubicada aproximadamente a 10 km en dirección Noreste de la unidad de estudio.

- **Temperatura promedio mensual y anual**

Las temperaturas normales registradas en la estación climatológica de referencia para el SAR se concentran en la Tabla IV.3, y dan cuenta que en dicha unidad se alcanza una temperatura promedio de 27.7 grados centígrados (°C).

Tabla IV. 3. Temperaturas medias mensual de la estación meteorológica "**Cancún**"

Temperatura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máxima	27.1	28.4	29.2	31.1	31.9	32.6	32.8	32.3	31.9	30.3	28.7	28.9	29.7
Media	24.6	25.5	26.6	28	29.3	29.5	30	30.2	29.5	28.1	26.4	25.3	27.7
Mínima	22.4	22	22.8	26.2	26.8	27.6	27.9	27.9	26.9	25.1	23.6	21.2	25.7
Promedio													**27.7**

Conforme las medias de temperatura, el periodo con mayor temperatura se presenta en los meses de junio a septiembre, mientras que el de menor temperatura va de diciembre a febrero. En la Figura IV.3 se presentan la gráfica la temperatura media para la estación meteorológica "**Cancún**".

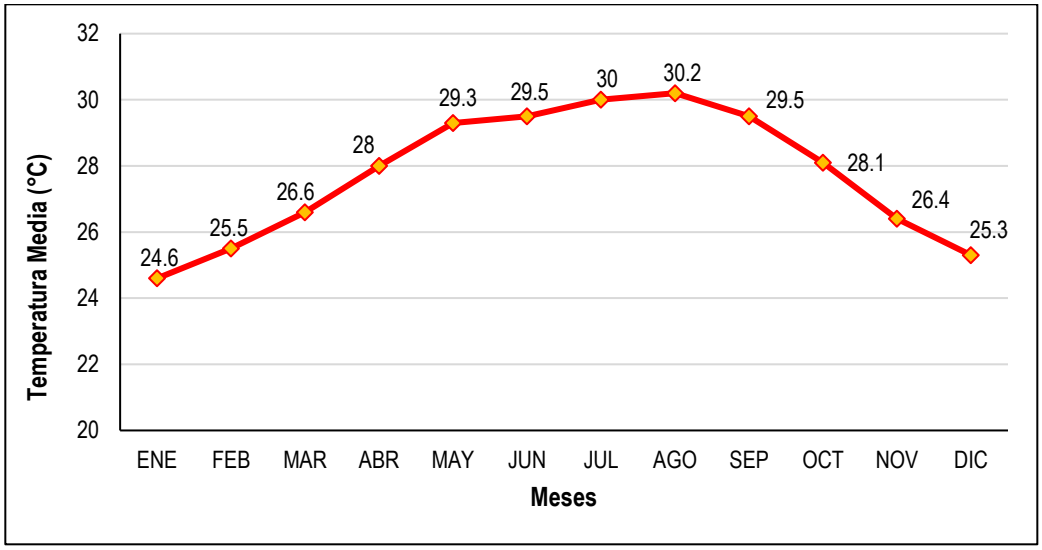


Figura IV. 3. Gráfica de temperatura media mensual

- **Precipitación promedio mensual y anual**.

Según la carta de precipitación media anual del INEGI, el SAR se ubica entre zonas que presenta un rango de precipitación que va desde los 800 (porción norte del SAR) hasta los 1500 mm anuales. Figura IV.4.

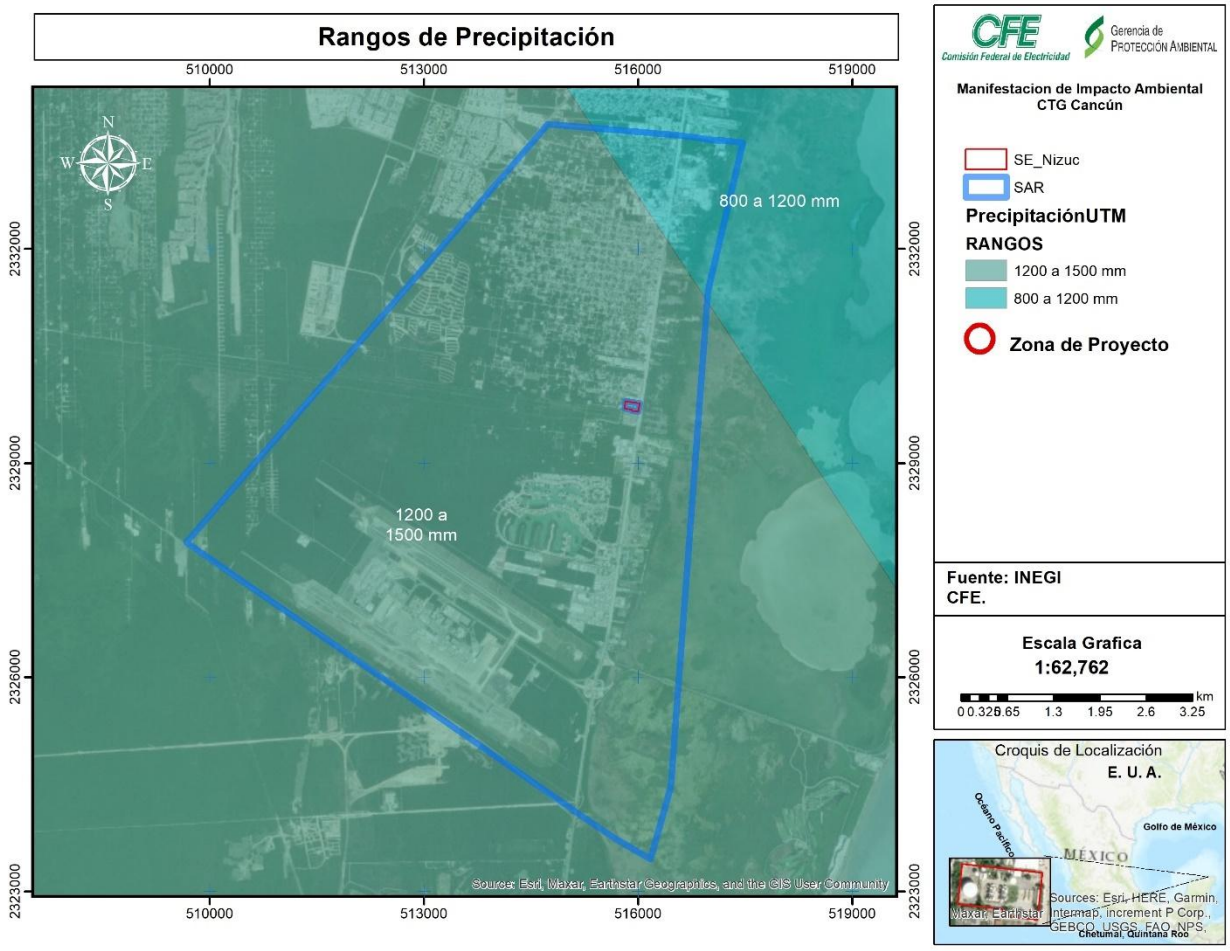


Figura IV. 4. Ubicación del SAR respecto a los rangos de precipitación

La precipitación total anual registrada en la estación Cancún es de 1,301.7 mm/m2. El régimen de lluvias es en verano, iniciando en junio y concluye entre los meses de octubre y noviembre. El periodo seco va de los meses de diciembre a mayo. Tabla IV.4. y Figura IV.5

Tabla IV. 4. Precipitación promedio mensual y anual

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máx.	409.6	192.34	110.8	292.43	304.8	519.7	245.44	289.6	540.4	1188.87	476.9	389.6	218.6
Media	104	60.3	37.8	40.5	85.6	185.4	69.9	99.5	177.3	259.6	141.7	104.1	111.8
Mín.	2.42	5.5	0.2	0	0	3.5	2	0	39.91	47.21	15.38	5.2	53.4
Promedio													**127.93**

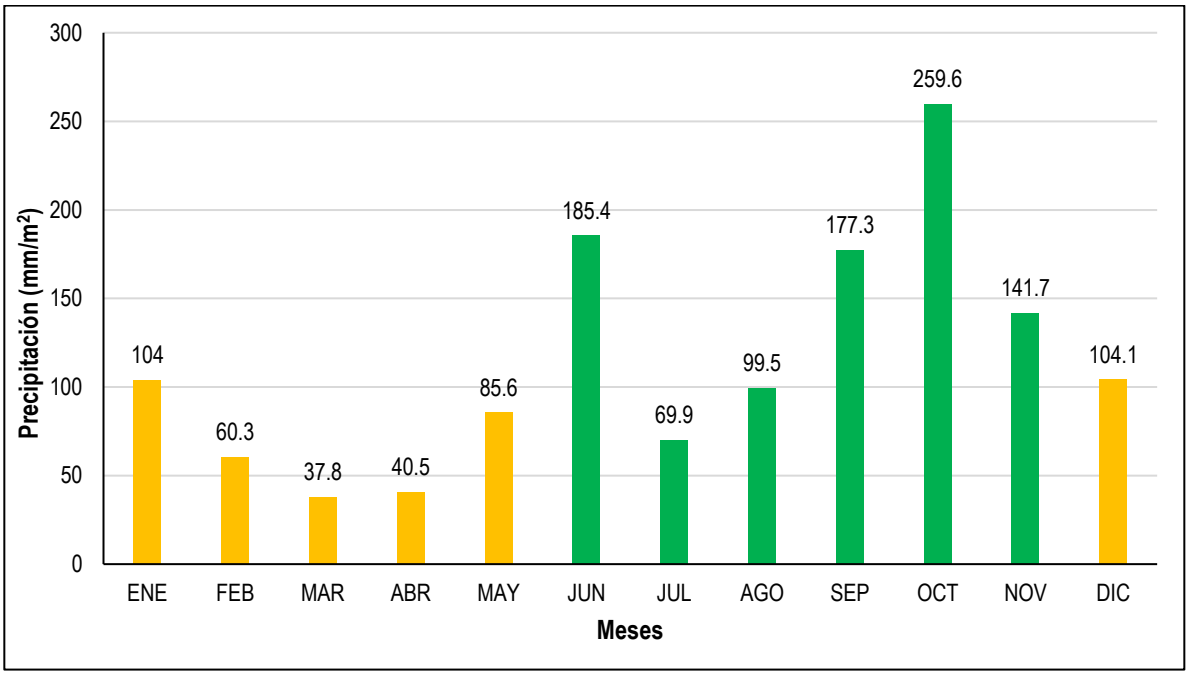


Figura IV. 5. Gráfica de precipitación media mensual

De la información presentada se puede sugerir que la estación climática Cancún se encuentra influenciada por la zona marina, así como por la urbanización, ya que esta zona se ha perdido gran parte de la cubierta vegetal.

Periodo de Sequías

La sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación (Ramírez, 2014).

Para conocer con mayor precisión el periodo de sequía, se construyó un diagrama ombrotérmico de Gaussen (1957); los diagramas climáticos se construyen sobre la base de

los promedios de temperatura y precipitación (ver Tabla IV.5 y Tabla IV.6), este se compone por un campo de coordenadas rectangulares con una abscisa basal de 12 unidades, que hacen referencia a los meses del año, y dos coordenadas que se levantan en los dos extremos, una haciendo referencia a la precipitación y del otro lado a la temperatura (°C).

Tabla IV. 5. Variables climatológicas: Temperatura y Precipitación

Variable Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura	24.6	25.5	26.6	28	29.3	29.5	30	30.2	29.5	28.1	26.4	25.3	27.7
Precipitación	104	60.3	37.8	40.5	85.6	185.4	69.9	99.5	177.3	259.6	141.7	104.1	111.8

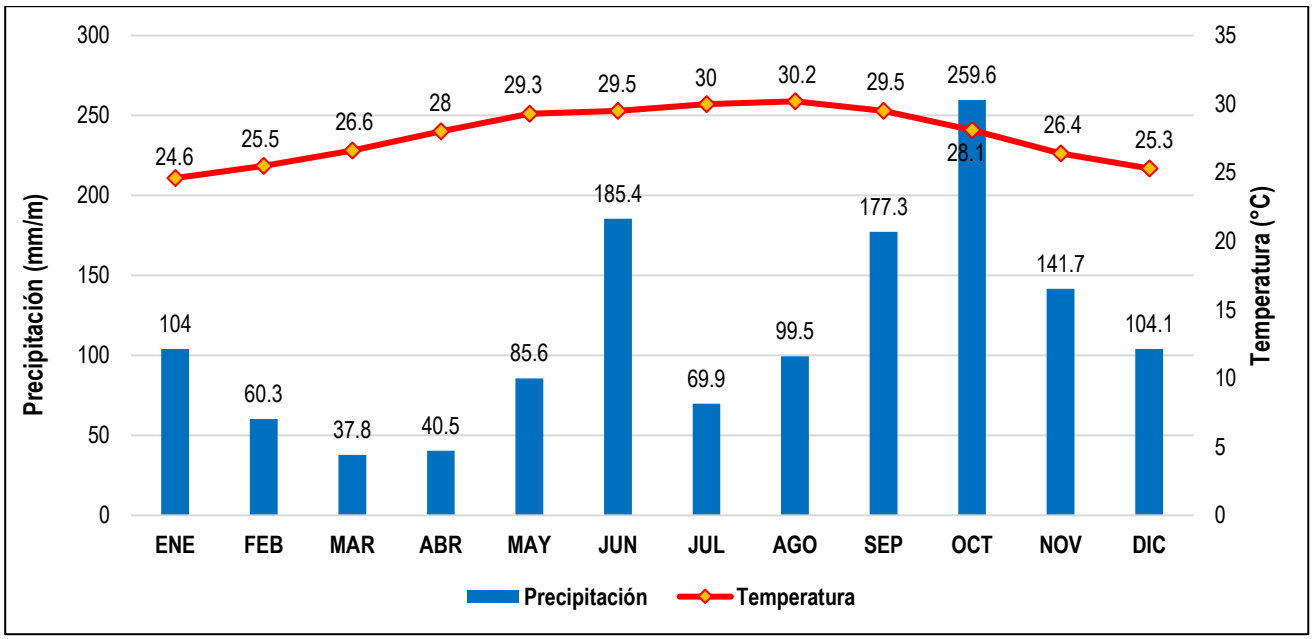


Figura IV. 6. Diagrama Ombrotérmico.

Fenómenos Hidrometeorológicos

Los fenómenos hidrometeorológicos, corresponden a eventos extraordinarios que pueden convertirse en agentes perturbadores, como son ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, tormenta de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas, sequias, ondas gélidas y tornados (CENAPRED, 2016).

- **Heladas** y **Tormentas de Granizo**

La incidencia de heladas en la zona donde se localiza el SAR se presenta como un sólo indicador, el cual refiere a la condición que se denomina peligro por heladas **Muy Bajo**

mientras que la condición de las tormentas de granizo, en la totalidad de la superficie que conforma al Sistema Ambiental, el índice de peligro es **Muy Bajo**.

- **Sequías**.

Las sequías de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varía en su intensidad cada año por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza. Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos. En años recientes han existido algunos reportes de sequía para la Península de Yucatán, seguido por fenómenos meteorológicos relevantes que han equilibrado el balance de agua meteórica, tomando en cuenta que estos fenómenos están asociados con fenómenos climáticos por ejemplo el fenómeno de “La Niña”, se prevén escenarios futuros un tanto impredecibles considerando el contexto de cambio climático en el que nos encontramos actualmente. El riesgo de sequía identificado en el SAR es de **Bajo** con una probabilidad media (CENAPRED). Figura IV.7

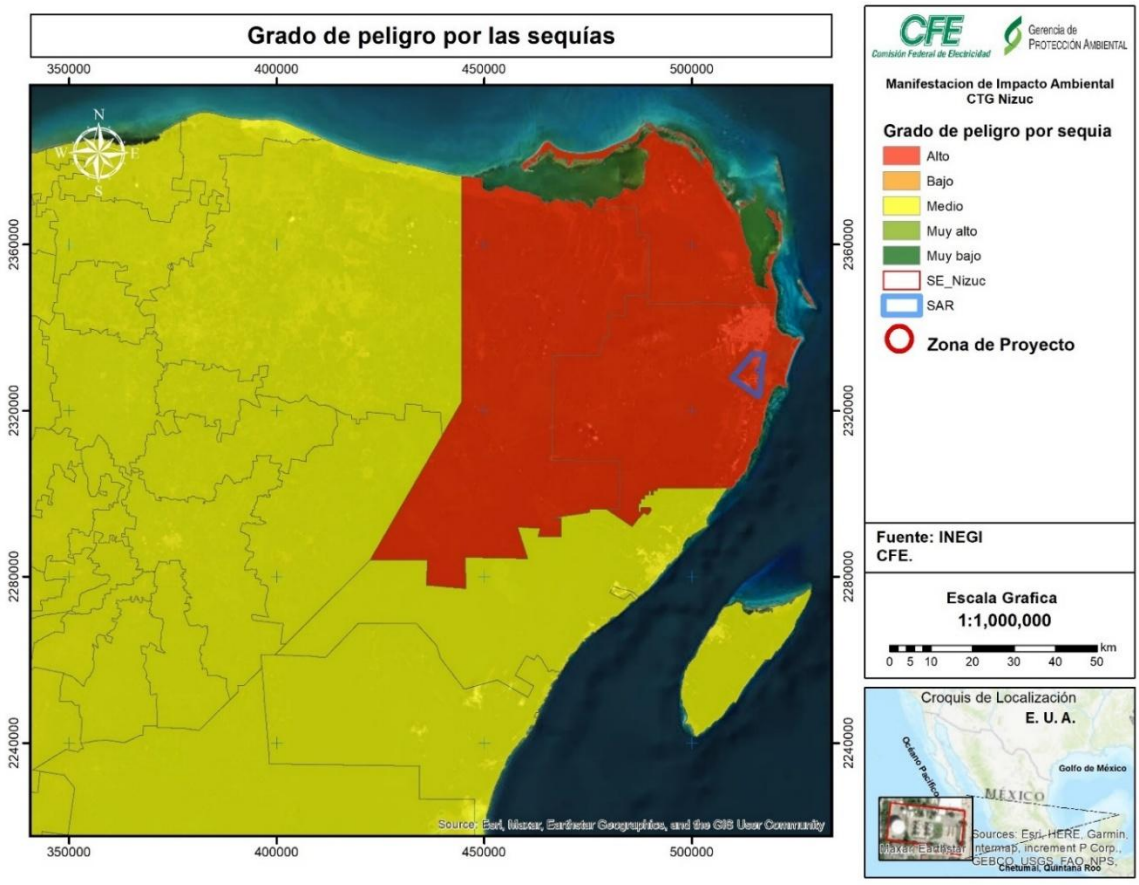


Figura IV. 7. Riesgo de sequía en el SAR

Nortes

Los frentes fríos, comúnmente denominados "**nortes**", llegan a la península de Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico. Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo. Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán, La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio de tres días en el que cubre su trayectoria total (UADY, 1999). La velocidad de los vientos se encuentra dividida en dos zonas, en los rangos de 130-160 (peligro moderado) y de 160-190 (peligro alto) km/hr.

Inundaciones

El riesgo por inundaciones en el SAR es **Alto** (figura IV.8), debido a su ubicación en la costa oriental de Quintana Roo, además de características geográficas donde está expuesto a diversos peligros naturales y riesgos que implican ocurrencia de desastres, entre ellos los fenómenos hidrometeorológicos como las depresiones tropicales, tormentas o el impacto de huracanes los cuales provocan lluvias torrenciales que entre sus efectos producen inundaciones, pérdida de línea de costa por erosión y marejadas ciclónicas en áreas costeras que son dañadas significativamente. También las numerosas ondas tropicales que se presentan anualmente provocan lluvias extraordinarias dando pie a inundaciones considerables al oriente y sur del estado (PROCIVY, 2013).

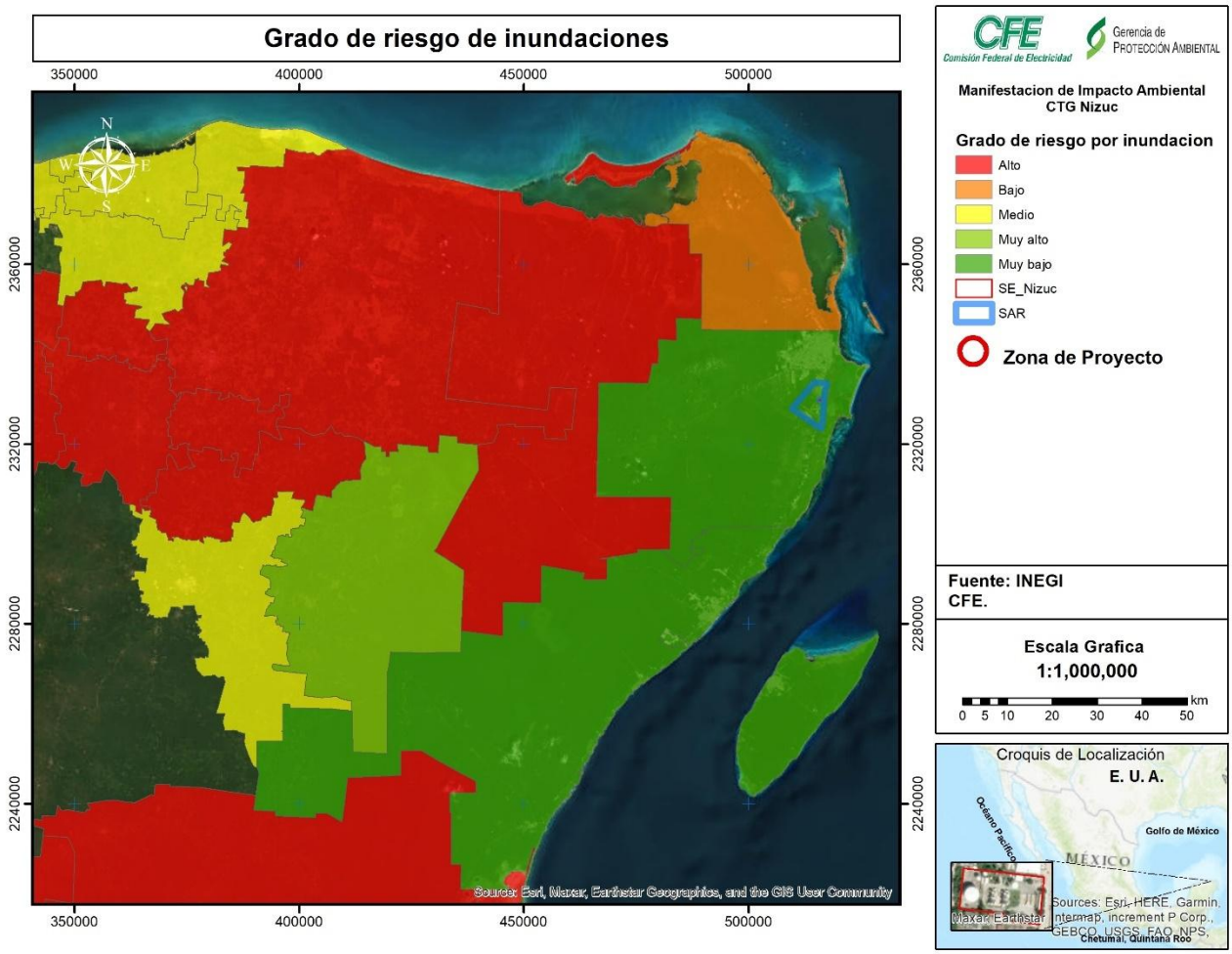


Figura IV. 8. Riesgo de inundación en el SAR

Ciclones Tropicales

Cuando los ciclones tropicales se desarrollan intensamente y se internan en el continente pueden causar daños de gran consideración. La dirección del viento varía de acuerdo con el paso del meteoro, de tal manera que es difícil marcar zonas de riesgo derivadas de este evento. Los vientos pueden afectar zonas muy amplias, pues en ocasiones el radio de influencia del huracán puede ser de varios cientos de kilómetros e incluso, algunos ciclones penetran en tierra.

Los ciclones tropicales pueden presentarse en alguna de sus tres fases:

a) Como depresión tropical con velocidades de vientos menores de 63 km/hr.

b) Como tormenta tropical con velocidades de vientos de entre 63 a 118 km. /hr.

c) Como huracán con velocidades arriba de 118 km/hr. Cabe mencionar que un ciclón tropical adquiere la categoría de huracán cuando se presentan vientos con velocidades mayores a los 118 km/hr.

- Huracán categoría 1: 118-153 km/hr.
- Huracán categoría 2: 154-177 km/hr.
- Huracán categoría 3: 178-209 km/hr.
- Huracán categoría 4: 210-249 km/hr.
- Huracán categoría 5: mayor a 249 km/hr.

Dentro del SAR se presenta únicamente la **Categoría 4** de riesgo de ciclones tropicales que se clasifica en "**Muy Alto**" tal y como se muestra en la figura IV.9.

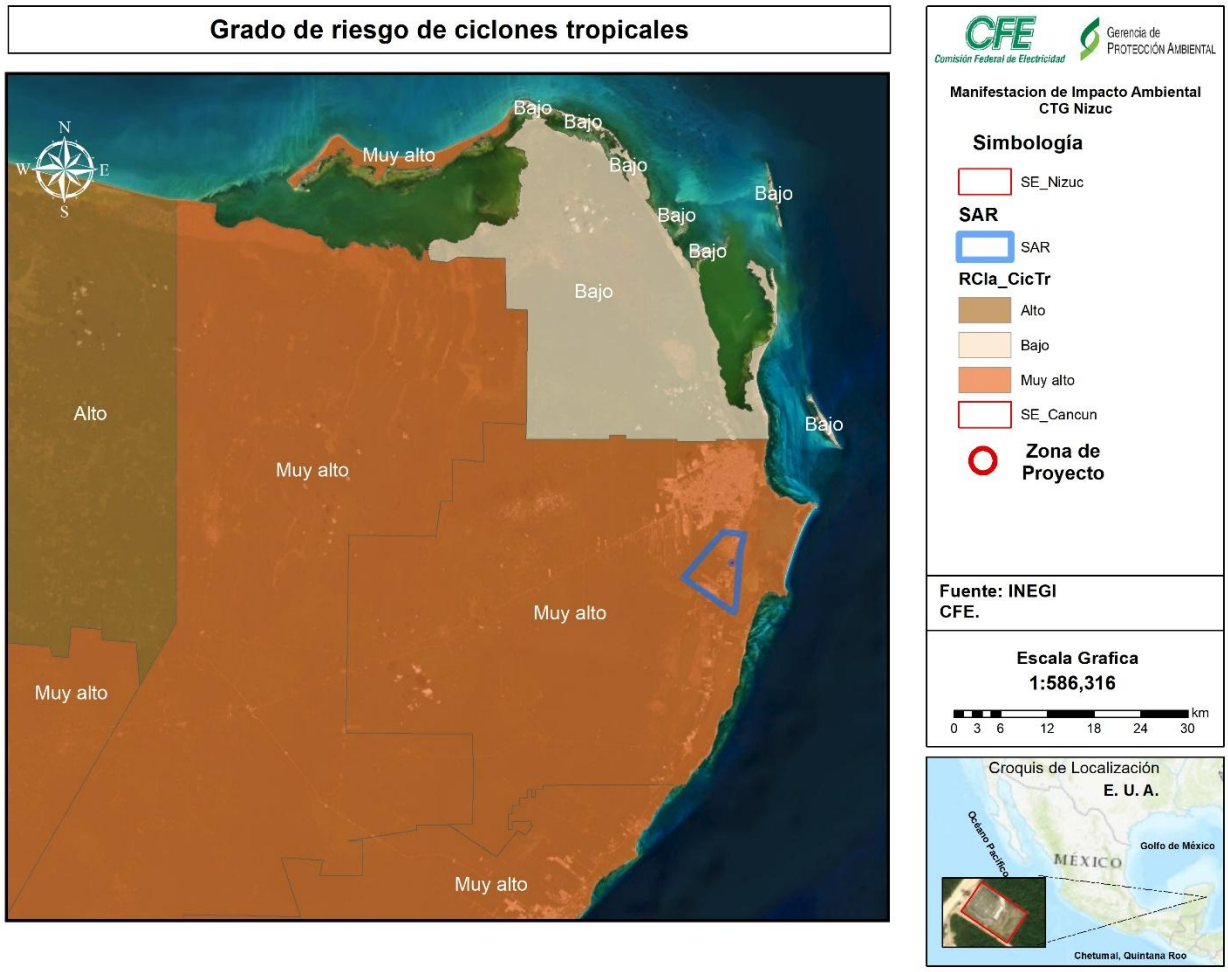


Figura IV. 9. Riesgo por ciclones tropicales en el SAR

Velocidad del viento

El viento es el aire en movimiento, es decir, el desplazamiento de los gases que constituyen la atmósfera de nuestro planeta. Este movimiento ocurre principalmente por las diferencias

en la presión atmosférica debido, principalmente, a cambios de temperatura en distintos lugares de las superficies de la Tierra (CENAPRED, 2017).

La velocidad del viento se mide en estaciones meteorológicas con el anemómetro que tiene paletas (como cuchara) que giran con el viento como un rehilete. Así se han establecido mediciones de viento por muchas décadas en muchas zonas del país con lo que es posible establecer estadísticamente las velocidades máximas.

Estación Meteorológica Automática (EMA): Es un sistema autónomo y automático formado por un conjunto de sensores de medición, dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos, montados sobre una estructura de soporte, en donde son distribuidos, orientados y conectados al Sistema de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos (SAPAD) de la estación, con el objetivo de realizar la medición y registro de las variables meteorológicas que imperan en el lugar, y transmitir los datos obtenidos a la oficina central, en donde serán utilizados y almacenados a una base de datos.

Sensores básicos que integran una EMA:

- Velocidad del viento
- Dirección del viento
- Presión atmosférica
- Temperatura
- Humedad relativa
- Radiación solar
- Precipitación

De acuerdo con la red de la EMA, para el área del Sistema Ambiental se utilizaron los datos de la estación de Cancún, considerando que es la más cercana al área del Proyecto. La velocidad del viento es de 11.9 Km/h dicho valor corresponde a la velocidad del viento promedio durante 90 días.

IV.3.1.2 Geomorfología

El sustrato geológico es el resultado de complejos procesos ocurridos en diferentes épocas geológicas. Tomando como referencia las cartas “F16-8 Cancún” del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos Serie I escala 1:250,000, se demuestra que el Sistema Ambiental, figura IV.10, se compone únicamente por Rocas Sedimentarias, de tipo Caliza, así como del tipo Lacustre, ambos de la era Cenozoica.

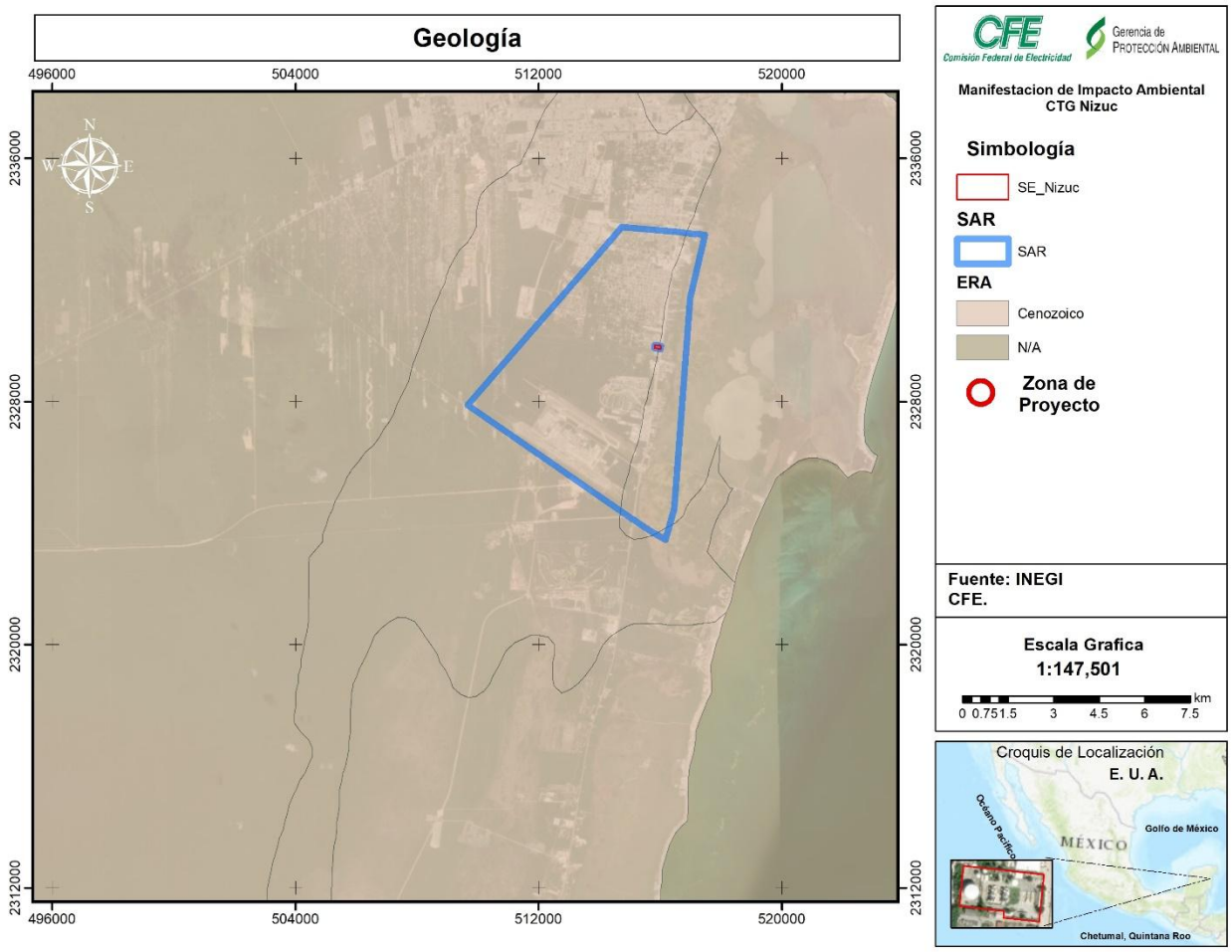


Figura IV. 10. Geología del SAR

Existen diversos criterios para clasificar una roca, como la ocurrencia de las rocas, el tamaño de grano, la textura y la estructura, el contenido mineral o la composición química.

Las rocas sedimentarias (del latín sedimentum, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Fallas y fracturas

En la geología se le reconoce como falla a la ruptura que tiene una superficie provocando deslizamientos que puede tener diversas direcciones, ya sean verticales, horizontales o la combinación de ambas, mientras que una fractura se define como una grieta o superficie

de rotura producida en la roca, no relacionada con un fenómeno de foliación o clivaje en las metamórficas, a lo largo de la cual no ha habido ningún movimiento (IMPRES, 1993). Por otro lado, la fractura geológica es cualquier superficie discontinua producida por la rotura de una masa rocosa (deformación frágil), mientras que, un eje estructural son las formas tectónicas que pueden referirse a un sistema de ejes rectangulares tridimensionales, elegidos de manera que mantengan una relación conveniente entre las fuerzas que están en juego, o que se suponen que están en juego.

De acuerdo con las cartas del Conjunto de Datos Vectoriales Geológicos Serie I escala 1:250,000, se comprueba que en la SAR no se presentan fracturas ni fracturas (figura IV.11), por lo tanto, tampoco en el área del Proyecto no se registran estas.

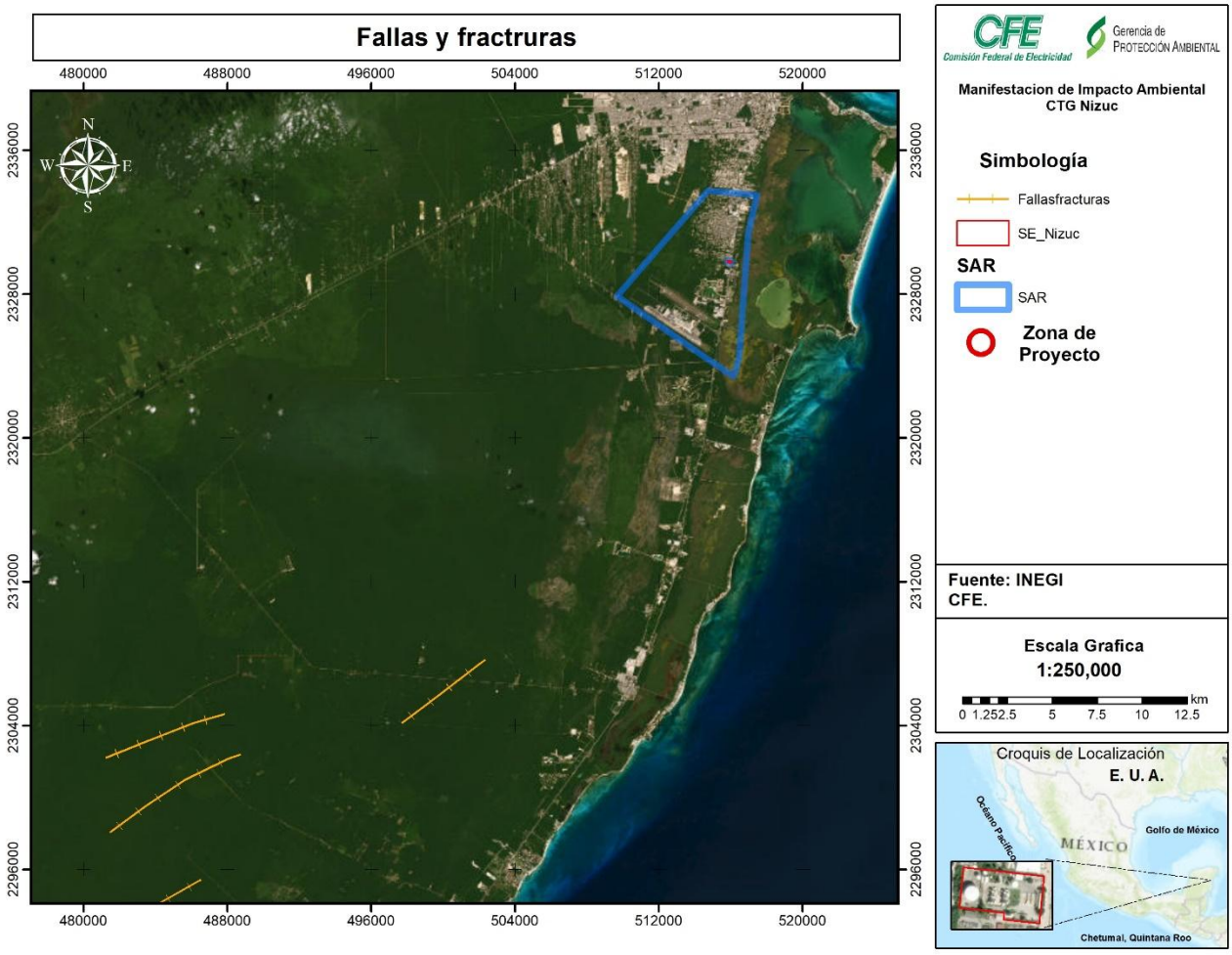


Figura IV. 11. Fallas y fracturas geológicas en el SAR

Sismicidad

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico (Figura IV.12), región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y

que bordea al Océano Pacífico (Servicio Geológico Mexicano, 2017). La república mexicana cuenta con una clasificación según el peligro sísmico limitado en cuatro zonas, las cuales se pueden observar en la siguiente imagen:

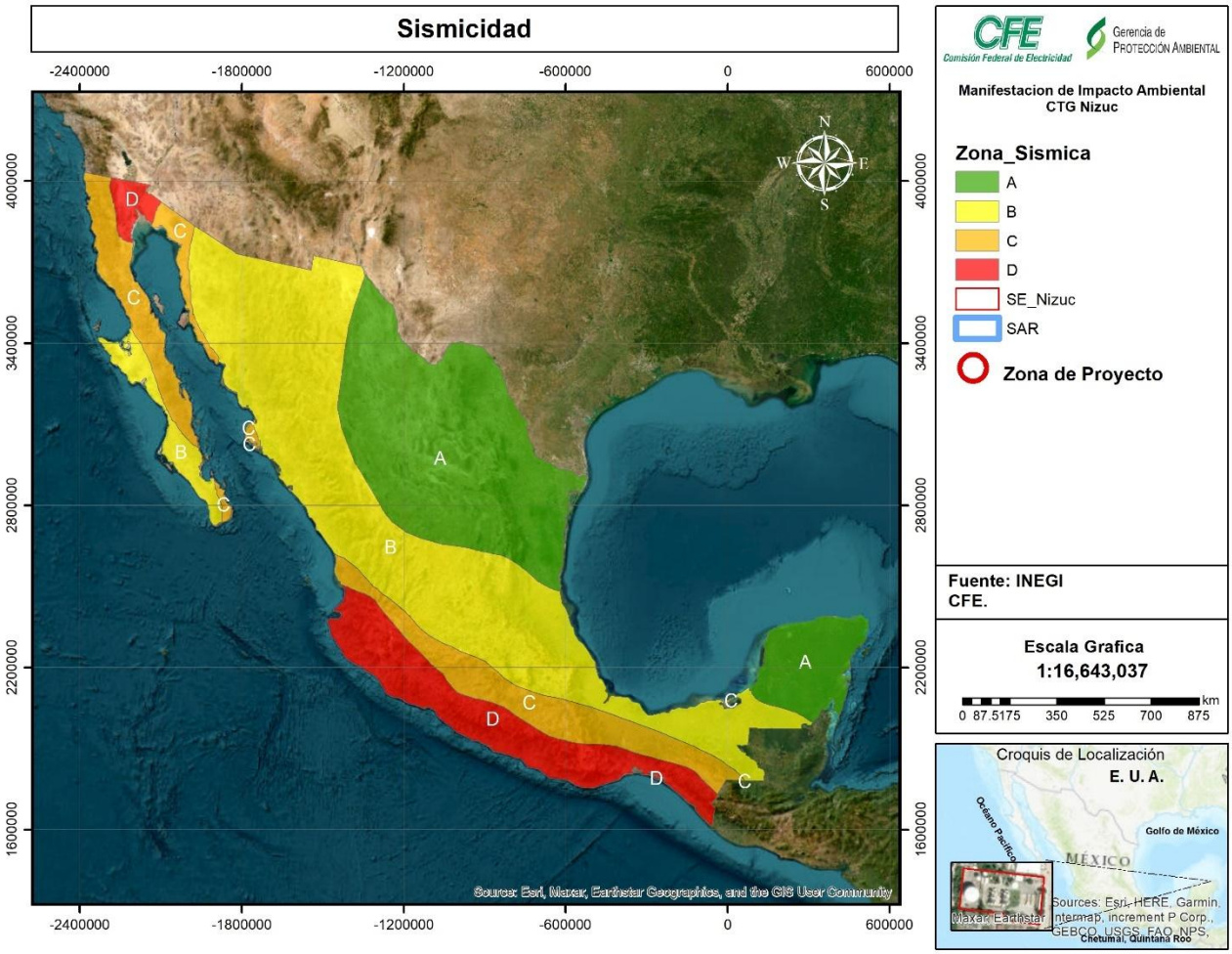


Figura IV. 12. Zonas de peligro sísmico

De acuerdo con la Comisión Federal de Electricidad, (2015), México cuenta con una clasificación según el peligro sísmico limitado en cuatro zonas (ver tabla IV.6), donde el SAR se encuentra en la Zona A el cual presenta un riesgo clasificado como “Bajo”.

Tabla IV. 6. Clasificación de peligro sísmico

ZONA A	ZONA B y C	ZONA D
No cuenta con registro histórico o reportes de sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10 % del valor de la gravedad.	Presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70 % de gravedad.	Han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70 % de gravedad.

Hundimientos y deslizamientos

Un deslizamiento es un tipo de corrimiento o movimiento de masa de tierra, provocado por la inestabilidad de un talud. Se produce cuando una gran masa de terreno se convierte en zona inestable y desliza con respecto a una zona estable, a través de una superficie o franja de terreno de pequeño espesor (CENAPRED, 2015). Los deslizamientos se producen cuando en la franja se alcanza la tensión tangencial máxima en todos sus puntos. Estos tipos de inestabilidades son evitables por medios técnicos. y el resto de los tipos de corrimientos (flujo de arcilla, licuefacción y reptación) resultan más difíciles de evitar.

Los peligros o riesgos geológicos se pueden definir como los procesos, situaciones o sucesos que pueden generar un daño económico o social a una comunidad y para cuya prevención, predicción o corrección han de emplearse criterios geológicos.

De acuerdo con la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, s.f.) el SAR (y por ende el Área del Proyecto) no se encuentra en algún área susceptible a hundimiento y deslizamientos (ver figura IV.13).

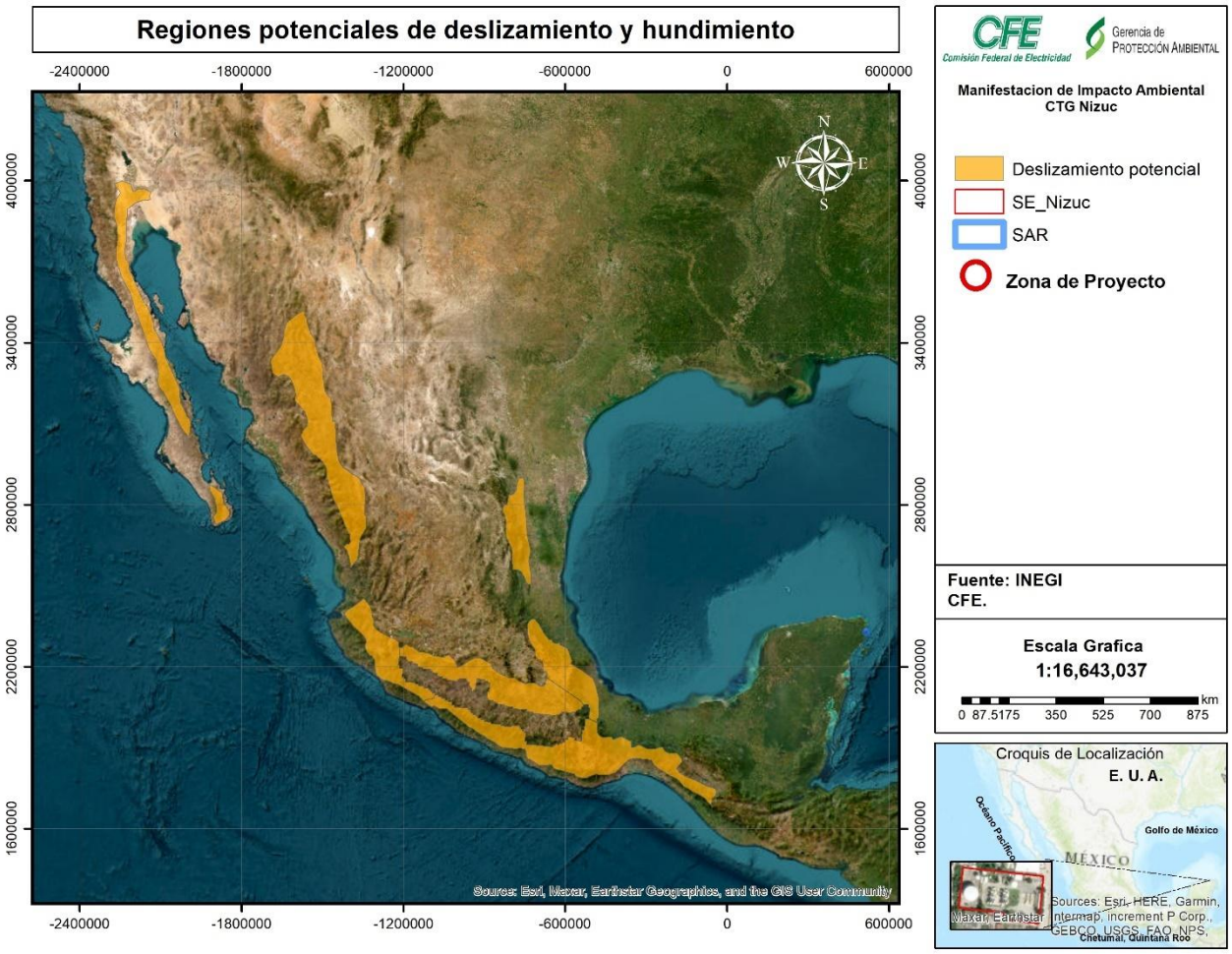


Figura IV. 13. Hundimientos y deslizamientos

Topografía

Entre las características más importantes del relieve se encuentran las que se refieren a las elevaciones, pendientes y exposiciones del terreno y que determinan las topoformas de la superficie; algunas otras características tales como fallas, fracturas tectónicas, son parte complementaria de la morfología de una superficie determinada.

Fisiografía

El sistema fisiográfico de clasificación del relieve ha sido adoptado por la Dirección General de Geografía (DGG) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El sistema utiliza criterios geológicos y topográficos - geométricos para definir con precisión los niveles jerárquicos (Quiñones, 1987), como son: Provincia y subprovincia fisiográfica.

La Provincia fisiográfica representa la unidad más amplia definida en este sistema jerárquico y consiste en los grandes conjuntos estructurales que integran un continente,

generalmente conforman unidades morfológicas superficiales con características distintivas tales como origen geológico unitario sobre la mayor parte de su superficie, un sólo patrón litológico o un mosaico litológico complejo que resulta de un origen común, morfología propia y extensa a fin de poderse dividir en subprovincias.

Mientras que una Subprovincia fisiográfica se integra por geoformas típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son diferentes a las de la provincia en general, pero ahora asociadas por otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la provincia. En el caso del SAR, este se encuentra ubicado en la **Provincia Península de Yucatán** y la **Subprovincia Carso Yucateco**. Tabla IV.7.

Tabla IV. 7. Provincia y subprovincia presente en el SAR

Fisiografía	Nombre
Provincia	Península de Yucatán
Subprovincia	Carso Yucateco

Provincias Fisiográficas

La provincia fisiográfica Península de Yucatán, está formada por una plataforma calcárea de origen marino, figura IV.14, que empezó a emerger desde hace aproximadamente 26 millones de años, la parte norte es la más reciente; se trata de terreno plano con una delgada alineación de lomas y cerros bajos que se le conoce como Sierrita de Ticul, este grupo de unidades litológicas de edad terciaria, ha desarrollado una red subterránea cavernosa por donde fluyen corrientes de agua, es común la presencia de estructuras colapsadas inundadas a las que se les conoce como cenotes (del maya *ts'ono'ot ó d'zonot*, "caverna con depósito de agua) y la presencia de hondonadas que se anegan principalmente en la época de lluvias, a las cuales se les conoce localmente como "aguadas". Estas estructuras suelen representar el antecedente a la formación de cenotes, toda vez que, al acumularse periódicamente agua superficial, se incrementan las condiciones favorables para la disolución de la roca y pueden incluso, ser manifestaciones de colapso en el subsuelo de la roca caliza.

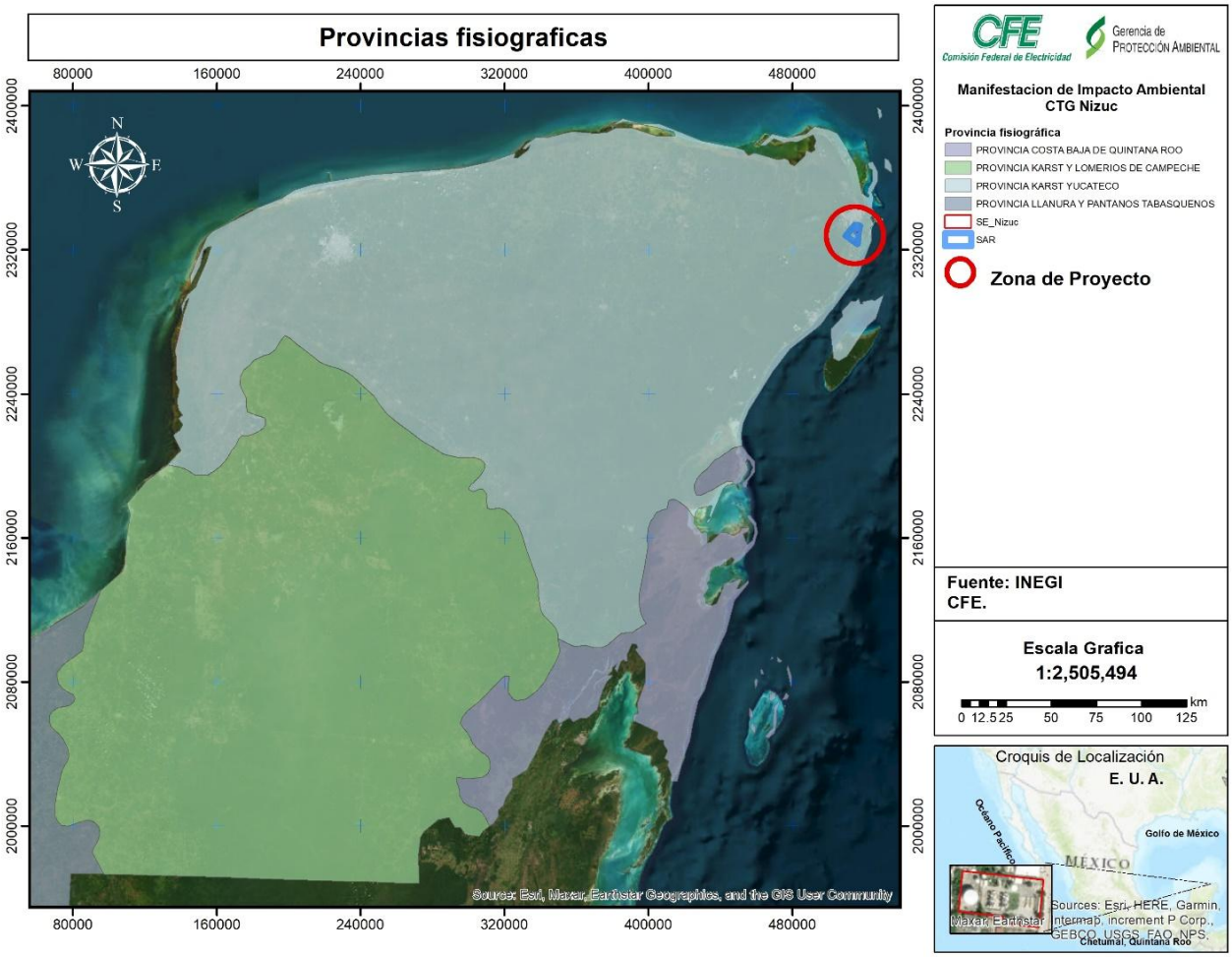


Figura IV. 14. Provincia fisiográfica Península de Yucatán respecto a al SAR del Proyecto

Subprovincias Fisiográficas

Provincia fisiográfica Península de Yucatán comprende tres subprovincias: Carso Yucateco, localizada en la parte norte; Carso y Lomeríos de Campeche, ubicada en la porción suroeste y en menor proporción la subprovincia Costa Baja de Quintana Roo, figura IV.15, que se localiza al extremo sureste del área de trabajo y de la Península de Yucatán (INEGI, 2016). En lo correspondiente a la subprovincia, el Sistema Ambiental Regional se encuentra en la subprovincia Carso Yucateco.

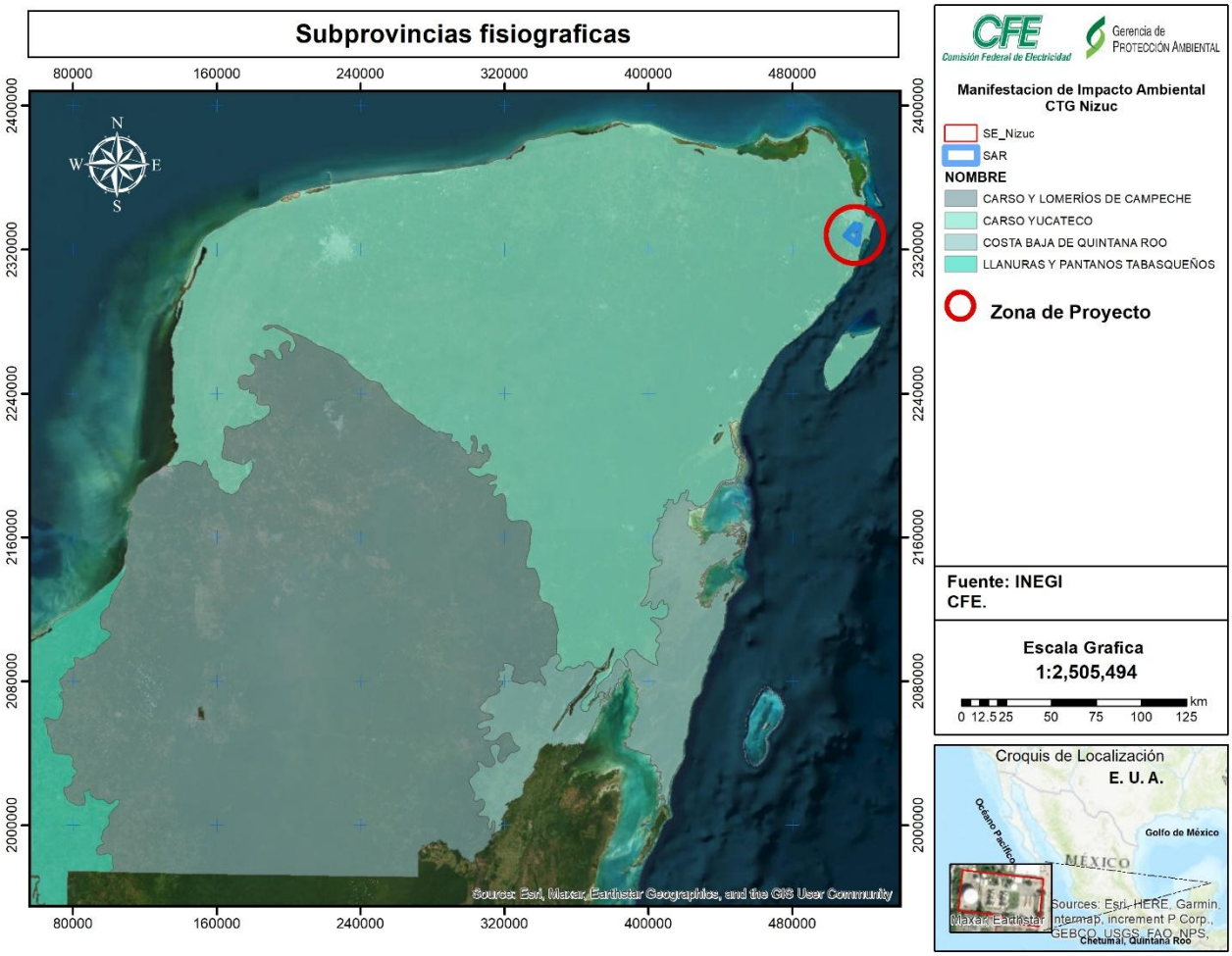


Figura IV. 15. Subprovincia Carso Yucateco respecto al SAR

Es la subprovincia de mayor extensión, se caracteriza por presentar relieve plano, está constituida por rocas calizas del Terciario Superior con evidente presencia de fósiles, principalmente de ambiente arrecifal; presenta abundantes estructuras de hundimiento o dolinas conocidas localmente como “aguadas” y estructuras de colapso inundadas o cenotes, evidencias clásicas de la topografía cárstica que caracteriza a la región.

Topoformas

El Sistema de Topoformas es un conjunto de formas que presenta el terreno asociadas entre sí, según algún patrón (o patrones) estructural(es) o degradativo(s) y, además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística en relación con la unidad jerárquica que las comprende.

De acuerdo con la clase de topoformas definida por el INEGI, las clases de topoformas se clasifican con base a la elevación, aspecto, componente, origen, material de depósito, ubicación, asociación y fase.

Dentro de los límites del SAR se encuentran dos Sistemas de Topoformas: "**Llanura rocosa de piso rocoso o cementado**" y la de "**Playa o Barra de piso rocoso o cementado**". Figura IV.16.

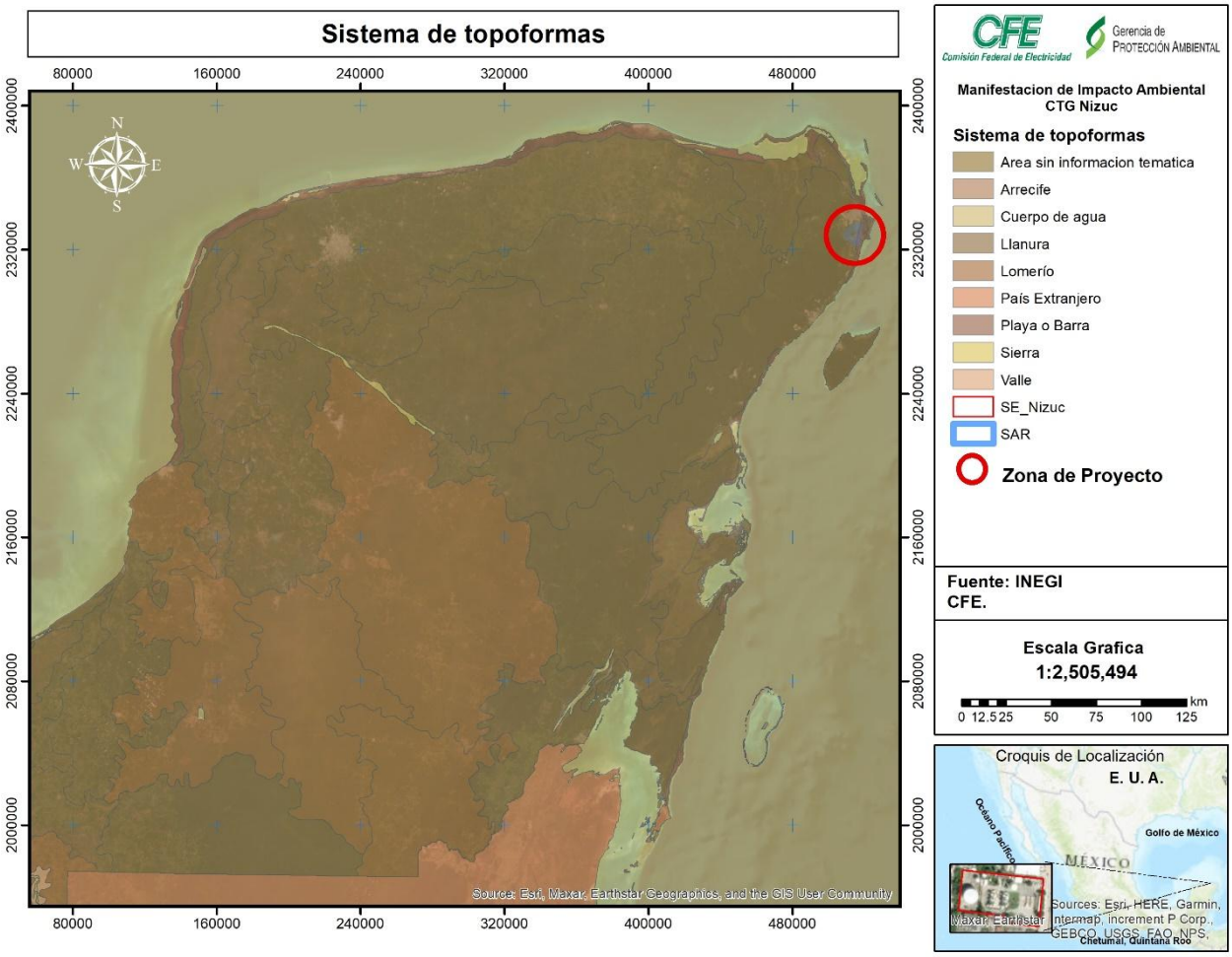


Figura IV. 16. Sistemas de topoformas ubicadas en el SAR (500-2/02: Llanura rocosa de piso rocoso o cementado; P00-2/01: Playa o barra de piso rocoso cementado; P00-5/01: Playa o barra inundable y salina).

Elevaciones

En relación con las elevaciones presentes en el SAR, el rango de alturas de mayor frecuencia es el que va de los 5 a los 7 metros sobre el nivel del mar, figura IV.17. La zona más baja tiene una elevación de 0 msnm y la superior presenta un valor de 11 msnm.

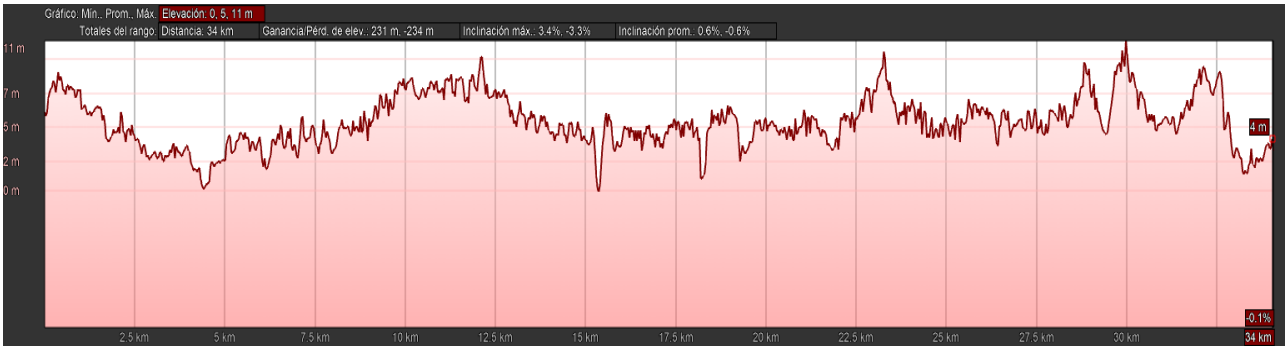


Figura IV. 17. Perfil de elevación del SAR.

IV.3.1.3 Suelo

La edafología es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre.

Unidades de Suelo

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, para el presente Proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales Edafológicos escala 1: 250 000 Serie II del INEGI. Esta capa del INEGI contiene información actualizada de los diferentes grupos suelos que existen en el territorio mexicano, obtenida durante el periodo 2002-2006, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (por sus siglas en ingles *World Reference Base for Soil Resources* WRB), reporte número 84, publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México. En este caso, en el Sistema Ambiental Regional se presentan diferentes tipos de suelo (ver tabla IV.8 y Figura IV.18), en las cuales se puede observar que la unidad de suelo dominante es de tipo **Leptosol**.

Tabla IV. 8. Unidades y subunidades de suelo presente en el SAR

Clave	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Superficie (ha)	% superficie
E+I/2/L	Redzina	Litosol		4164.8785	94.62
I+Rc+E/2	Litosol	Regosol	Calcárico	236.6849	5.38
Total				4401.5634	100

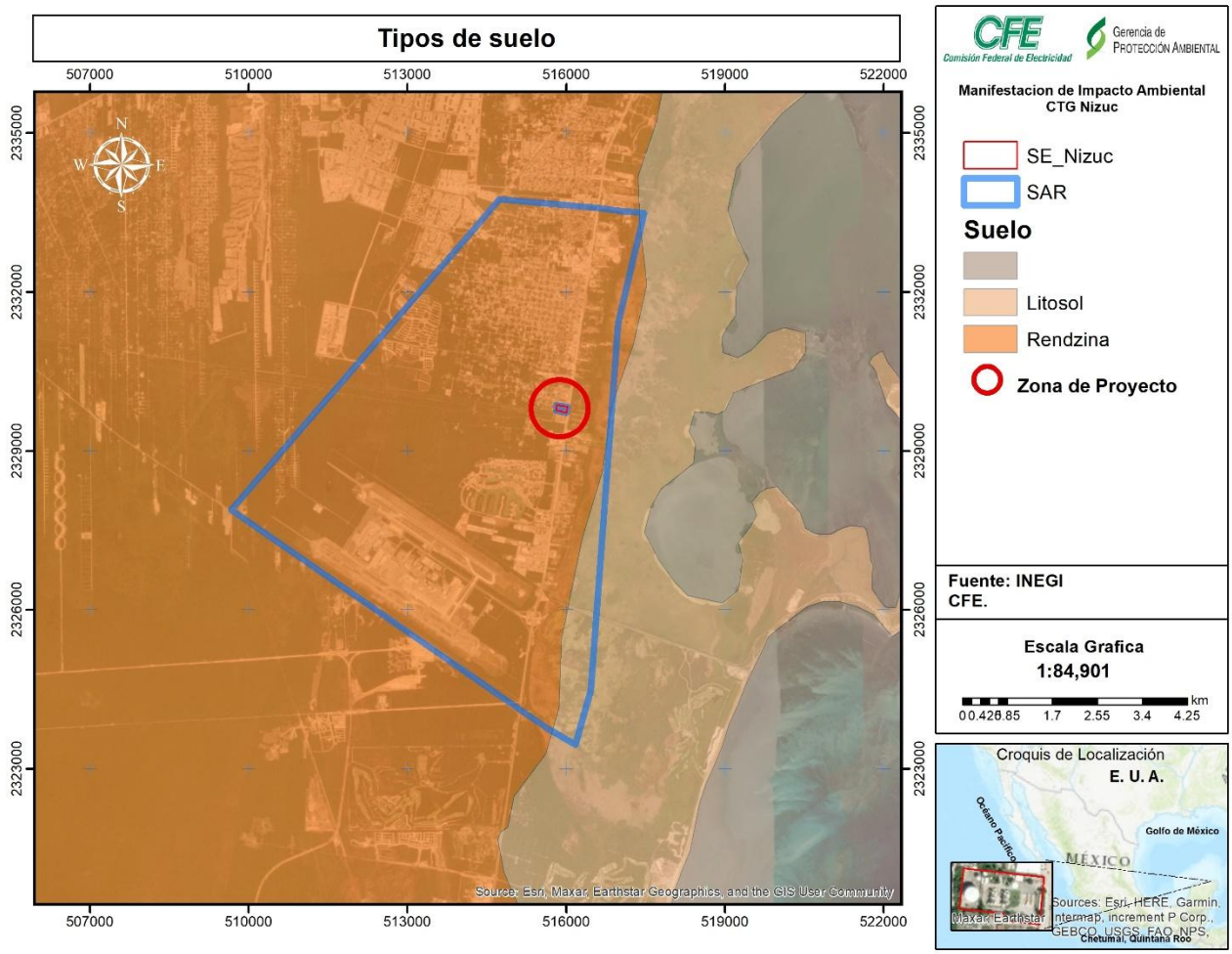


Figura IV. 18. Tipos de Suelos dominantes en el SAR

La clave para los grupos de suelos en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La clave está basada principalmente en la funcionalidad, generada para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible.

Grupos de Suelo

LEPTOSOL (**LP**): Anteriormente están incluidos en el grupo de los Litosoles, del griego Lithos, piedra. Actualmente representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas.

CAMBIOSOL (**CM**): Suelos jóvenes con algún cambio apreciable en el contenido de arcilla o color entre sus capas u horizontes de suelo. Son suelos que no tienen un patrón climático definido pero que pueden encontrarse en alguna posición geomorfológica intermedia entre cualquiera de dos grupos de suelo considerados por la WRB. Tienen en el subsuelo una

capa más parecida a suelo que a roca y con acumulaciones moderadas de calcio, fierro, manganeso y arcilla. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

PHAEOZEM (**PH**): Suelos de clima semiseco y subhúmedo, tipos BS1, (A)C y Aw0, de color superficial pardos a negro, fértiles en magnesio, potasio, aunque sin carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado.

SOLOMCHAK (**SC**): Suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formadas en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo está seco y en la mayoría de las veces precipitan en la superficie formando una costra de sal. Las sales afectan la absorción de agua por las plantas y afectan el metabolismo del nitrógeno. Algunos métodos de control son el riego y uso de yeso combinado.

ARENOSOL (**AR**): Suelos con más del 85% de arena. Incluyen arenas recién depositadas en dunas o playas y también de arenas residuales formadas por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes, pero ofrecen facilidad de labranza y enraizamiento. Los Arenosoles más susceptibles a la degradación por cambio de uso son los de clima húmedo.

Calificadores de Suelo

Húmico (**hu**): del latín *humus*, tierra. Suelos ricos en carbono orgánico que tienen en promedio 1% o más en los primeros 50 cm de profundidad. Cuando tiene mas de 5% se denomina hiperhúmico. En caso de Leptosoles debe contener 2% o más.

Lítico (**li**): del griego *lithos*, piedra. Suelos limitados por roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. El caso más extremo es el afloramiento rocoso que se denomina nudilítico y tecnolítico.

Réndzico (**rz**): indica que existe un suelo con un horizonte mólico que esta directamente por encima de una capa rica en carbonato de calcio (40% o más). Cuando el horizonte mólico es menor de 20% se denomina someriréndzico.

Léptico (**le**): del griego *leptos*, roca. Suelos que están limitados por roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. De acuerdo con la profundidad de la roca se llama epilético (0-49 cm) o endolético (50-100 cm). Epiléptico (lep); Endoléptico (len).

Háplico (**ha**): suelos sin desarrollo que no presentan rasgos de evolución o calificador de suelo notable.

Éutrico (**eu**): del griego *eu*, bueno. Suelos saturados con calcio, magnesio, sodio y potasio en la mayor parte de lo solución. Junto a la profundidad, carbono orgánico, textura y pH, el estado éutrico puede considerarse un indicador adicional de buena calidad del suelo. Los suelos éutricos son característicos de climas secos y semiseco.

Clases y Texturas de Suelo

La textura es la característica física del suelo determinada por la proporción relativa en la que se encuentran cada uno de sus componentes minerales o partículas primarias: arena, limo y arcilla. La textura influye sobre otras propiedades del suelo tales como la capacidad de almacenamiento de agua y su movimiento en el suelo; influye también en la capacidad de abastecimiento de nutrimentos y aire para las plantas y demás organismos vivos, tabla IV.9. Es uno de los factores más importantes al evaluar la erosionabilidad del suelo. En el caso del SAR, la clase textural de los suelos dominantes se presentan de la siguiente manera:

Tabla IV. 9. Clases y textura de los suelos dominantes presentes en el SAR

Suelo dominante	Clave Textural	Clase Textural	Descripción	Fase Rúdica
Leptosol	2 (R)	Media	Comúnmente llamados francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo.	Piedras (**R**): mayores de 25 cm de diámetro, distribuidos en más del 60% del polígono del suelo
Leptosol	3	Fina	Suelos arcillosos con más del 35% de arcilla, que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo.	-
Solonchak	1	Gruesa	Suelos arenosos con más del 65% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes de las plantas.	-
Zona Urbana	NA	NA	Na	**NA**

Estados de Conservación del Suelo

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo, resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales en su ecosistema.

La erosión del suelo se produce por la acción de agentes exógenos (viento, agua, radiación solar, factores antrópicos entre otros), y el mismo se relaciona con la desertificación y el cambio climático, así como la pérdida de biodiversidad teniendo como consecuencia la

disminución de la productividad del suelo. La clasificación de la erosión incluye el análisis del tipo, forma y grado de erosión. De acuerdo con la carta de Erosión del Suelo escala 1:250,000 del año 2013 (INEGI), en el SAR se observan que un 57.13% de la superficie presenta asentamientos humanos (AH); 10.67 % se encuentra urbanizado (ZU) y el 32.09% no muestra erosión aparente (SE), ver tabla IV.10 y figura IV.19.

Tabla IV. 10. Erosión del suelo en el SAR

Clave	Tipo	Grado	Superficie (ha)	Superficie (%)
ZU	Urbano	ZU	469.668	10.67
AH	Asentamientos Humanos	AH	2514.8144	57.13
SE	Sin Datos de Erosión Aparente	Sin datos	1412.312	32.09
A	Antropica	N/A	4.769	0.11
		Total	**4,401.5634**	**100**

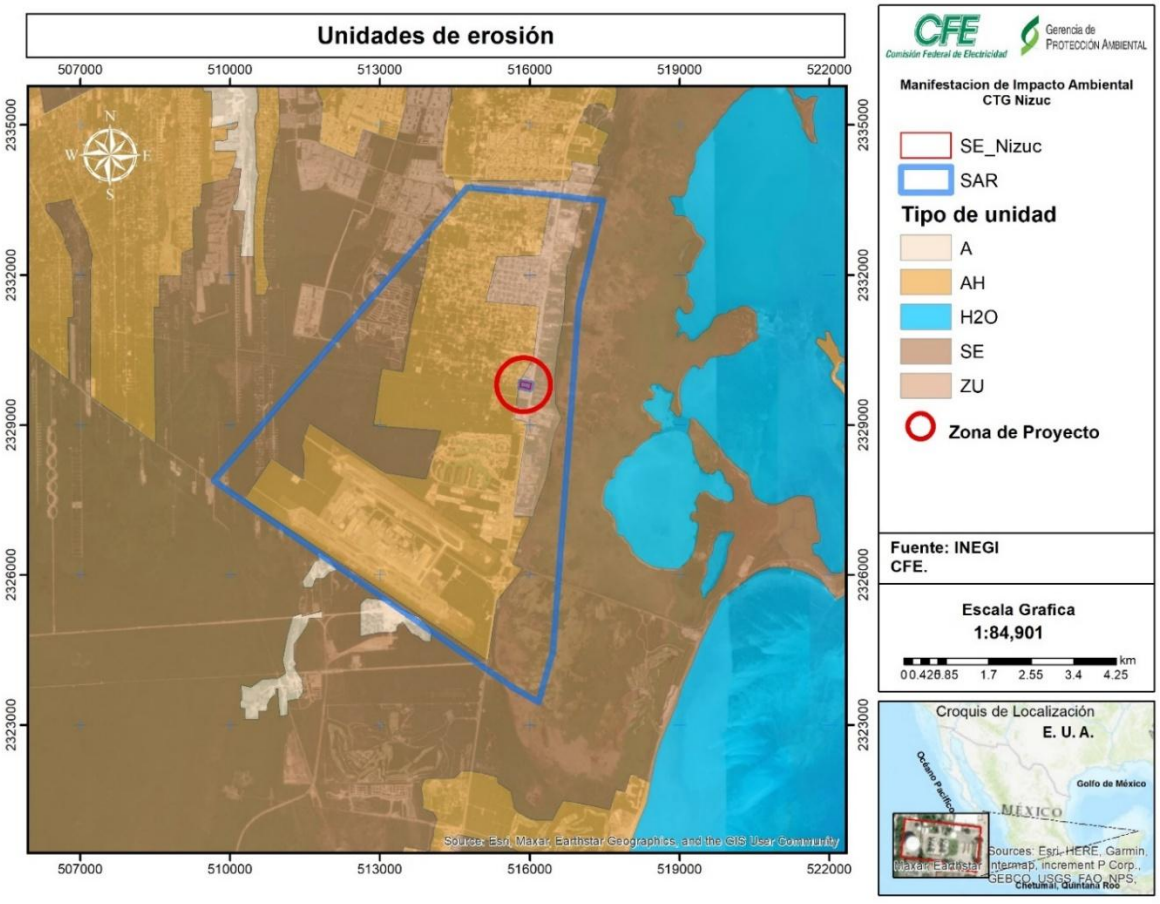


Figura IV. 19. Estado de conservación de los suelos presentes en el SAR

IV.3.1.4 Agua

La superficie del estado de Quintana Roo se ubica en la Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán que a su vez se encuentra sobre dos regiones hidrológicas: RH32 “Yucatán Norte” (Yucatán) y RH33 “Yucatán Este” (Quintana Roo). esta última es de carácter internacional, ya que se prolonga hasta la república de Guatemala y Belice.

REGIÓN HIDROLÓGICA 32, YUCATÁN NORTE (YUCATÁN)

Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche, Figura IV.20, con una superficie total de 56 443 km^2; en el estado comprende la porción norte, cubre un área que equivale a 31.77% estatal; sus límites en la entidad son: al norte el Golfo de México, al este el Mar Caribe, al sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al oeste el estado de Yucatán donde continúa. Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área.

Los principales cuerpos de agua presentes en la entidad son:

Bahía de Chetumal, Laguna Guerrero, Laguna Conil, Laguna Chacmochuc, Laguna Santa Rosa, Laguna Bacalar, Laguna X-Kojoni, Laguna Nichupté, Laguna Petén Tunich, Laguna Caapechén, Laguna Pájaros, Laguna Agua Salada, Laguna San Felipe, Laguna la Virtud, Laguna Mosquitero, Laguna Noh-Bec Bojórquez, Laguna Chile Verde, Laguna Canchebalam y Laguna Huach

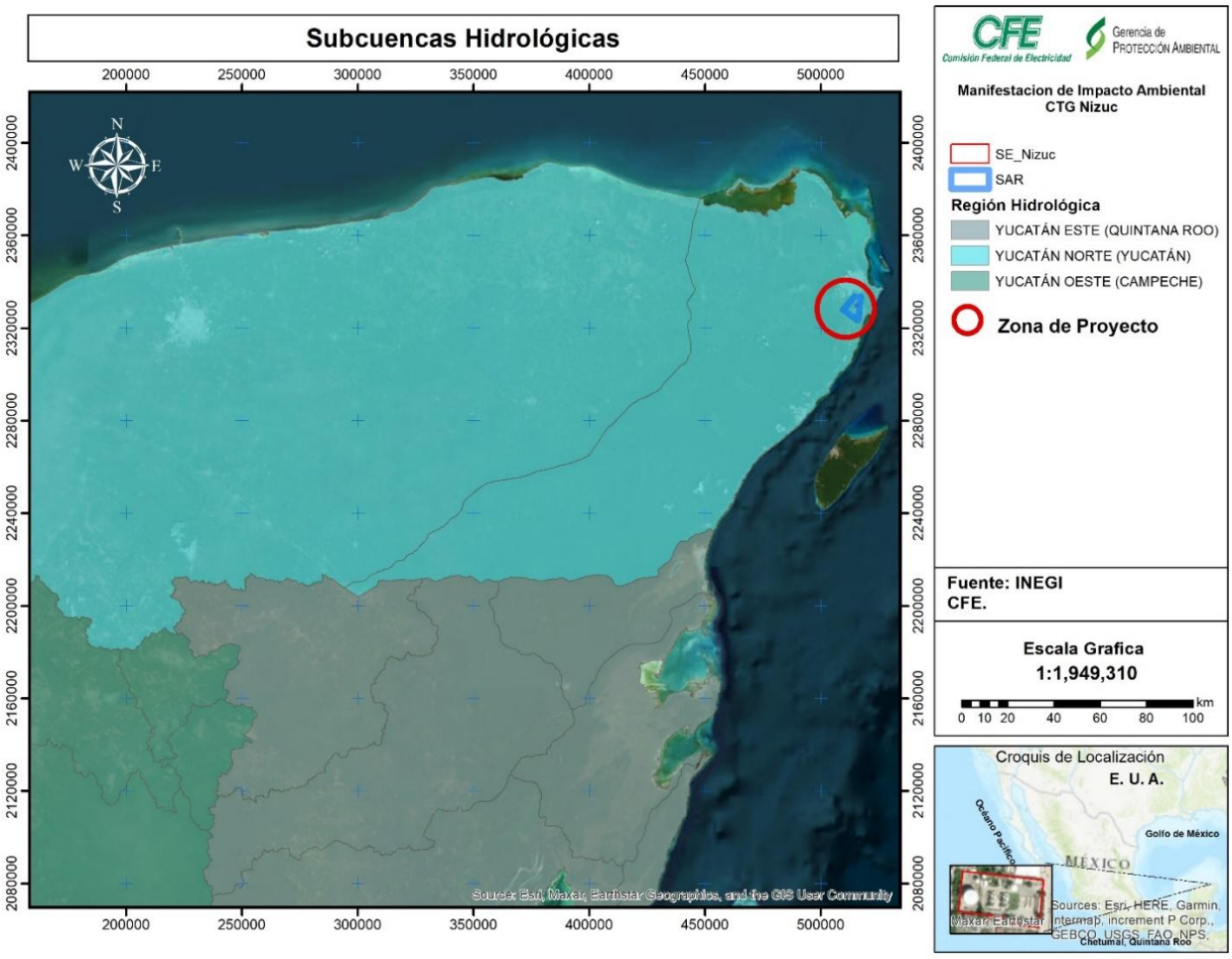


Figura IV. 20. SAR y Subcuenca Hidrológica en el estado de Quintana Roo

Hidrología superficial

El SAR del Proyecto tiene incidencia en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte, en la Subcuenca Quintana Roo (figura IV.20). En el lugar del Proyecto como en el Estado de Quintana Roo carece de corrientes superficiales relevantes debido a la permeabilidad de su suelo. las lluvias son abundantes, ya que su precipitación es de más de 1000 mm anuales; en contraste, carece de ríos o arroyos, excepto el Río Hondo, corriente superficial que sirve de límite natural entre nuestro país y Belice.

La mayoría de las corrientes superficiales son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas. Por este motivo, el aprovechamiento del agua superficial es muy limitado y, si se compara con el uso del agua subterránea, es muy poco significativo.

En el SAR del Proyecto no se encuentran cuerpos de agua superficiales la más cercana es la laguna Nichupté al este de la CTG Nizúc.

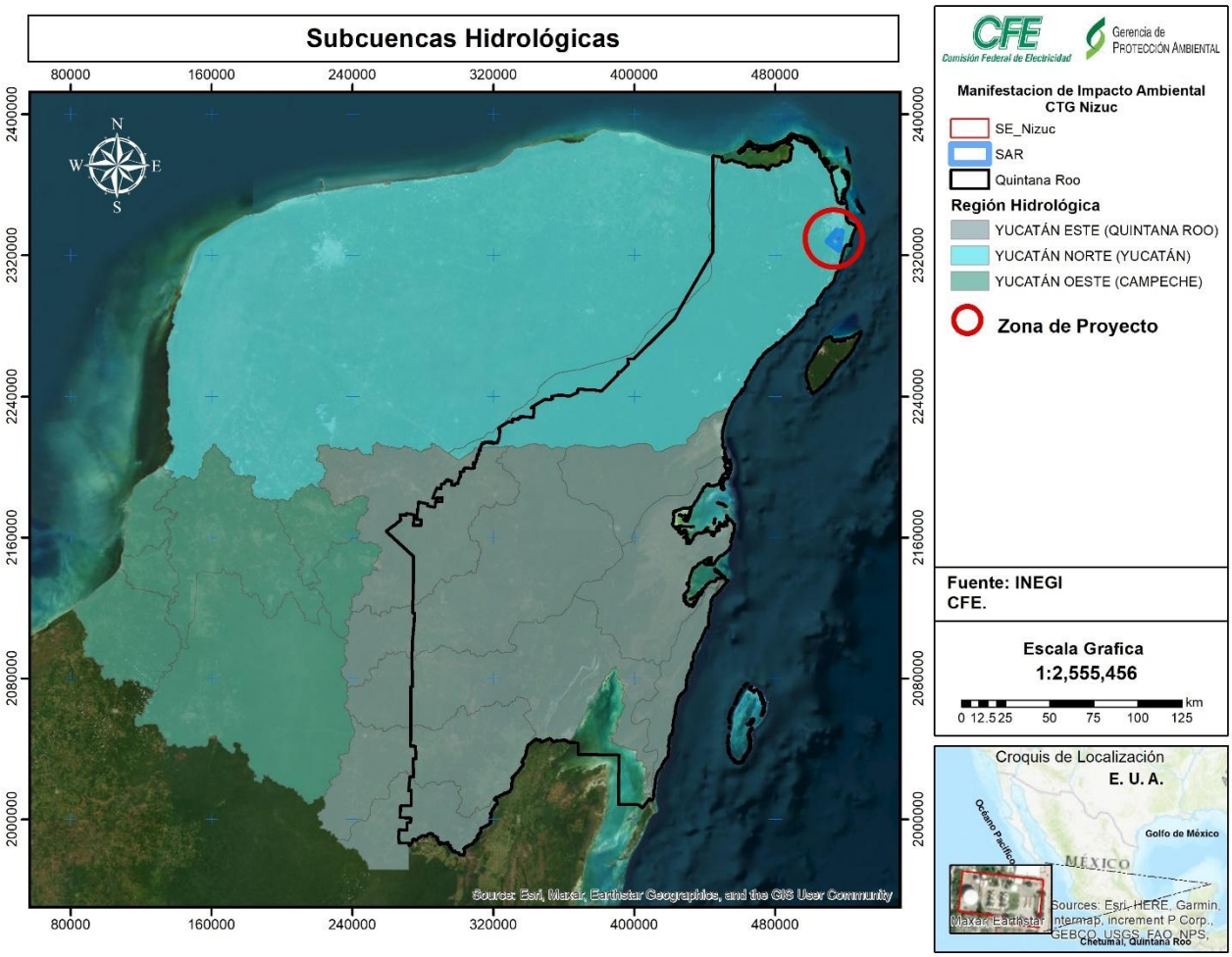


Figura IV. 21. Regiones Hidrológicas del Estado de Quintana Roo

Hidrología subterránea

La Península de Yucatán posee la peculiaridad de carecer de una red hidrológica superficial definida debido a su origen cárstico que favorece la circulación hídrica subterránea; y no presentan una configuración hidrográfica derivado de su homogeneidad litológica y geomorfológica, ni presenta desembocadura salida hacia el mar ni tampoco drena hacia un cuerpo de agua colector observable siendo determinada como una cuenca arreica (Figura IV.21) al existir en la época de lluvias pequeños cursos de agua de carácter temporal o intermitente que se evaporan o infiltran en el terreno hasta desaparecer.

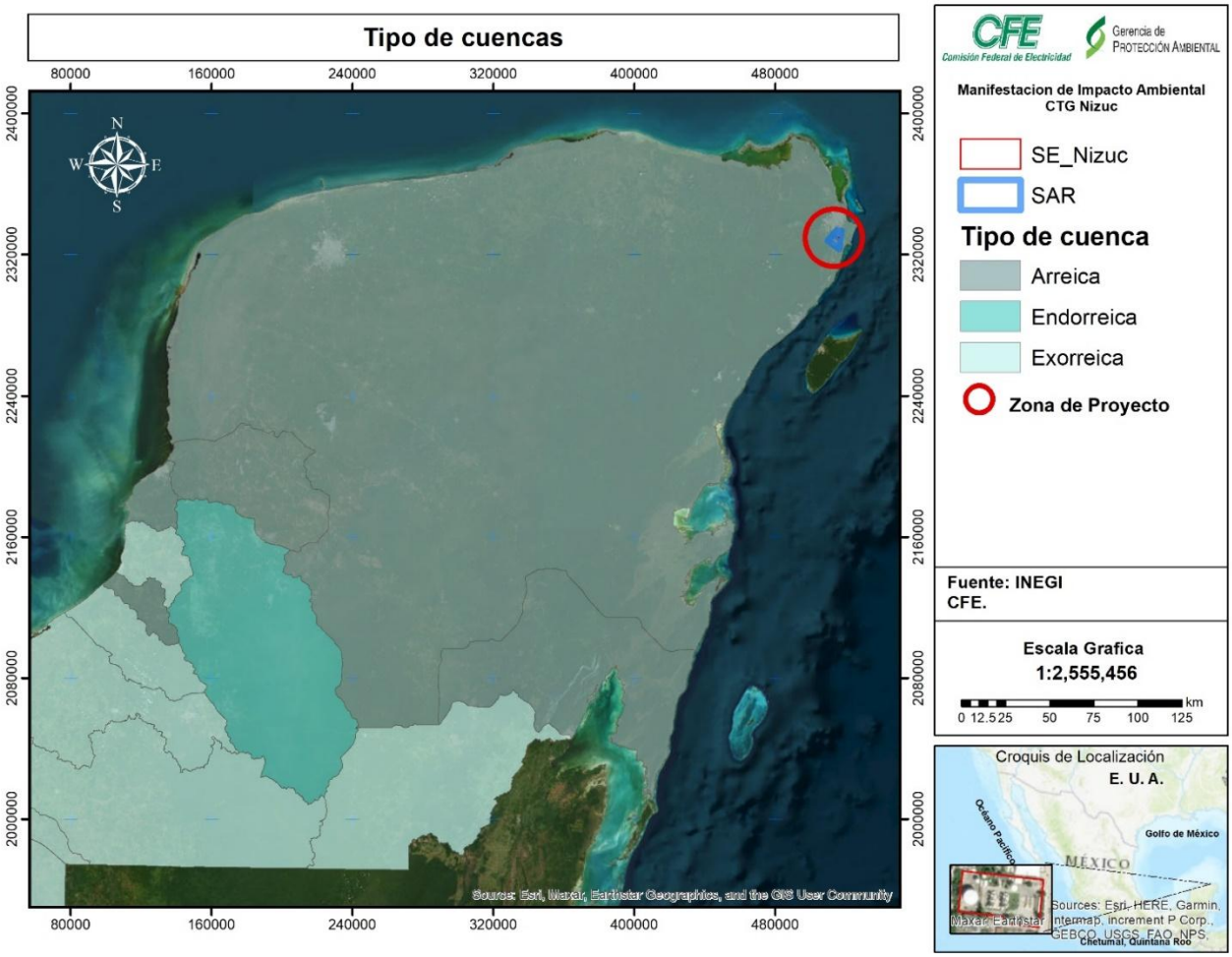


Figura IV. 22. Tipos de drenajes en las cuencas de la Península de Yucatán.

Por otro lado, su escurrimiento es totalmente subterráneo dada la permeabilidad de la roca caliza y constituye el espacio donde se encuentra la mayor parte de los varios cientos de cenotes de la Península. Muchos de ellos se hallan alineados siendo denominados como “anillo de cenote”, signo de la presencia de corrientes subterráneas.

En el área del Proyecto como el SAR delimitado se ubica dentro del acuífero Península de Yucatán definido con clave 3105 por la Comisión Nacional del Agua, la cual abarca totalmente los siguientes municipios. Benito Juárez, la porción continental de Cozumel, Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Tulum, Solidaridad, Bacalar, así como la porción oriental de los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto; además de una muy pequeña porción del Municipio de José María Morelos.

El acuífero Península de Yucatán, clave 3105, abarca una superficie de 124,409 km^2, comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que

corresponde a los acuíferos Cerros y Valles del Estado de Quintana Roo y Xpujil, del Estado de Campeche. Figura IV.23.

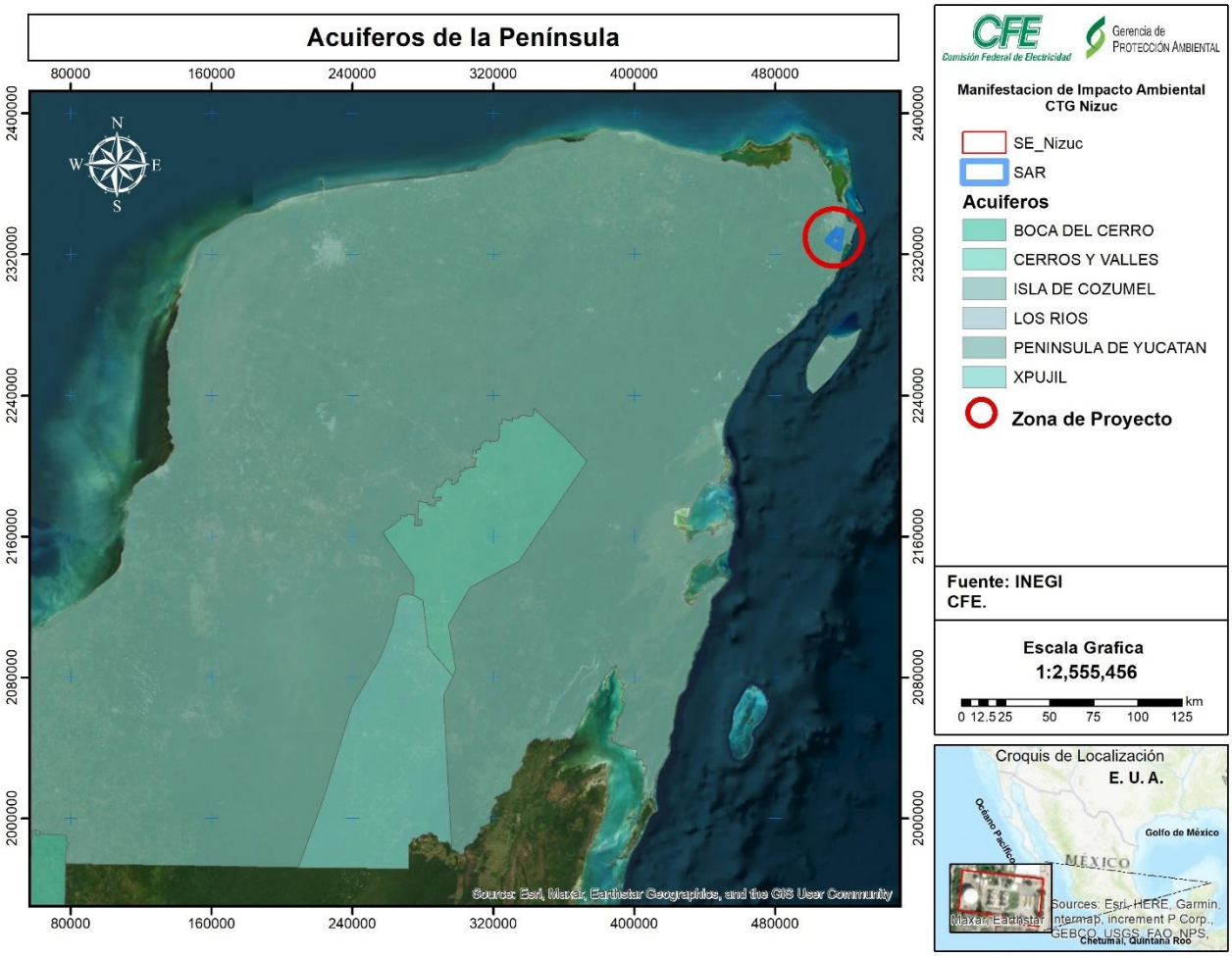


Figura IV. 23. Nombre de acuíferos en la Península de Yucatán.

La profundidad del nivel de agua subterránea, medida desde la superficie del terreno, está controlada por la topografía y aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde algunos centímetros en las proximidades de la costa, hasta más de 120 m en el área alta de lomeríos. La profundidad al nivel de saturación del agua subterránea es menor a 5 metros dentro de una faja costera de 15 a 40 kilómetros de ancho a partir del litoral, de 5 a 30 metros en el resto de la llanura y de más de 30 en el área de lomeríos.

Existen varios miles de captaciones de agua subterránea, ya que ésta es la única fuente de abastecimiento para todos los usos en la región. El volumen de extracción total asciende a 1,313.3 millones de metros cúbicos anuales. Del total de la extracción, 816.06 millones de m^3, que corresponde al 62.1% se destinan al uso agrícola, 432.14 millones de m^2, que corresponde al 32.9 por ciento para abastecimiento público urbano, 52.17 millones de m^3,

que representa el 4% para uso industrial y 12.98 millones de m^3, es decir, sólo el 1% para uso doméstico y de abrevadero.

IV. 3.1.5 Aire

Una manera de representar gráficamente la dirección y velocidad del viento es mediante rosa de vientos. La construcción de estos gráficos permite observar las direcciones dominantes del viento

Se realiza un análisis de vientos con datos estadísticos de intensidad y dirección del viento en el lugar del emplazamiento, medidos durante un periodo de tiempo de al menos cinco años y como mínimo ocho veces diarias con intervalos iguales. Si no es posible realizar las mediciones en el propio emplazamiento, se podrán utilizar estadísticas de lugares cercanos donde haya un observatorio, teniendo en cuenta que puede haber diferencias entre las respectivas condiciones del entorno.

Este método nos ayuda a localizar las probables zonas de impacto que podrían verse afectadas por las emisiones de los gases de combustión proveniente de la unidad móvil eléctrica que se instalará por el Proyecto.

En la siguiente figura se muestra la rosa de vientos la información de los datos crudos se obtuvo de la Estación Meteorológica Nacional (EMA) Estación Cancún con latitud 21°01'46.67" y longitud 086°51'07.52" con una altitud de 10 msn instalada el 27 de abril del 2000.

La velocidad de viento promedio trimestral para el año 2024 fue de 0.55 m/s con un 73.74% de vientos menores, se observa en la rosa de los vientos trimestral los vientos predominantes son del sureste y la pluma de las emisiones tiende a dirigirse hacia el noreste. Figura IV.24.

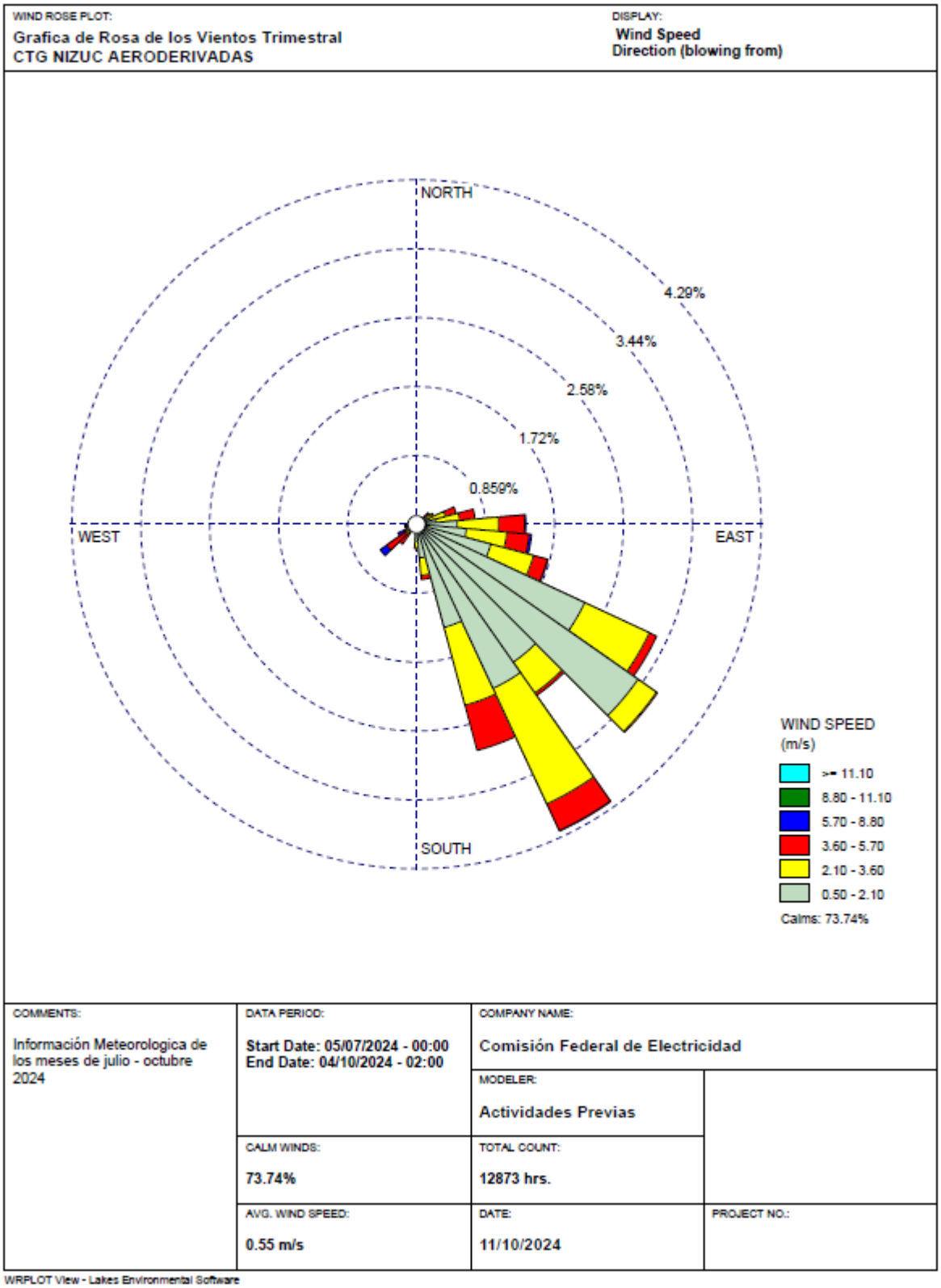


Figura IV. 24. Rosa de los vientos trimestral del Proyecto

IV.3.2. Medio biótico

IV.3.2.1 Vegetación

Vegetación

Para conocer la vegetación del área del Proyecto y el área de influencia indirecta circundante, se muestrearon los diferentes tipos de vegetación presentes según la cartografía de INEGI a 1:250,000 (serie VII). Entre los usos de suelo están los que corresponden a la vegetación y sus diferentes tipos, ahí es donde se tomaron principalmente datos. Además de esto se recopilaron datos acerca de la vegetación en el suelo urbano y en las áreas de influencia directa del Proyecto, dentro de la Central Turbogas y Subestación Eléctrica Nizuc. Esto permite establecer una comparativa entre la vegetación de las áreas del Proyecto (las áreas de influencia directa) y aquellas presentes en la zona de influencia indirecta.

En el caso de este Proyecto el área del predio donde se pretende instalar corresponde a suelo urbano. Dentro de este predio, adentro de la central CTG y SE Nizuc, las áreas del Proyecto no son áreas con vegetación, consistiendo más bien en áreas propias de instalaciones industriales como estacionamientos y patios, siendo el terreno de la instalación del proyecto aledaño a las turbinas ya existentes de la CTG, donde hay una plancha de concreto. No hay cambio de uso de suelo en estas áreas. No habrá remoción vegetación.

El área del SAR que presentó vegetación (vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia y los dos tipos de manglar) fue inspeccionada con una metodología de muestreo estratificado de los diferentes tipos de usos de suelo, que se describe en la figura IV.25.

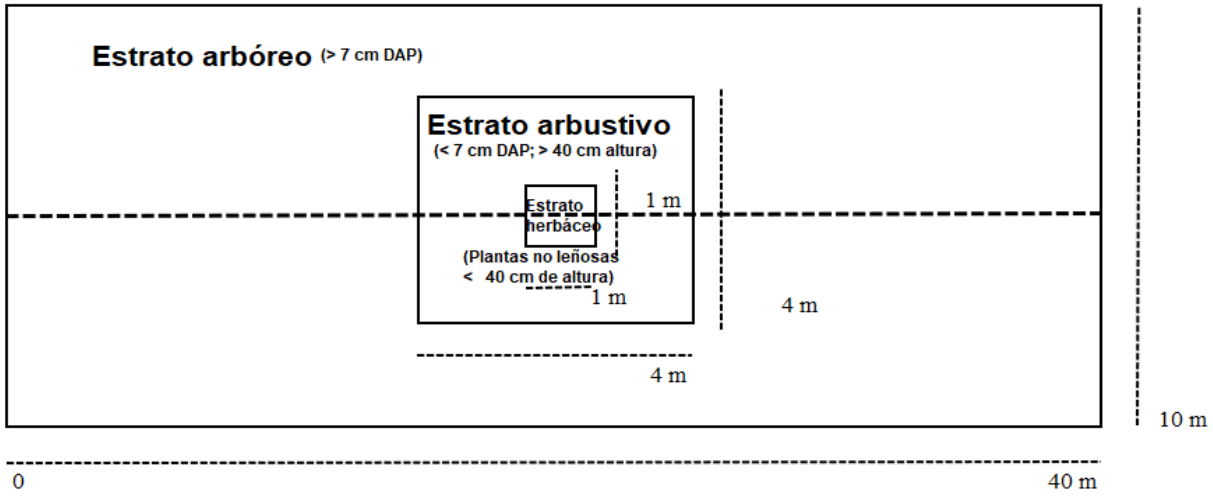


Figura IV. 25. Esquema de la metodología de muestreo.

Se hicieron transectos de 40 m de largo por 5 m de ancho a cada lado (10 m en total). En esta área se muestrearon todas las plantas con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) > 7 cm. En el centro del transecto se hizo un cuadrante de 4 x 4 m donde se muestrearon las plantas arbustivas, de menos de 7 cm de DAP y mayores a 40 cm de altura. Finalmente, adentro del cuadrante se hizo un cuadrante adicional de 1 m x 1 m donde se muestrearon las plantas herbáceas, aquellas plantas no leñosas menores a 40 cm de altura.

El área de vegetación urbana fue muestreada mediante una inspección rápida de puntos distribuidos en las colonias y sitios más cercanos a la CTG y SE Nizuc. En esta vegetación se encontraron plantas comunes, que no tienen interés particular de conservación. En el área del Proyecto, dentro de la CTG y SE Nizuc, se encontraron muy pocas especies, con unos cuantos individuos representando el total de abundancia cada una. Al igual que en la vegetación urbana, no hay especies en riesgo de conservación en las áreas designadas dentro de la central turbogas.

La vegetación de manglar fue muestreada mediante el mismo tipo de metodología que el resto de los sitios de selva. Aquí se encontró una comunidad consistente en tres zonas ecológicas: 1) vegetación en transición (el ecotono); 2) una zona dominada por pastos de la familia Cyperaceae, formando pastizales inundados, y 3) el terreno dominado por mangle, en su mayoría de la especie *Rhizophora mangle*. Para esta vegetación, se dispusieron sitios de muestro en los sitios que fue posible llegar desde los accesos disponibles, ya que la zona es muy complicada para transitar. Esto debido a la existencia de muchas propiedades privadas cerradas, entre la mancha urbana y la bahía (hacia donde se encuentra el manglar).

Para todos los tipos de vegetación mencionados, se analizaron los datos obtenidos y se obtuvieron medidas de composición, diversidad y estructura que nos permiten hacer una descripción de la vegetación en el sistema ambiental: número de especies, géneros y familias, abundancia y densidad de individuos por unidad de muestreo, medidas estructurales de altura y cobertura, medidas estructurales por estrato de vegetación, índices de diversidad e índice de valor de importancia (IVI). Este último es un índice que integra tres parámetros fundamentales para evaluar la importancia ecológica de las especies en una comunidad vegetal: la densidad relativa (DR), la frecuencia relativa (FR) y la dominancia relativa (DoR). Las especies con mayor IVI son aquellas que presentan una combinación de alta densidad, frecuencia y dominancia en la comunidad, lo que indica que son especies clave en la estructura y funcionamiento del ecosistema.

Hay una obvia diferencia en la composición y riqueza entre las áreas de influencia directa (dentro de la CTG y SE Nizuc) y lo que se encuentra en la selva y en el mangle. Por lo tanto, se puede afirmar que el impacto del Proyecto es casi nulo. A continuación, se presentan las características de la vegetación muestreada de cada área con diferente uso de suelo dentro del Sistema Ambiental.

Vegetación del área de influencia directa

Polígono 1

Corresponde al área de estacionamiento dentro de la CTG Nizuc. La vegetación aquí se compone de plantas que crecen en los micrositios donde la banqueta y la calle han permitido la acumulación de materia orgánica, sitios donde algunas plantas resistentes al disturbio habitan, tales como *Euphorbia thymifolia* y *Albizia tomentosa*. Esta vegetación tiene una baja densidad en el área, por la presencia del concreto y el asfalto, que hace difícil la colonización. Ninguna de las plantas aquí presentes se encuentra en categorías en riesgo según la ley.







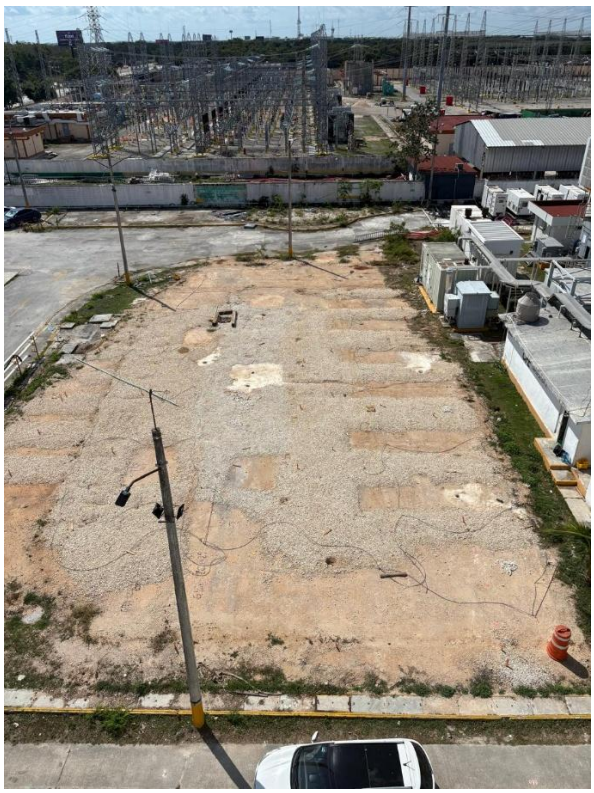


Figura IV. 26. Fotos de la zona denominada polígono 1.

Polígono 2

Adyacente a los tanques de almacenamiento de diésel de la Central, con suelo de concreto. Así como en el polígono uno, aquí sobreviven plantas en los recovecos y acumulaciones de materia orgánica presentes en la instalación. En este sitio, sólo algunas plantas pioneras han podido establecerse, ninguna de las cuales está en categorías de riesgo según la ley.

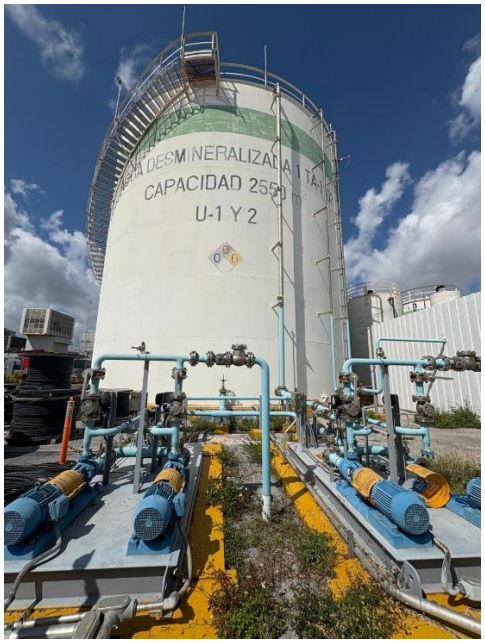






Figura IV. 27. Fotos de la zona denominada polígono 2.

De acuerdo con la inspección del sitio, dentro de estos dos polígonos del área de influencia directa pueden encontrarse las especies que se enlistan en la siguiente tabla, ninguna de las cuales está en categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2020.

Tabla IV. 11. Especies encontradas dentro de los polígonos del área de influencia directa

Especie	Familia	Especie	Familia
Ruellia ciliatiflora	Acanthaceae	*Euploca procumbens*	Heliotropiaceae
Metopium brownei	Anacardiaceae	*Ficus maxima*	Moraceae
Yucca aloifolia	Asparagaceae	*Cynodon dactylon*	Poaceae
Tridax procumbens	Asteraceae	*Melinis repens*	Poaceae
Tabebuia rosea	Bignoniaceae	*Bidens pilosa*	Poaceae
Euphorbia thymifolia	Euphorbiaceae	*Melinis minutiflora*	Poaceae
Albizia tomentosa	Fabaceae	*Cecropia obtusifolia*	Urticaceae
Alysicarpus vaginalis	Fabaceae		

Vegetación urbana

La vegetación urbana de Cancún presenta una mezcla de especies, resultado de la interacción entre la flora nativa, las especies introducidas con fines ornamentales y la dinámica propia de un entorno altamente urbanizado. Persisten algunas áreas con remanentes de la vegetación original, principalmente selva mediana subperennifolia y manglares. En terrenos baldíos, orillas de caminos y áreas abandonadas, se desarrolla una vegetación espontánea compuesta por especies pioneras y ruderales, adaptadas a las condiciones urbanas. Estas especies son de relativo rápido crecimiento y resistentes a la contaminación y la perturbación. En residencias y terrenos particulares habitados, la vegetación es producto del diseño con fines estéticos y recreativos. En la figura IV.30 se muestran en el SAR los sitios en donde se obtuvieron datos de este tipo de vegetación.

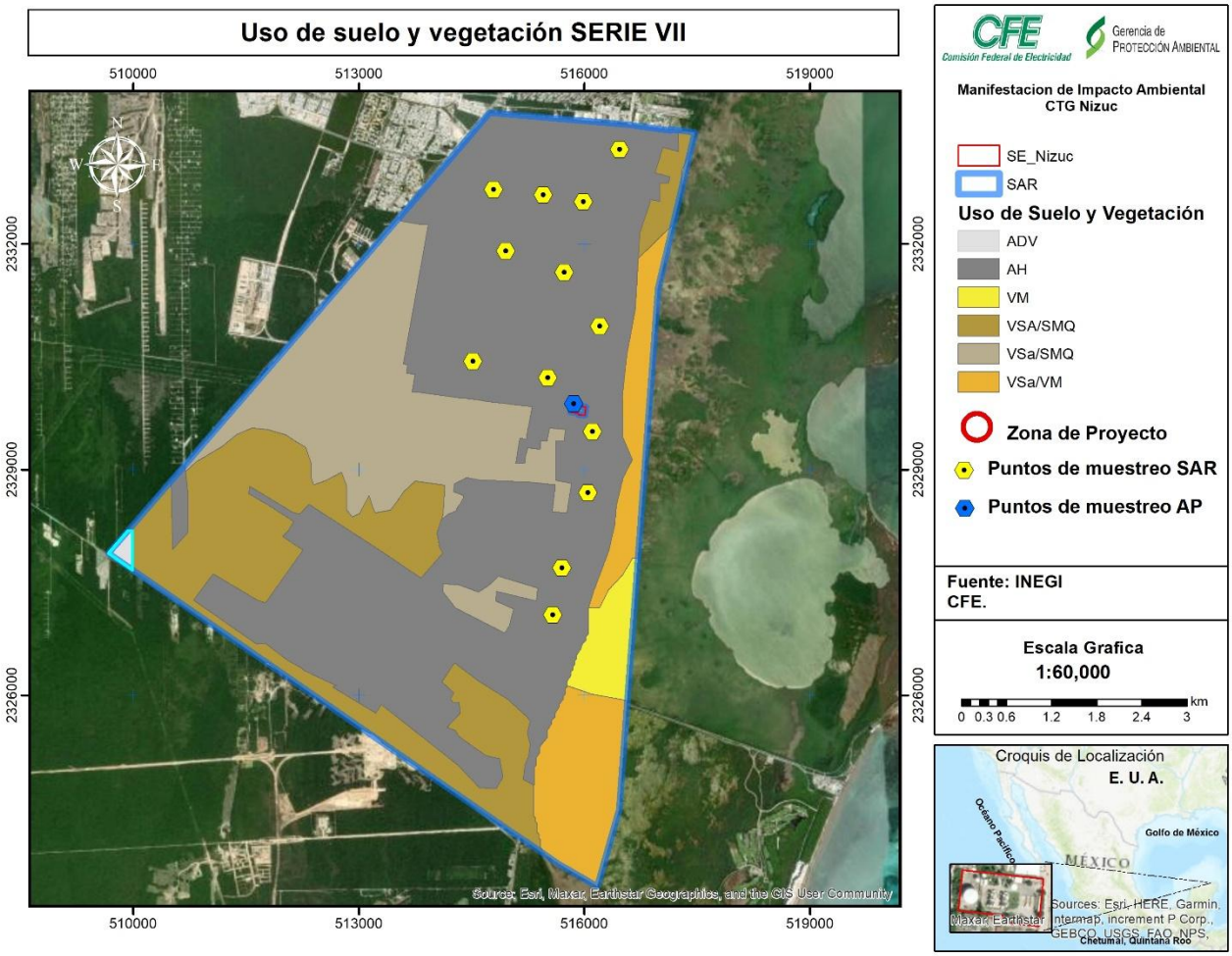


Figura IV. 28. Sitios de muestreo de vegetación urbana dentro del Sistema Ambiental

Se encontraron 62 especies pertenecientes a 32 familias botánicas. En este conjunto hay especies muy comunes y ampliamente distribuidas en todo México, como *Bidens pilosa*, *Cynodon dactylon* y *Ricinus communis*. Estas plantas son oportunistas que han logrado adaptarse exitosamente a los diversos nichos que ofrecen los ambientes perturbados: *B. pilosa* es una hierba anual de la familia Asteraceae que crece en una amplia variedad de hábitats perturbados. Sus semillas se adhieren fácilmente a la ropa y el pelaje de animales, lo que facilita su dispersión. *Cynodon dactylon* es una gramínea perenne, resistente al pisoteo y la sequía, que se utiliza comúnmente para céspedes en parques y jardines. *Ricinus communis*, la higuerilla, es un arbusto de rápido crecimiento capaz de prosperar en suelos pobres y contaminados. Otras especies frecuentes en la ciudad fueron *Amaranthus dubius*, una maleza anual que coloniza terrenos baldíos; *Thrinax radiata*, nativa de la región; y *Tabebuia rosea*, un árbol reconocido por sus vistosas flores. Además de éstas, fue notable la aparición de muchos bejucos de la familia Convolvulaceae y varias especies de la familia Boraginaceae.

Aunque muchas de estas plantas son consideradas arvenses, desempeñan un papel ecológico importante en el entorno urbano. Proporcionan hábitat y alimento para insectos, aves y pequeños mamíferos, contribuyendo así al mantenimiento de cierto grado de biodiversidad dentro de la mancha urbana. Adentro de las colonias visitadas es notable la presencia de manchones de vegetación en medio de las casas y las calles conforme la densidad humana es menor. Las fronteras de la vegetación son difusas en muchos lados porque la ciudad se ha instalado en medio de la selva y por lo tanto hay muchas áreas intermedias con verdadero arbolado en medio de las manchas urbanas.





Figura IV. 29. Vistas de la vegetación urbana del Sistema Ambiental: aspecto de la vegetación urbana en la colonia Alfredo V. Bonfil; vistas de la vegetación urbana en áreas junto a la carretera Tulum-Cancún, adyacentes a la CTG Nizuc.

Tabla IV. 12. Especies vegetales encontradas dentro de la vegetación urbana del Sistema Ambiental

Especie	Familia	Especie	Familia
Ruellia ciliatiflora	Acanthaceae	*Euphorbia dioeca*	Euphorbiaceae
Amaranthus dubius	Amaranthaceae	*Euphorbia heterophylla*	Euphorbiaceae
Cascabela thevetia	Apocynaceae	*Ricinus communis*	Euphorbiaceae

Pentalinon luteum	Apocynaceae	*Albizia tomentosa*	Fabaceae
Cocos nucifera	Arecaceae	*Chamaecrista nictitans*	Fabaceae
Thrinax radiata	Arecaceae	*Desmodium incanum*	Fabaceae
Beaucarnea pliabilis	Asparagaceae	*Gliricidia sepium*	Fabaceae
Yucca aloifolia	Asparagaceae	*Macroptilium atropurpureum*	Fabaceae
Artemisia vulgaris	Asteraceae	*Piscidia piscipula*	Fabaceae
Bidens alba	Asteraceae	*Tamarindus indica*	Fabaceae
Bidens pilosa	Asteraceae	*Callicarpa acuminata*	Lamiaceae
Flaveria trinervia	Asteraceae	*Melissa officinalis*	Lamiaceae
Melanthera nivea	Asteraceae	*Ceiba pentandra*	Malvaceae
Mikania micrantha	Asteraceae	*Waltheria indica*	Malvaceae
Fridericia chica	Bignonaceae	*Cedrela odorata*	Meliaceae
Spathodea campanulata	Bignonaceae	*Ficus maxima*	Moraceae
Tabebuia rosea	Bignonaceae	*Muntingia calabura*	Muntingiaceae
Cordia dichotoma	Boraginaceae	*Musa x paradisiaca*	Musaceae
Cordia subcordata	Boraginaceae	*Phyllanthus amarus*	Phyllanthaceae
Heliotropium angiospermum	Boraginaceae	*Chloris barbata*	Poaceae
Pentaglottis sempervirens	Boraginaceae	*Cynodon dactylon*	Poaceae

Bursera simaruba	Burseraceae	*Dactyloctenium aegyptium*	Poaceae
Selenicereus undatus	Cactaceae	*Melinis repens*	Poaceae
Carica papaya	Caricaceae	*Pennisetum sp.*	Poaceae
Cleome rutidosperma	Cleomaceae	*Sporobolus pyramidalis*	Poaceae
Terminalia catappa	Combretaceae	*Hamelia patens*	Rubiaceae
Distimake dissectus	Convolvulaceae	*Cardiospermum grandiflorum*	Sapindaceae
Ipomoea hederacea	Convolvulaceae	*Manilkara zapota*	Sapoteaceae
Ipomoea indica	Convolvulaceae	*Solanum erianthum*	Solanaceae
Ipomoea quamoclit	Convolvulaceae	*Cecropia obtusifolia*	Urticaceae
Ipomoea squamosa	Convolvulaceae	*Phyla nodiflora*	Verbenaceae
Cucumis melo	Cucurbitaceae	*Cissus verticillata*	Vitaceae
Caperonia palustris	Euphorbiaceae		

Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

A grandes rasgos, la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Perennifolia se encuentra en un estado transicional, en proceso de regeneración hacia la selva mediana subperennifolia madura. Presenta una estructura vertical más simplificada que la selva madura, con menor altura de los árboles (generalmente entre 15 y 20 m), figura IV.32. El dosel no es tan cerrado, permitiendo mayor entrada de luz. Se compone de una mezcla de especies características de la selva mediana subperennifolia original, junto con especies pioneras y oportunistas que colonizan rápidamente áreas perturbadas.

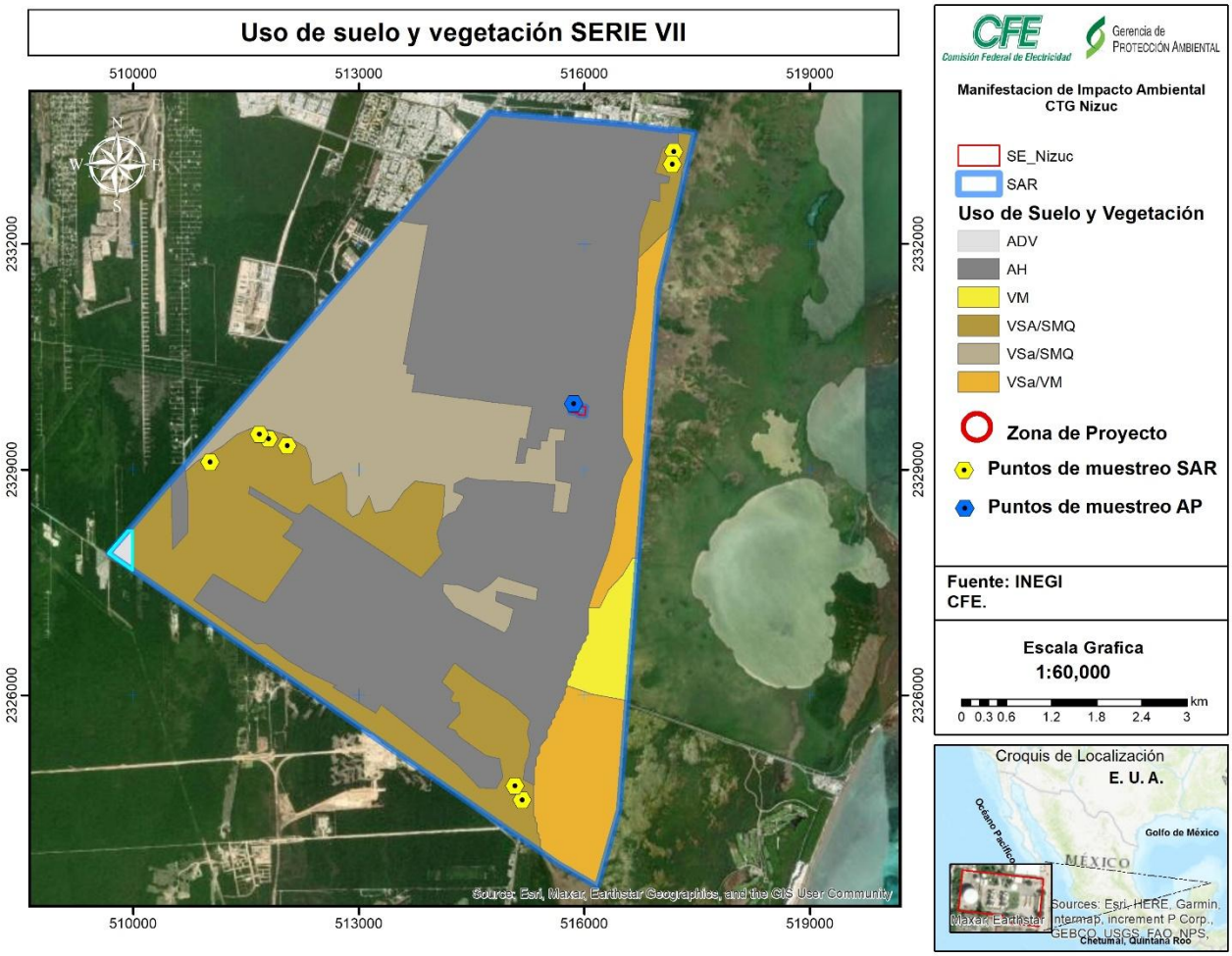


Figura IV. 30. Sitios de muestreo de vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia dentro del Sistema Ambiental

Se muestrearon 11 sitios dentro de este tipo de vegetación. Las características encontradas sugieren que la selva está relativo buen estado: los parches de vegetación en medio de la ciudad de Cancún son diversos y con una abundancia de árboles, arbustos y hierbas. (si bien amenazados por el cambio de uso de suelo). En general es complicado transitar por los sitios con este tipo de vegetación, pues hay una maraña vegetal que impide el libre paso (figura IV.33). A continuación, se presentan los resultados específicos del análisis de este tipo de comunidad vegetal.



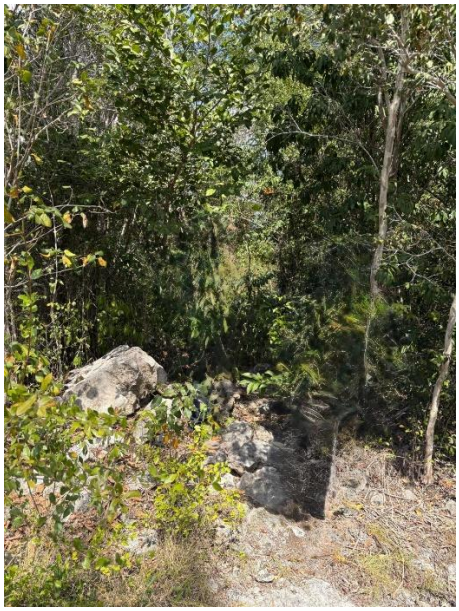


Figura IV. 31. Aspecto general de los sitios de muestreo de la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia dentro del Sistema Ambiental.

La composición florística de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en el área de estudio comprende un total de 108 especies pertenecientes a 75 géneros y 41 familias. Las especies con mayor abundancia son *Manilkara zapota* con 91 individuos, *Metopium brownei* con 70 individuos y *Bursera simaruba* con 53 individuos. Las familias más diversas son Fabaceae con 15 especies, Euphorbiaceae con 6 especies, Sapotaceae y Annonaceae con 5 especies cada una. Otras familias con alta representación son Myrtaceae, Polygonaceae y Apocynaceae con 4 especies cada una. Estas 7 familias en conjunto agrupan el 40% del total de especies registradas.

En cuanto a la diversidad por sitio, los valores del índice de Shannon varían entre 1.77 en CTGNI-VsSM6 y 3.20 en CTGNI-VsSM1, mientras que los valores del índice de Simpson oscilan entre 0.67 y 0.94 para los mismos sitios. Esto sugiere que la mayoría de los sitios presentan una diversidad alta (Shannon > 3, Simpson > 0.9), a excepción de CTGNI-VsSM6 que muestra una diversidad moderada. El índice de diversidad de Chao, que estima la riqueza de especies considerando la presencia de especies raras, fue de 284. Este valor es mayor a las 108 especies observadas, lo que indica que hay una riqueza latente de importancia en la selva mediana arbórea secundaria de la zona.

Respecto a la abundancia por sitio, CTGNI-VsSM7 presentó el mayor número de individuos con 108, seguido de CTGNI-VsSM1 y CTGNI-VsSM3 con 100 individuos cada uno. Esta variación en la abundancia entre sitios podría deberse a diferencias en el estado sucesional, grado de perturbación o condiciones ambientales particulares en cada uno. La vegetación secundaria estudiada presenta una riqueza alta de especies. Se observa una dominancia

de pocas especies muy abundantes, pero con una importante presencia de especies poco frecuentes que contribuyen de manera significativa a la diversidad.

Según los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en la zona de Cancún, las especies más importantes son *Manilkara zapota* (35.12), *Metopium brownei* (23.57), *Bursera simaruba* (18.27), *Lysiloma latisiliquum* (16.03) y *Casearia thamnia* (11.47). Tabla IV.13.

Tabla IV. 13. Valores de índice de valor de importancia (IVI) para las 15 especies más abundantes de la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa (cobertura)	IVI
Manilkara zapota	9.32	9.89	15.91	35.12
Metopium brownei	7.17	7.61	8.78	23.57
Bursera simaruba	5.74	5.76	6.77	18.27
Lysiloma latisiliquum	2.56	2.72	10.75	16.03
Casearia thamnia	4.41	3.8	3.26	11.47
Vitex gaumeri	2.46	2.5	6.29	11.25
Casearia aculeata	4	3.37	2.96	10.33
Lonchocarpus rugosus	2.87	3.04	2.13	8.04
Diospyros salicifolia	3.59	2.93	1.41	7.93
Neea psychotrioides	2.87	2.72	1.54	7.13
Ottoschulzia pallida	2.66	2.83	1.6	7.09
Dendropanax arboreus	2.15	2.28	2.1	6.54
Gymnopodium floribundum	2.15	2.28	1.87	6.3
Psidium sartorianum	2.05	2.17	1.67	5.89
Coccoloba acapulcensis	1.84	1.85	2	5.69

Las especies con mayor IVI en la selva mediana subperennifolia de Cancún son *Manilkara zapota* (chicozapote), *Metopium brownei* (chechem), *Bursera simaruba* (palo mulato) y *Lysiloma latisiliquum* (tzalam). Estas especies arbóreas pertenecen a las familias

Sapotaceae, Anacardiaceae, Burseraceae y Fabaceae, respectivamente, y son de gran importancia ecológica y económica en las selvas tropicales de México y Centroamérica.

Estos resultados son congruentes con la literatura existente sobre la composición vegetal de las selvas de la Península de Yucatán, que reportan la dominancia las mismas especies en las selvas medianas subperennifolias y subcaducifolias de la región (e.g. Zamora-Crescencio *et al*., 2011). *Manilkara zapota* y *Metopium brownei* son especies dominantes en las selvas medianas de la Península de Yucatán, mientras que *Bursera simaruba* es común en las selvas secas y medianas. *Lysiloma latisiliquum* es característica de las selvas medianas subcaducifolias y subperennifolias de Yucatán. Además, se ha destacado la importancia ecológica y económica de estas especies y las familias a las que pertenecen (Sapotaceae, Anacardiaceae, Burseraceae y Fabaceae) en los ecosistemas forestales de la Península de Yucatán (Carnevali *et al*., 2003; Ibarra-Manríquez *et al*., 1995).

Densidad y especies dominantes por estrato

La densidad de individuos en la selva mediana arbórea subcaducifolia varía según el estrato de altura. En el estrato arbóreo, se registró una densidad promedio de 0.11 individuos por m², siendo las especies más abundantes *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*. Las unidades de muestreo CTGNI-VsSM1, CTGNI-VsSM2, CTGNI-VsSM3 y CTGNI-VsSM7 presentaron una composición similar en este estrato, con *Manilkara zapota* como especie dominante. En el estrato arbustivo, la densidad promedio fue de 2.28 individuos por m², con *Calyptranthes pallens*, *Metopium brownei* y *Casearia aculeata* como las especies más representativas. Las unidades CTGNI-VsSM4, CTGNI-VsSM5 y CTGNI-VsSM6 mostraron una composición arbustiva similar, con *Metopium brownei* y *Coccoloba spicata* entre las especies más abundantes. Por último, en el estrato herbáceo, se registró una densidad promedio de 4.9 individuos por m², siendo *Diospyros salicifolia*, *Randia aculeata* y *Lonchocarpus rugosus* las especies más abundantes. Las unidades CTGNI-VsSM10 y CTGNI-VsSM11 presentaron una composición herbácea similar, compartiendo especies como *Diospyros salicifolia* y *Lonchocarpus rugosus*. Sin embargo, la densidad en este estrato fue 0 en varios sitios de muestreo y de hasta 14 individuos en otros, lo que evidencia una alta heterogeneidad de la distribución de plantas en el suelo de la selva: hay mucho terreno donde no hay herbáceas y otros sitios donde se agregan muchos individuos.

Estos resultados (tabla IV.14) indican densidad algo elevada en estratos inferiores en este tipo de vegetación, lo cual confirma su característica de vegetación secundaria, seguido por el estrato herbáceo y el arbóreo. La densidad promedio total considerando los tres estratos fue de 7.43 individuos por m².

Tabla IV. 14. Número de individuos y densidad por unidad de muestreo de la vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia

Unidad de muestreo	Individuos Estrato Arbóreo	Individuos Estrato Arbustivo	Individuos Estrato Herbáceo	Densidad arbórea (Ind/m²)	Densidad arbustiva (Ind/m²)	Densidad herbácea (Ind/m²)
CTGNI-VsSM1	73	28	1	0.146	2.333	1
CTGNI-VsSM2	73	22	0	0.146	1.8333	0
CTGNI-VsSM3	70	30	0	0.14	2.5	0
CTGNI-VsSM4	52	33	1	0.104	2.75	1
CTGNI-VsSM5	46	43	0	0.092	3.5833	0
CTGNI-VsSM6	39	11	0	0.078	0.9166	0
CTGNI-VsSM7	84	28	7	0.168	2.333	7
CTGNI-VsSM8	17	38	8	0.0425	2.375	8
CTGNI-VsSM9	43	34	14	0.1075	2.125	14
CTGNI-VsSM10	48	32	9	0.12	2	9
CTGNI-VsSM11	40	38	14	0.1	2.375	14

En cuanto a las variables estructurales de altura y cobertura por estrato, se observan diferencias importantes entre los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la selva mediana subcaducifolia estudiada. En el estrato arbóreo, la altura media de los individuos fue de 7.43 m, con una mediana de 6.50 m, un valor mínimo de 2.00 m y un máximo de 17.0 m. Esto indica que la mayoría de los árboles presentan alturas intermedias, con algunos individuos emergentes que alcanzan alturas considerables. La cobertura media del estrato arbóreo fue de 7.78 m², con una mediana de 4.99 m², un valor mínimo de 0.20 m² y un máximo de 86.39 m², lo que sugiere una gran variabilidad en la cobertura de las copas de los árboles. En el estrato arbustivo, la altura media fue de 2.76 m, con una mediana de 2.50 m, un mínimo de 0.05 m y un máximo de 8.0 m, indicando que la mayoría de los arbustos presentan alturas entre 2 y 3 m. La cobertura media del estrato arbustivo fue de 1.23 m², con una mediana de 0.77 m², un mínimo de 0.11 m² y un máximo de 19.64 m², lo que sugiere una cobertura relativamente baja en comparación con el estrato arbóreo. En el estrato herbáceo, la altura media fue de 0.23 m, con una mediana de 0.18 m, un mínimo de 0.07 m y un máximo de 0.6 m, lo que indica que las hierbas presentan alturas bastante bajas en general. La cobertura media del estrato herbáceo fue de 0.44 m², con una mediana de 0.34 m², un mínimo de 0.12 m² y un máximo de 0.94 m², sugiriendo una cobertura muy baja en comparación con los estratos superiores.

Estos resultados muestran una clara estratificación vertical en la estructura de la selva mediana subcaducifolia, con un estrato arbóreo dominante en términos de altura y cobertura, seguido por un estrato arbustivo intermedio y un estrato herbáceo con una contribución menor a la estructura vertical de la comunidad vegetal.

Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia

En las unidades de muestreo dentro de este uso de suelo se encontró vegetación con más abundancia de especies leñosas de poca altura, espinosas, con una estructura vertical más pequeña y una densidad alta de plantas con diámetros a la altura del pecho < 7 cm. Hubo más predominancia de especies arbustivas, muchas de ellas espinosas, siendo abundantes los arbustos y árboles jóvenes de menor porte. La altura de la vegetación fue inferior a los 12 metros en promedio, con un dosel más abierto y una mayor densidad de arbustos como *Randia*. La estructura vertical es aún más simplificada, con menos estratos definidos. Se encontraron otras especies de sucesión temprana como *Acacia collins*. Además de las especies arbustivas, se pueden encontrar algunos árboles jóvenes de especies características de la selva mediana subperennifolia (que eventualmente dominarán el dosel si la sucesión ecológica continúa sin interrupciones).

En los sitios tres, cuatro, cinco y seis de este tipo de vegetación, (Figura IV.34) se encontró que había árboles que podrían considerarse más maduros (de mayor porte y altura) dentro de los polígonos, casi dándole un carácter de vegetación arbórea a la comunidad vegetal, aunque con muchas evidencias de disturbio antropogénico, como basura y en algunos casos, árboles talados. En este tipo de selva afectada por el disturbio es notable la presencia de la especie *Cascabela thevetia*, resistente al disturbio.



Figura IV.34. Vista área de los árboles maduros dentro de la CTG Nizuc

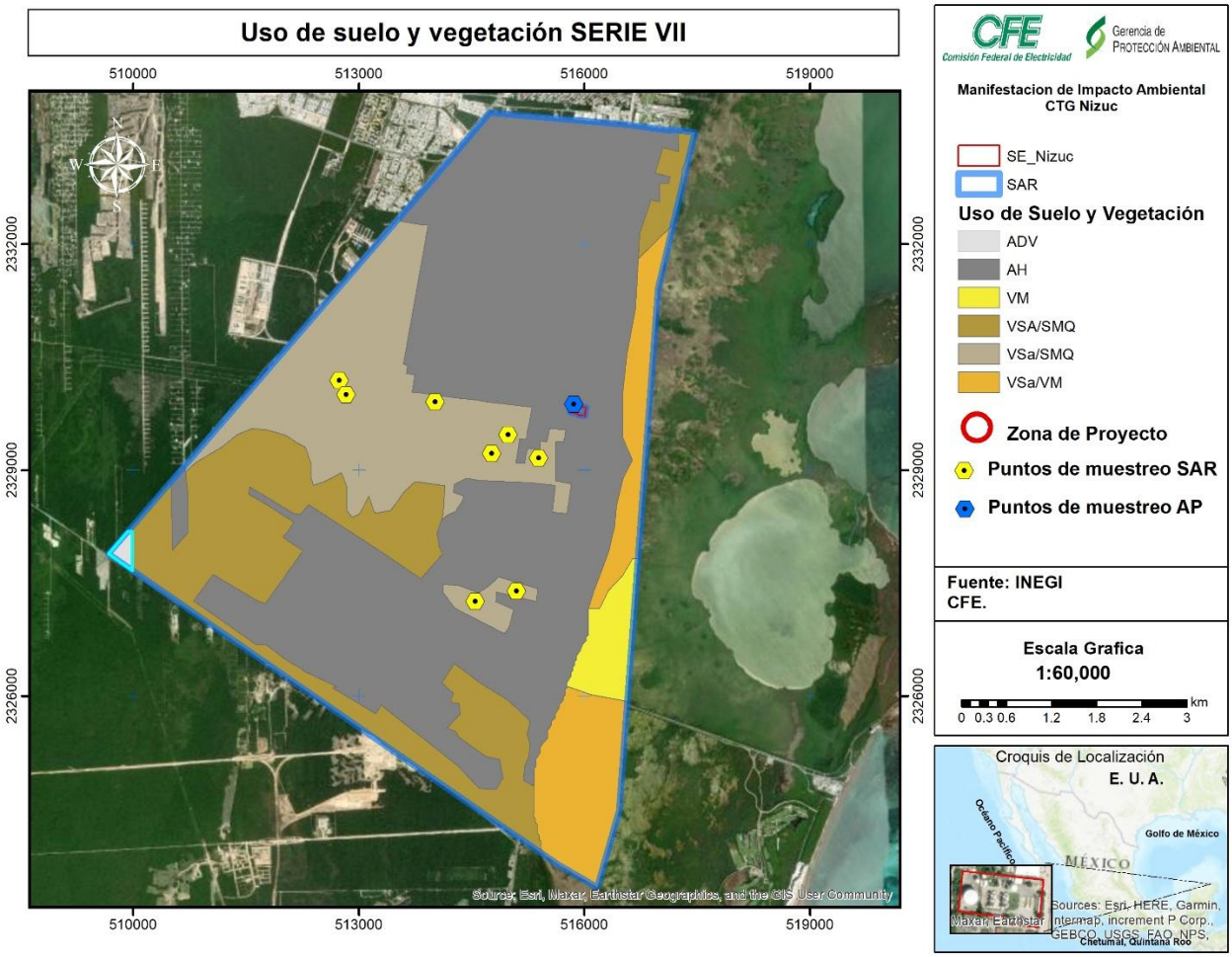


Figura IV. 32. Sitios de muestreo de vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia dentro del Sistema Ambiental

A continuación, se presentan los resultados del análisis de este tipo de comunidad vegetal.

Composición y diversidad

La composición florística de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia en el área de estudio comprende un total de 64 especies pertenecientes a 51 géneros y 30 familias. Las especies con mayor abundancia fueron *Metopium brownei* con 38 individuos, *Bursera simaruba* con 24 individuos y *Diospyros tetrasperma* con 21 individuos. Estas tres especies dominantes pertenecen a las familias Anacardiaceae, Burseraceae y Ebenaceae respectivamente, y en conjunto representan el 37.5% del total de individuos registrados en este tipo de vegetación.

Las familias más diversas fueron Fabaceae con 11 especies, Euphorbiaceae con 5 especies, Polygonaceae y Moraceae con 4 especies cada una. Otras familias con representación significativa son Ebenaceae, Rubiaceae y Sapindaceae con 3 especies

cada una. Estas 7 familias en conjunto agrupan el 51.5% del total de especies registradas en la vegetación arbustiva secundaria. La alta diversidad de Fabaceae y Euphorbiaceae podría estar relacionada con su capacidad de fijación de nitrógeno y rápido crecimiento, características que les permiten establecerse exitosamente en etapas tempranas de la sucesión secundaria.



Figura IV. 33. (a)-(d) Aspecto general de los sitios de muestreo de la vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia dentro del Sistema Ambiental.

En cuanto a la diversidad por sitio, los valores del índice de Shannon varían entre 2.34 en CTGNI-VsAs3 y 2.84 en CTGNI-VsAs2, mientras que los valores del índice de Simpson oscilan entre 0.89 y 0.92 para los mismos sitios. Estos valores sugieren que todos los sitios presentan una diversidad moderada a alta (Shannon > 2, Simpson > 0.8), lo que indica una buena equitatividad en la distribución de abundancias de las especies. El índice de diversidad de Chao, que estima la riqueza de especies considerando la presencia de especies raras, fue de 130.23. Este valor es mayor a las 64 especies observadas, lo que sugiere que existe una riqueza potencial importante en la vegetación arbustiva secundaria de la zona, con muchas especies poco frecuentes.

Respecto a la abundancia por sitio, CTGNI-VsAs2 presentó el mayor número de individuos con 59, seguido de CTGNI-VsAS7 con 56 individuos y CTGNI-VsAs1 con 46 individuos. Esta variación en la abundancia entre sitios podría estar influenciada por diferencias en el tiempo transcurrido desde el último disturbio, la intensidad de uso previo del suelo o las condiciones micro ambientales específicas de cada sitio. Se presenta una composición florística diversa, con una mezcla de especies típicas de etapas sucesionales tempranas y tardías. La presencia de especies de rápido crecimiento como *Bursera simaruba* y *Metopium brownei*, junto con especies más tolerantes a la sombra como *Manilkara zapota* y *Pouteria campechiana*, sugiere que esta comunidad se encuentra en un estado sucesional intermedio. Además, la abundancia de especies de Fabaceae y Euphorbiaceae podría estar contribuyendo a la recuperación de la fertilidad del suelo y facilitando el establecimiento de otras especies.

Según los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia en la zona de estudio, las especies más importantes son *Metopium brownei* (39.18), *Bursera simaruba* (22.64*), Lysiloma acapulcensis* (21.23), *Diospyros tetrasperma* (16.30) y *Vitex gaumeri* (16.03). Estas especies arbustivas pertenecen a las familias Anacardiaceae, Burseraceae, Fabaceae, Ebenaceae y Lamiaceae, respectivamente, y son elementos importantes en la estructura y composición de las comunidades vegetales secundarias de las selvas de la Península de Yucatán.

Metopium brownei y *Bursera simaruba* son especies pioneras y resistentes a las perturbaciones, por lo que son abundantes en las etapas tempranas de la sucesión secundaria de las selvas tropicales (Islebe *et al.*, 2015). *Diospyros tetrasperma* y *Vitex gaumeri* son especies características de las selvas medianas subcaducifolias y subperennifolias de la Península de Yucatán (Ibarra-Manríquez *et al*., 1995; Zamora-Crescencio *et al*., 2011). Varias de las especies con alto IVI en este estudio han sido reportadas como especies clave en la recuperación de la estructura y composición de las selvas medianas subperennifolias y subcaducifolias de la Península de Yucatán (Gutiérrez-Báez *et al*., 2012; Hernández-Ramírez & García-Méndez, 2015). Los resultados también muestran que las familias Anacardiaceae, Burseraceae y Fabaceae son dominantes en la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, lo cual concuerda con lo reportado por otros estudios en la región (Hernández-Ramírez & García-Méndez, 2015). Estas familias incluyen muchas especies pioneras y resistentes a las perturbaciones, por lo

que son abundantes en las etapas tempranas de la sucesión secundaria (Negreros-Castillo *et al*., 2014).

Se puede observar que varias especies de árboles característicos de las selvas maduras, como *Manilkara zapota*, *Dendropanax arboreus* y *Ficus* spp., presentan valores de IVI (Tabla IV.15) relativamente bajos en la vegetación secundaria arbustiva. Esto sugiere que estas especies son menos abundantes y frecuentes en las etapas tempranas de la sucesión secundaria, pero pueden incrementar su importancia en etapas más avanzadas de la regeneración de la selva (Chazdon *et al*., 2010; Negreros-Castillo *et al*., 2014).

Tabla IV. 15. Valores de índice de valor de importancia (IVI) para las 15 especies más abundantes de la vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa (cobertura)	IVI
Metopium brownei	0.23	0.31	0.04	0.58
Bursera simaruba	0.46	0.31	0.67	1.44
Lysiloma acapulcensis	2.31	3.07	0.25	5.63
Diospyros tetrasperma	0.46	0.31	0.14	0.91
Vitex gaumeri	0.23	0.31	0	0.54
Manilkara zapota	0.69	0.61	0.02	1.33
Randia obcordata	0.69	0.92	0.03	1.64
Diospyros salicifolia	5.56	7.36	9.72	22.64
Gymnopodium floribundum	0.46	0.61	0.99	2.07
Lonchocarpus xuul	2.08	2.45	2.61	7.15
Dendropanax arboreus	1.39	0.92	0.25	2.56
Diphysa carthagenensis	1.16	1.53	3.22	5.91
Caesalpinia yucatanensis	0.46	0.61	0.24	1.32
Ficus cotinifolia	1.39	0.61	0.13	2.14
Lonchocarpus rugosus	0.23	0.31	0.01	0.55

Densidad y especies dominantes por estrato

La densidad de individuos en la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia varía según el estrato de altura. En el estrato arbóreo se registró una densidad promedio de 0.07 individuos por m², siendo las especies más abundantes *Bursera simaruba*, *Metopium brownei* y *Lysiloma acapulcensis*. Las unidades de muestreo CTGNI-

VsAS4, CTGNI-VsAS5, CTGNI-VsAS6 y CTGNI-VsAS7 presentaron una composición similar en este estrato, con *Bursera simaruba* como especie dominante. En el estrato arbustivo, la densidad promedio fue de 1.81 individuos por m², con *Diospyros tetrasperma*, *Diospyros salicifolia* y *Randia obcordata* como las especies más representativas. Las unidades CTGNI-VsAs1, CTGNI-VsAs2 y CTGNI-VsAs3 mostraron una composición arbustiva similar, con *Diospyros tetrasperma* y *Gymnopodium floribundum* entre las especies más abundantes. Por último, en el estrato herbáceo se registró una densidad promedio de 4.0 individuos por m², siendo *Arrabidaea floribunda, Diospyros salicifolia* y *Lonchocarpus xuul* las especies más abundantes. Las unidades CTGNI-VsAS5, CTGNI-VsAS6 y CTGNI-VsAS7 presentaron una composición herbácea similar, compartiendo especies como *Arrabidaea floribunda* y *Diospyros salicifolia*. Sin embargo, la densidad en este estrato fue 0 (Tabla IV.16) en algunos sitios de muestreo y de hasta 7 individuos en otros, lo que evidencia una heterogeneidad moderada de la distribución de plantas en el suelo.

Tabla IV. 16. Número de individuos y densidad por unidad de muestreo de la vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia

Unidad de muestreo	Individuos Estrato Arbóreo	Individuos Estrato Arbustivo	Individuos Estrato Herbáceo	Densidad arbórea (Ind/m²)	Densidad arbustiva (Ind/m²)	Densidad herbácea (Ind/m²)
CTGNI-VsAs1	8	86	0	0.02	5.375	0
CTGNI-VsAs2	43	35	3	0.1075	2.1875	3
CTGNI-VsAs3	26	13	3	0.065	0.8125	3
CTGNI-VsAS4	32	12	3	0.08	0.75	3
CTGNI-VsAS5	31	8	7	0.0775	0.5	7
CTGNI-VsAS6	30	6	7	0.075	0.375	7
CTGNI-VsAS7	31	43	5	0.0775	2.6875	5

Estos resultados indican una densidad relativamente baja en el estrato arbóreo, seguido por una densidad más elevada en el estrato arbustivo y herbáceo, consistente con la descripción teórica de esta comunidad vegetal. La densidad promedio total considerando los tres estratos fue de 5.88 individuos por m². La baja densidad arbórea y la mayor abundancia de individuos en estratos inferiores refuerzan la noción de que se trata de una vegetación en proceso de regeneración.

En cuanto a las variables estructurales de altura y cobertura por estrato, se observan diferencias notables entre los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación secundaria arbustiva estudiada. En el estrato arbóreo, la altura media de los individuos fue de 8.76 m, con una mediana de 9.00 m, un valor mínimo de 3.00 m y un máximo de 15.0 m. Esto indica que la mayoría de los árboles presentan alturas intermedias, sin individuos emergentes de gran altura. La cobertura media del estrato arbóreo fue de 12.08 m², con una mediana de 9.42 m², un valor mínimo de 0.19 m² y un máximo de 78.54 m², lo que sugiere una variabilidad moderada en la cobertura de las copas de los árboles. En el estrato arbustivo, la altura media fue de 5.54 m, con una mediana de 2.50 m, un mínimo de 0.20 m y un máximo de 150 m, indicando una gran amplitud en las alturas de los arbustos, con algunos individuos de gran tamaño. La cobertura media del estrato arbustivo fue de 2.30 m², con una mediana de 1.18 m², un mínimo de 0.12 m² y un máximo de 14.14 m², lo que sugiere una cobertura relativamente baja en comparación con el estrato arbóreo. En el estrato herbáceo, la altura media fue de 1.35 m, con una mediana de 0.25 m, un mínimo de 0.05 m y un máximo de 30 m, lo que indica una gran variabilidad en las alturas de las hierbas, con algunas trepadoras alcanzando alturas considerables. La cobertura media del estrato herbáceo fue de 0.49 m², con una mediana de 0.47 m², un mínimo de 0.11 m² y un máximo de 0.94 m², sugiriendo una cobertura baja en comparación con los estratos superiores.

Estos resultados muestran una estratificación vertical con un estrato arbóreo de alturas intermedias y coberturas variables, un estrato arbustivo con una amplia gama de alturas y coberturas relativamente bajas, y un estrato herbáceo con alturas y coberturas muy variables. La presencia de individuos de gran tamaño en el estrato arbustivo y de trepadoras en el estrato herbáceo sugiere que la vegetación se encuentra en una etapa de transición, donde los arbustos y hierbas están compitiendo fuertemente por el espacio y los recursos, mientras que los árboles aún no han alcanzado su máximo desarrollo.

En términos de composición, se observa una clara diferenciación entre los estratos. En el estrato arbóreo, especies como *Bursera simaruba, Metopium brownei* y *Lysiloma acapulcensis* son las más abundantes. En el estrato arbustivo, *Diospyros tetrasperma*, *Diospyros salicifolia* y *Randia obcordata* son las especies más representativas, lo que indica que estas especies son tolerantes a la sombra y se desarrollan bien bajo el dosel de los árboles. En el estrato herbáceo, *Arrabidaea floribunda*, renuevos de *Diospyros salicifolia* y *Lonchocarpus xuul* son las especies más abundantes, lo que sugiere que estas especies son oportunistas y se adaptan bien a las condiciones de alta luminosidad y competencia en el sotobosque.

Vegetación de manglar

Se hicieron muestreos de vegetación en las áreas de Manglar (Figura IV.36) que se encuentran en la bahía de la laguna de Nichupté. Estas áreas forman parte del sistema ambiental, y se encuentran relativamente cerca de la CTG Nizuc, en dirección oeste.

La inspección revela un patrón consistente: primero áreas donde hay especies de selva aún, seguidas de una zona donde hay una transición hacia el manglar, que puede ser dominada por pastos acuáticos, o por una transición donde hay un gradiente más o menos continuo de especies que gradualmente se van convirtiendo en una comunidad herbácea, debido a la transición más lenta al suelo inundado. Conforme el terreno inundando se adentra más hacia el mar, los pastos entonces dominan, con grandes parches de éstos, salpicados manchones de manglar. Más adelante domina ya el mangle rojo *Rhizophora mangle*, en su mayoría de tamaños pequeños, característicos de la vegetación de mangle enano-reportada para la zona (Portillo y Ezcurra, 2002). Después de esto empiezan a aparecer más lagunas inundadas de más profundidad. Esta transición selva mediana-> ecotono de selva mediana -> pastizal acuático -> mangle enano fue la norma observada en la zona, con sus variaciones.

INEGI reporta dos tipos de uso de suelo de manglar en el Sistema Ambiental: Vegetación Secundaria de manglar y Vegetación de Manglar. Las diferencias entre estos radicaron principalmente en la velocidad de aparición de los elementos de Manglar, y algunas características de la estructura de los árboles durante esta transición. En algunos sitios el manglar no tiene una transición con pastos, si no que inmediatamente los elementos del manglar se adentran en el agua. En cambio, en los sitios de la vegetación secundaria de manglar, una gran superficie está dominada por pastos acuáticos (ciperáceas). También hay parches de vegetación de pastos de la familia Poaceae (pastos verdaderos) que conforman áreas parecidas a cañales en medio de la laguna. Estas áreas fueron de difícil o imposible acceso y tránsito.

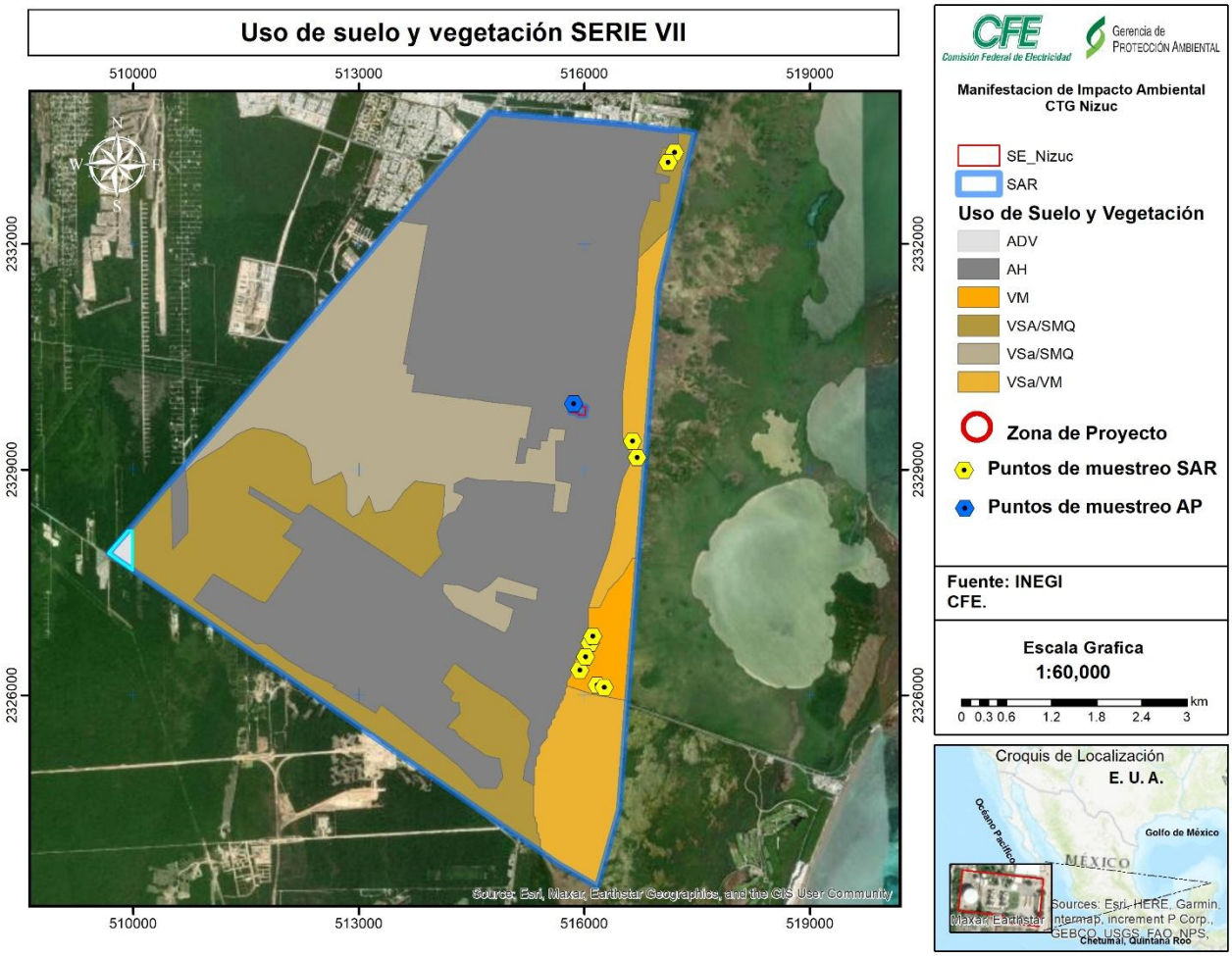


Figura IV. 34. Sitios de muestreo de vegetación de manglar y vegetación secundaria de manglar dentro del Sistema Ambiental

Composición y diversidad

La composición florística de la vegetación de manglar y su vegetación secundaria en el área de estudio comprende un total de 13 especies pertenecientes a 13 géneros y 9 familias. Las especies con mayor abundancia son *Rhizophora mangle* con 149 individuos, *Conocarpus erectus* con 60 individuos y *Cladium jamaicense* con 47 individuos. Las familias más representadas son Rhizophoraceae, Combretaceae y Cyperaceae, cada una con una especie abundante característica de estos ecosistemas.

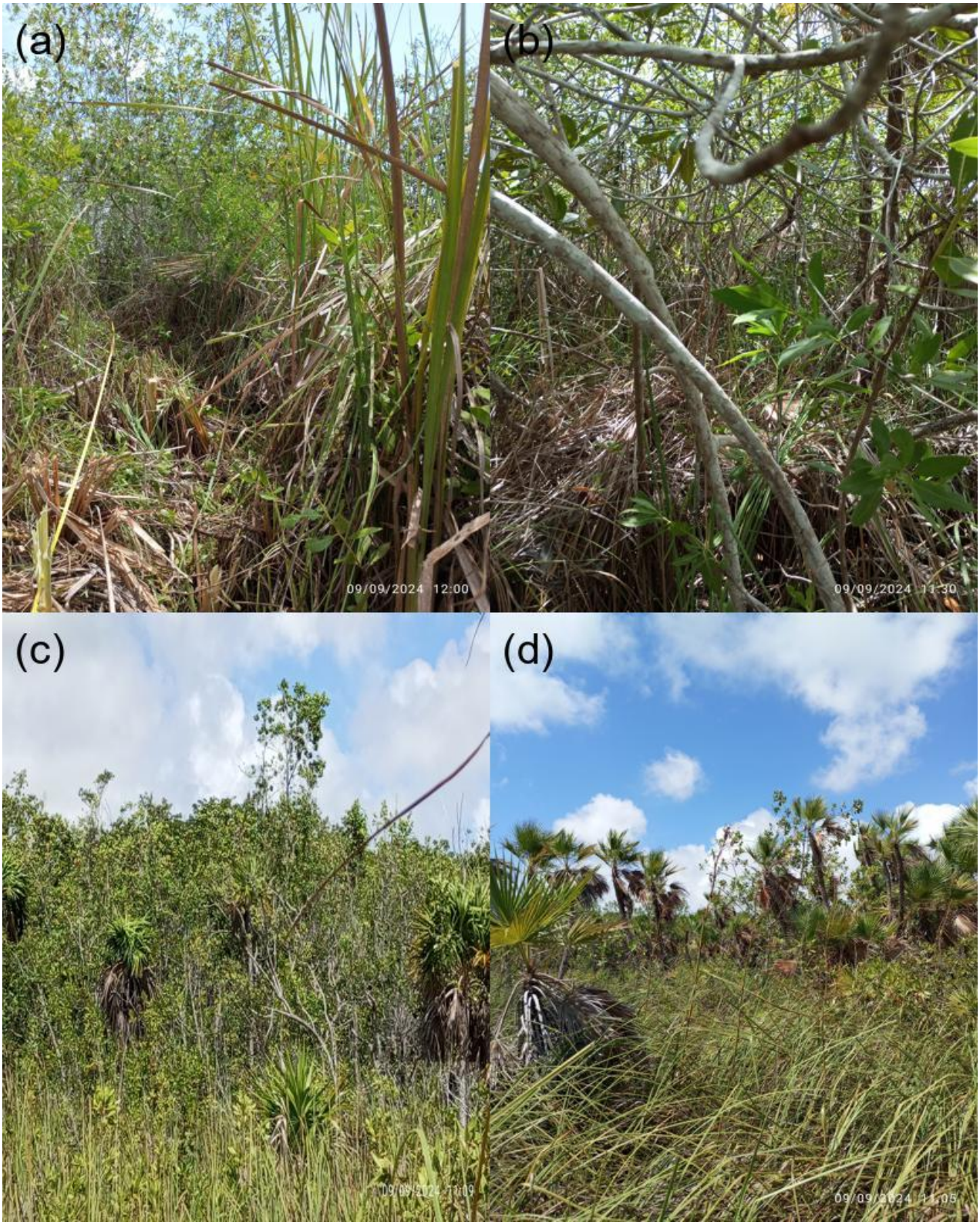


Figura IV. 35. (a)-(d) Aspecto general de los sitios de muestreo de la vegetación secundaria de manglar

En cuanto a la diversidad por sitio, se observan diferencias notables entre la vegetación de manglar (MA) y la vegetación secundaria de manglar (VsMA). Los sitios de manglar (CTGNI-MA1 a CTGNI-MA4) presentan valores bajos del índice de Shannon, que varían entre 0.00 en CTGNI-MA2 (ya que sólo se registró una única especie) y 0.64 en CTGNI-MA3 y CTGNI-MA4. Los valores del índice de Simpson para estos sitios también son bajos, oscilando entre 0.00 y 0.44. Esto sugiere que los manglares se caracterizan por una baja diversidad y una alta dominancia de pocas especies, principalmente *Rhizophora mangle*, que está adaptada a las condiciones ambientales específicas de estos humedales costeros. Respecto a la abundancia por sitio, CTGNI-VsMA2 presentó el mayor número de individuos con 59, seguido de CTGNI-MA1 y CTGNI-MA2 con 36 individuos cada uno. La variación en la abundancia entre sitios puede estar relacionada con diferencias en el estado de conservación, nivel de perturbación o condiciones ambientales locales.

Por otro lado, los sitios de vegetación secundaria de manglar (CTGNI-VsMA1 a CTGNI-VsMA7) muestran una mayor variabilidad en los índices de diversidad. Los valores del índice de Shannon varían entre 0.22 en CTGNI-VsMA5 y 1.92 en CTGNI-VsMA2, mientras que los valores del índice de Simpson oscilan entre 0.11 y 0.82 para los mismos sitios. Esto indica que la vegetación secundaria de manglar presenta una diversidad de baja a moderada, con algunos sitios mostrando una mayor equidad en la abundancia de especies.

En el manglar, la diversidad de este tipo de vegetación se caracteriza por una baja diversidad y una alta dominancia de pocas especies especializadas, principalmente *Rhizophora mangle*. Por otro lado, la vegetación secundaria de manglar muestra una mayor variabilidad en la diversidad, con algunos sitios presentando una diversidad de baja a moderada. Esto se debe a la presencia de especies colonizadoras y oportunistas en áreas en dónde el manglar se adentra en el terreno, y aparecen más especies de árboles y arbustos.

El índice de diversidad de Chao, que estima la riqueza de especies considerando la presencia de especies raras, muestra valores variables entre los sitios. El valor más alto se observa en CTGNI-VsMA4 con 40.08, seguido de CTGNI-MA2 con 36.46. Estos valores son mayores a las 13 especies observadas, lo que sugiere una diversidad de especies raras mayor a la registrada.

Según los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI), tabla IV.17, para las especies de la vegetación de manglar y su vegetación secundaria en la zona de Cancún, las especies más importantes son *Rhizophora mangle* (177.65), *Conocarpus erectus* (49.71), *Cladium jamaicense* (32.2), *Avicennia germinans* (8.5) y *Thrinax radiata* (8.0). Estas especies pertenecen a las familias Rhizophoraceae, Combretaceae, Cyperaceae, Acanthaceae y Arecaceae, respectivamente, y son características de los ecosistemas de manglar y sus áreas de transición en la región del Caribe mexicano.

Tabla IV. 17. Valores de índice de valor de importancia (IVI) para las 15 especies más abundantes de la vegetación de manglar

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa (cobertura)	IVI
Rhizophora mangle	41.85	47	88.79	177.65
Conocarpus erectus	27.25	18.93	3.53	49.71
Cladium jamaicense	11.44	14.83	5.94	32.2
Avicennia germinans	5.6	2.52	0.38	8.5
Thrinax radiata	3.65	4.1	0.25	8
Metopium brownei	3.16	3.79	0.39	7.34
Sagittaria lancifolia	2.68	3.47	0.02	6.17
Manilkara zapota	1.7	2.21	0.27	4.18
Lysiloma latisiliquum	1.22	1.26	0.17	2.65
Myrmecophila christinae	0.73	0.95	0.01	1.68
Ficus obtusifolia	0.24	0.32	0.15	0.71
Laguncularia racemosa	0.24	0.32	0.06	0.62
Senna racemosa	0.24	0.32	0.04	0.6

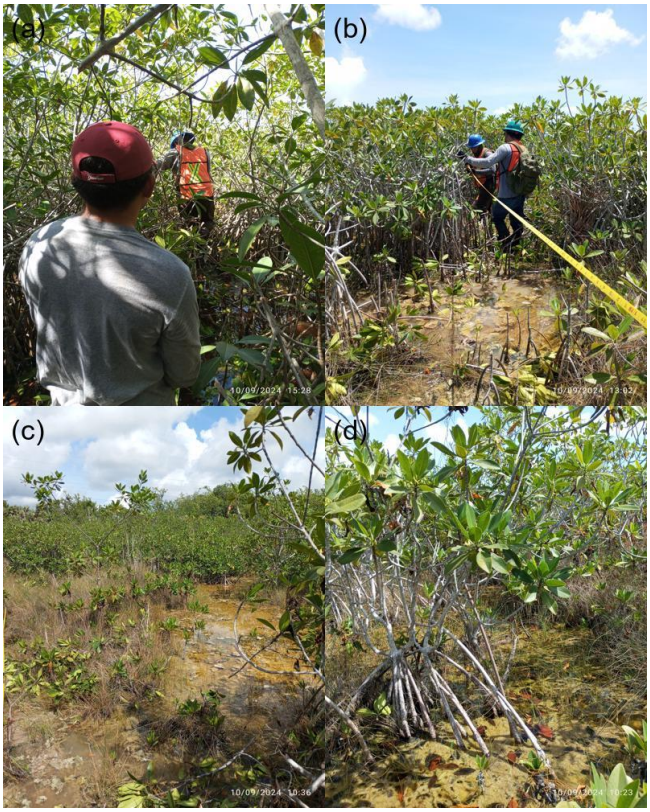


Figura IV. 36. (a)-(d) Aspecto general de los sitios de muestreo de la vegetación de manglar.

Rhizophora mangle (mangle rojo) destaca como la especie más importante, con un IVI excepcionalmente alto de 177.65. Esta especie presenta la mayor dominancia relativa (DoR) con un 88.79%, lo que indica su gran contribución a la biomasa y estructura del ecosistema. Además, tiene la mayor frecuencia relativa (FR) con un 47%, lo que indica su amplia distribución en los sitios estudiados. *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Cladium jamaicense* (sawgrass) también muestran valores altos de IVI, con 49.71 y 32.2, respectivamente, así como una presencia significativa tanto en términos de densidad relativa (DR) como de frecuencia relativa (FR), lo que sugiere su importancia en la composición y estructura de la vegetación de manglar y su vegetación secundaria. *Conocarpus erectus* es una especie de mangle asociada a áreas de transición y zonas más elevadas, mientras que *Cladium jamaicense* es una herbácea común en los humedales de agua dulce y salobres adyacentes a los manglares.

Avicennia germinans (mangle negro) y *Thrinax radiata* (chit) presentaron valores de IVI de 8.5 y 8.0, respectivamente, menores en comparación con las especies anteriores. *Metopium brownei* (chechem) y *Manilkara zapota* (chicozapote), que son dominantes en las selvas medianas subperennifolias de la región, tuvieron una presencia en algunos de los sitios muestreados, con valores de IVI de 7.34 y 4.18, respectivamente. Aunque estas dos especies se encontraron también en la Selva Mediana subperennifolia, la composición de especies del manglar difiere significativamente de las selvas tierra adentro, debido a las condiciones ambientales específicas y las adaptaciones requeridas para tolerar la salinidad y los suelos anóxicos.

Los resultados obtenidos concuerdan con estudios previos sobre la composición y estructura de los manglares en el Caribe mexicano (e.g., Zaldívar-Jiménez *et al.*, 2010; Hernández-*Trejo et al*., 2006), que han destacado la dominancia de *Rhizophora mangle* y la presencia de otras especies asociadas como *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*. Además, se ha reconocido la importancia de las especies herbáceas como *Cladium jamaicense* en las comunidades de vegetación secundaria y humedales adyacentes a los manglares (e.g., Cortés-Castillo & Islebe, 2015).

Densidad y especies dominantes por estrato

La densidad de individuos en la vegetación de manglar y su vegetación secundaria en la zona de Cancún varía según el estrato de altura y el tipo de vegetación. En el estrato arbóreo se registró una densidad promedio de 0.05 individuos por m² en los sitios de manglar (MA) y de 0.07 individuos por m² en los sitios de vegetación secundaria de manglar (VsMA). En los sitios de manglar, las especies más abundantes en este estrato fueron *Rhizophora mangle, Metopium brownei* y *Conocarpus erectus,* mientras que en los sitios de vegetación secundaria de manglar, *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans* fueron las más representativas. Las unidades de muestreo CTGNI-MA3, CTGNI-MA4, CTGNI-VsMA1, CTGNI-VsMA2 y CTGNI-VsMA3 presentaron una composición arbórea similar, con *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* como especies dominantes.

En el estrato arbustivo, la densidad promedio fue de 1.07 individuos por m² en los sitios de manglar y de 0.74 individuos por m² en los sitios de vegetación secundaria de manglar. *Rhizophora mangle* fue la especie más abundante en este estrato en todos los sitios de manglar, mientras que, en los sitios de vegetación secundaria de manglar, *Cladium jamaicense*, *Conocarpus erectus* y *Thrinax radiata* fueron las especies más representativas. Las unidades CTGNI-MA1, CTGNI-MA2, CTGNI-MA3 y CTGNI-MA4 mostraron una composición arbustiva similar, con *Rhizophora mangle* como especie dominante, mientras que en las unidades CTGNI-VsMA1, CTGNI-VsMA2 y CTGNI-VsMA4, se observó una mayor diversidad de especies arbustivas.

Por último, en el estrato herbáceo (< 1 m), se registró una densidad promedio de 8.0 individuos por m² en los sitios de manglar y de 5.0 individuos por m² (tabla IV.18) en los sitios de vegetación secundaria de manglar. *Cladium jamaicense* y *Rhizophora mangle* fueron las especies más abundantes en este estrato en los sitios de manglar, mientras que en los sitios de vegetación secundaria de manglar, *Cladium jamaicens*e y *Sagittaria lancifolia* fueron las más representativas. Las unidades CTGNI-MA1, CTGNI-MA3, CTGNI-VsMA3, CTGNI-VsMA5, CTGNI-VsMA6 y CTGNI-VsMA7 presentaron una composición herbácea similar, con *Cladium jamaicense* como especie dominante.

Tabla IV. 18. Número de individuos y densidad por unidad de muestreo de la vegetación de manglar

Sitio	Individuos Estrato Arbóreo	Individuos Estrato Arbustivo	Individuos Estrato Herbáceo	Densidad arbórea (Ind/m²)	Densidad arbustiva (Ind/m²)	Densidad herbácea (Ind/m²)
CTGNI-MA1	0	24	12	0	1.5	12
CTGNI-MA2	0	19	17	0	1.1875	17
CTGNI-MA3	3	3	3	0.0075	0.1875	3
CTGNI-MA4	15	24	0	0.0375	1.5	0
CTGNI-VsMA1	17	25	0	0.0425	1.5625	0
CTGNI-VsMA2	67	20	0	0.1675	1.25	0
CTGNI-VsMA3	50	2	6	0.125	0.125	6
CTGNI-VsMA4	23	10	0	0.0575	0.625	0

CTGNI-VsMA5	4	12	1	0.01	0.75	1
CTGNI-VsMA6	18	1	1	0.045	0.0625	1
CTGNI-VsMA7	12	0	22	0.03	0	22

Estos resultados indican una densidad alta de individuos en el estrato herbáceo, seguido por el estrato arbustivo y una menor densidad en el estrato arbóreo, tanto en la vegetación de manglar como en su vegetación secundaria. La densidad promedio total considerando los tres estratos fue de 9.12 individuos por m² en los sitios de manglar y de 5.81 individuos por m² en los sitios de vegetación secundaria de manglar. La densidad de plantas en el estrato herbáceo es heterogénea, con algunos parches de terreno repletos de plantas y otros desprovistos de individuos.

En cuanto a las variables estructurales de altura y cobertura por estrato, se observan diferencias entre los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, así como entre la vegetación de manglar y su vegetación secundaria. En el estrato arbóreo, la altura media de los individuos fue de 4.77 m, con una mediana de 5.0 m, un valor mínimo de 1.6 m y un máximo de 23 m. La cobertura media del estrato arbóreo fue de 8.15 m², con una mediana de 7.46 m², un valor mínimo de 1.32 m² y un máximo de 23.56 m². Estos valores sugieren que el estrato arbóreo presenta una estructura vertical desarrollada, con individuos de alturas y coberturas apreciables, especialmente en los sitios de vegetación secundaria de manglar, aunque esto ocurrió principalmente en donde se daba la transición hacia terreno no inundado.

En el estrato arbustivo, la altura media fue de 2.55 m, con una mediana de 2.3 m, un mínimo de 0.4 m y un máximo de 3 m, indicando una gran variabilidad en las alturas de los arbustos. La cobertura media del estrato arbustivo fue de 2.36 m², con una mediana de 2.64 m², un mínimo de 0.13 m² y un máximo de 7.69 m², lo que sugiere una cobertura relativamente baja en comparación con el estrato arbóreo. En el estrato herbáceo, la altura media fue de 0.13 m, con una mediana de 0.14 m, un mínimo de 0.4 m y un máximo de 0.45 m. La cobertura media del estrato herbáceo fue de 1.93 m², una mediana de 0.82 m², un mínimo de 0.13 m² y un máximo de 1.1 m². La cobertura es poco variable de este estrato, puesto que todas las plantas crecen a tallas similares.

Estos resultados muestran una clara estratificación vertical en la estructura de la vegetación de manglar y su vegetación secundaria, con un estrato arbóreo de alturas y coberturas que pueden llegar a ser altas en algunos lugares, un estrato arbustivo con alturas variables y coberturas relativamente bajas, y un estrato herbáceo con alturas y coberturas poco variables, especialmente en sitios dominados por una sola especie.

En términos de composición, se observan diferencias entre los estratos y entre la vegetación de manglar y su vegetación secundaria. En el estrato arbóreo, *Rhizophora mangle* es la especie dominante en los sitios de manglar, mientras que, en los sitios de vegetación secundaria de manglar, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans* también son abundantes, lo que sugiere una mayor diversidad de especies arbóreas en las áreas en regeneración. En el estrato arbustivo, *Rhizophora mangle* es la especie más abundante en los sitios de manglar, mientras que, en los sitios de vegetación secundaria de manglar, *Cladium jamaicense*, *Conocarpus erectus* y *Thrinax radiata* son más representativas, indicando una mayor variedad de especies arbustivas en las áreas perturbadas. En el estrato herbáceo*, Cladium jamaicense* es la especie dominante en ambos tipos de vegetación, *con Rhizophora mangle* también abundante en los sitios de manglar y *Sagittaria lancifolia* en los sitios de vegetación secundaria de manglar.

En conclusión, la vegetación de manglar y su vegetación secundaria en la zona de Cancún presentan diferencias en términos de densidad, estructura y composición de especies. La vegetación de manglar muestra una menor densidad de individuos, una estructura vertical más desarrollada y una composición de especies más especializada, con *Rhizophora mangle* como especie dominante en todos los estratos. Por otro lado, la vegetación secundaria de manglar presenta una mayor densidad de individuos, especialmente en los estratos inferiores, una estructura vertical más variable y una composición de especies más diversa, con una mezcla de especies de manglar y otras.

Comparación entre la vegetación en el área de influencia directa e indirecta

La vegetación presente en las áreas de influencia directa (AID) del Proyecto, ubicadas dentro de la Central Turbogas Nizuc (CTG Nizuc), difiere significativamente de la vegetación encontrada en las áreas de influencia indirecta (AII) circundantes. Esta diferencia se debe principalmente a que el Proyecto se desarrollará en una zona industrial ya existente, donde la presencia de vegetación es escasa y se limita a algunas especies pioneras y oportunistas que han logrado establecerse en los espacios disponibles, como grietas en el concreto o áreas con acumulación de materia orgánica.

En contraste, las áreas de influencia indirecta presentan una mayor diversidad y complejidad en su vegetación, incluyendo parches de selva mediana subperennifolia en diferentes estados sucesionales, así como áreas de manglar y vegetación urbana. Estas áreas albergan una mayor riqueza de especies y una estructura vegetal más desarrollada, con estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos bien definidos. Toda la vegetación muestreada tiene las características ya reportadas en la literatura científica pertinente a la región.

Dada la naturaleza del Proyecto, que se llevará a cabo dentro de una instalación industrial existente, no se prevé un cambio de uso de suelo significativo en las áreas de influencia directa, nos enfocamos principalmente en identificar las especies presentes y su estado de conservación, si es que hubiera aquellas en alguna categoría de riesgo según la ley. Es

importante destacar que ninguna de las especies encontradas en las áreas de influencia directa se encuentra bajo alguna categoría de riesgo según la legislación vigente.

IV.3.2.2 FAUNA

La Provincia Biótica Yucatán en la República Mexicana forma parte de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán en la República Mexicana (Figura IV.39) y fuera de nuestro país es parte del norte de Belice y del Petén en Guatemala. La Península de Yucatán es una de las pocas grandes penínsulas cuya base se encuentra al sur de su ápice: su base corre más o menos, hacia los 17° latitud Norte y su ápice se encuentra aproximadamente a los 21° 35' latitud Norte. Asimismo, la provincia se caracteriza por presentar un área de rocas fundamentalmente calizas con una geología cárstica que origina un sistema de drenaje subterráneo con las típicas formaciones de grutas y cenotes. Las elevaciones por lo general son menores a 350 msnm, asimismo presenta una hidrografía superficial escasa, con temperaturas medias anuales entre 25° y 28° C y un gradiente de precipitaciones que se refleja en cambios en la cobertura vegetal, la cual es característica de la Provincia (Álvarez y de Lachica, 1991).

Barrera (1962) llevó a cabo un análisis biogeográfico de la Península de Yucatán, especialmente basado en especies de vertebrados, con el objeto de determinar si se justificaba considerarla como una provincia biogeográfica. Al analizar la fauna de vertebrados, Barrera halló que los peces y anfibios endémicos eran escasos, siendo básicamente su fauna derivada de la de América Central, mientras que la endemicidad de los reptiles alcanzaba un 26%, mostrando las mismas afinidades. En cuanto a los mamíferos, 9 especies (17%) resultaron endémicas y 22 especies (39%) estuvieron representadas por subespecies de distribución más o menos restringida a la península. Barrera (1962) concluyó que, debido al efecto de peninsularidad, que determina gradientes para la flora y la fauna, los límites de esta provincia biogeográfica dados por diferentes autores varían de acuerdo con los taxones analizados.

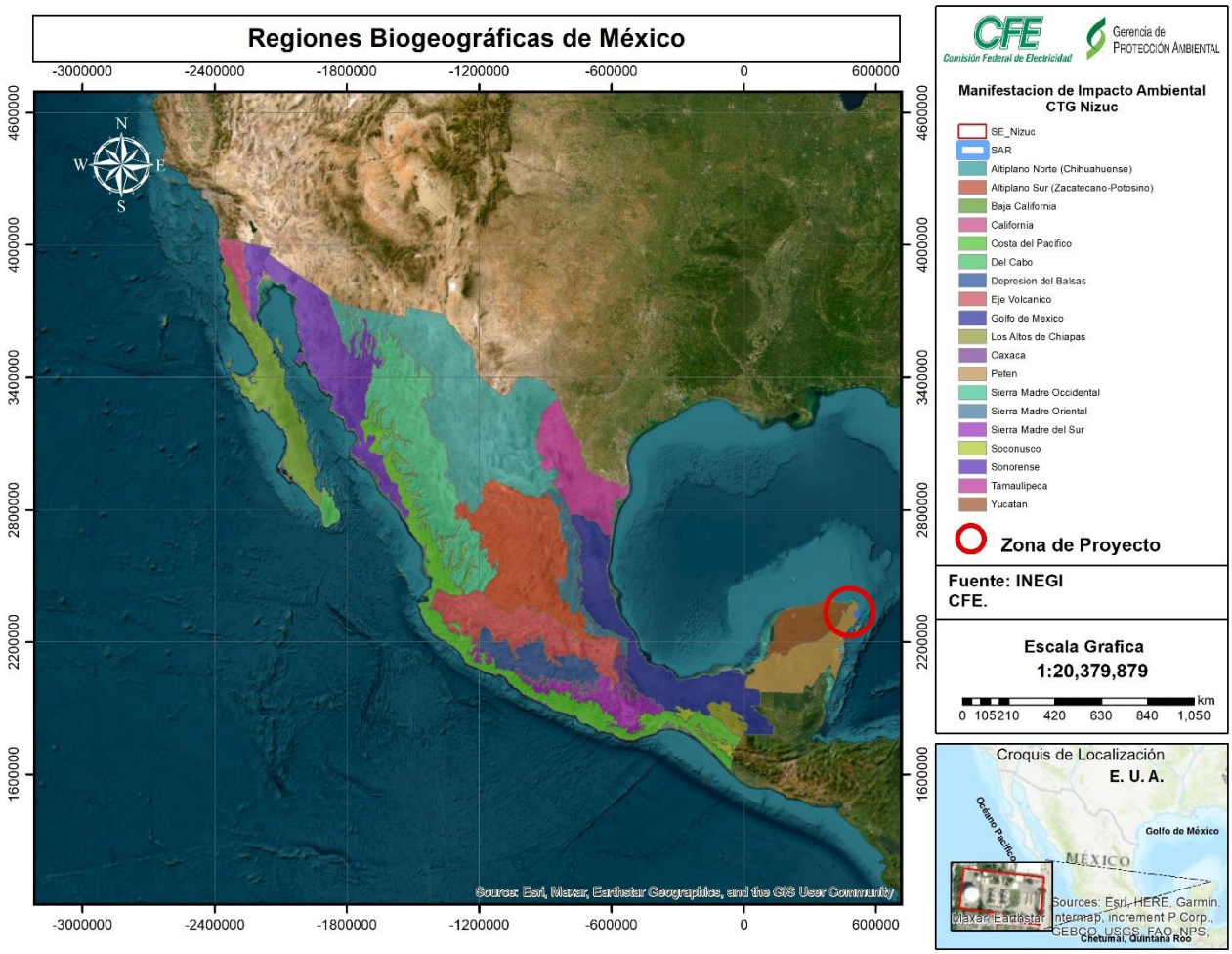


Figura IV. 37. Ubicación del SAR con relación a las Regiones Biogeográficas de México.

Fauna silvestre registrada bibliográficamente para el Sistema Ambiental (SA).

Muestreo de fauna silvestre.

Previo al trabajo de campo para el presente estudio, se realizó una consulta bibliográfica especializada, además de la ayuda de plataformas digitales como Naturalista y GBIF (figura IV.40), para generar listados de distribución potencial de fauna silvestre para el SAR del Proyecto. Con base a las revisiones se obtuvieron listados de los grupos faunísticos de interés: anfibios, reptiles, aves y mamíferos (terrestres y voladores).

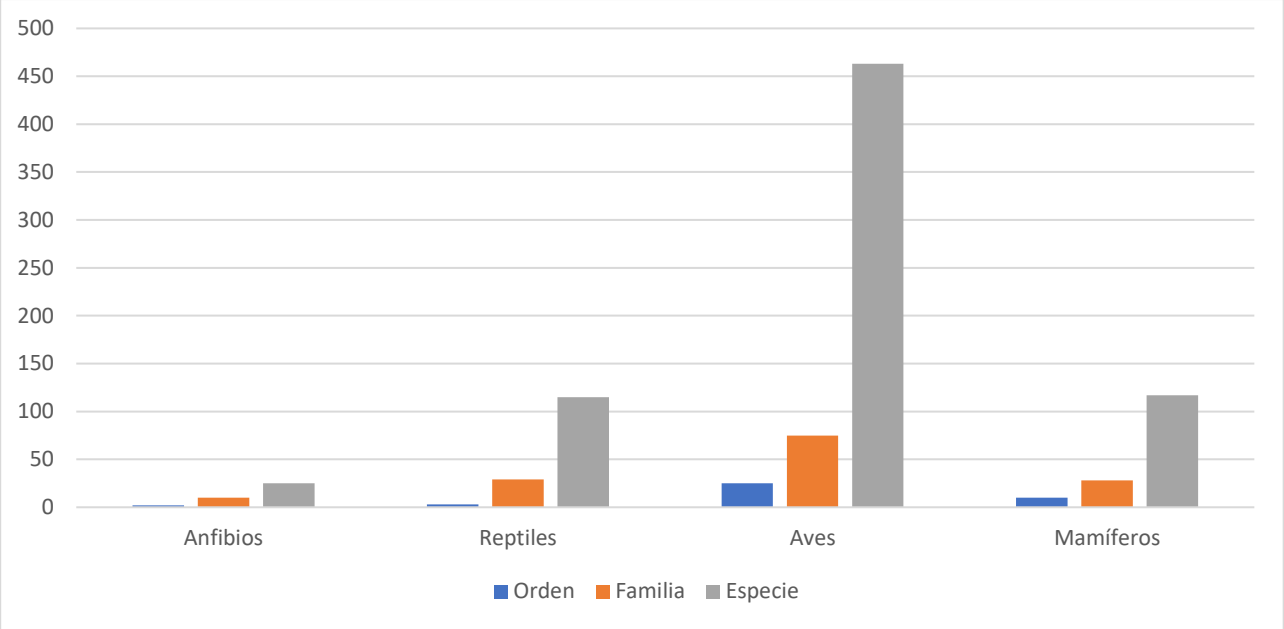


Figura IV. 38. Especies potenciales para el SA del Proyecto.

Anfibios y reptiles.

Con base a la información recabada de distintos autores, se reporta para Quintana Roo 25 especies de anfibios (Lee, 2000)[1], (Campbell, 1998)[2], Gonzáles-Sánchez et al. (2017)[3], representados por dos órdenes (Caudata y Anura), 10 familias y 18 géneros. Para el SA del Proyecto se reportan con distribución potencial de estas 25 especies, de las cuales tres especies son consideradas endémicas, *Bolitoglossa yucatana* (salamandra yucateca), *Craugastor yucatanensis* (Rana ladrona) y *Triprion petasatus* (rana pico de pato). De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana de 2010 (NOM-059-SEMARNAT-2010), en el SAR se distribuyen cinco especies de anfibios bajo la categoría de especie Sujeta a Protección Especial (Pr). De acuerdo con las categorías de clasificación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2014)[4] 19 especies se encuentran en preocupación menor (LC) y una como casi amenazada (NT).

[1] Lee, J. 2000. A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. Cornell University Press. U.S.A. 402 pp.
[2] Campbell J. 1998 Amphibians and Reptiles of Northern Guatemala, the Yucatan and Belize. University of Oklahoma Press Norman, Oklahoma 380 pp.
[3] González-Sánchez, V.H., J.D. Johnson, E. García-Padilla, V. Mata-Silva, D.L. DeSantis & L.D. Wilson. 2017. The herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology 4:264-380.
[4] IUCN. 2014. La lista roja de las especies amenazadas [Internet]. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza. Disponible desde: http://www.iucnredlist.org/amazing-species.

Sin considerar las cinco especies de tortugas marinas (debido a que el Proyecto no abarca zona costera), se tiene el registro para el estado de Quintana Roo de 115 especies (Lee, 2000)2; (Campbell, 1998)3, Gonzales-Sánchez et al. (2017)4, (Díaz-Gamboa et al., 2020)[5]. Para el SA del Proyecto se reportan con distribución potencial un total de 115 especies, divididas en tres órdenes, 29 familias, de las cuales 20 son consideradas como endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán. Según la Norma Oficial Mexicana, se reportan 36 especies bajo alguna categoría de riesgo: uno en Peligro de Extinción, 23 Sujetas a Protección Especial y 12 Amenazadas. De acuerdo con la Convención Interna para el Comercio de Especies de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2017)[6], en el SA se distribuyen cinco especies en alguno de sus apéndices: cinco en el Apéndice II y dos especies (de igual manera incluidas en el Apéndice II) en el Apéndice I. De acuerdo con las categorías de clasificación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, 67 especies se encuentran en preocupación menor, tres como casi amenazado, uno como vulnerables y diez como no evaluados.

Aves.

En cuanto al grupo de aves, el estado de Quintana Roo conforma un área de suma importancia debido a la gran diversidad de especies y variedad de ambientes que presenta, teniendo un registro aproximado de 514 especies (Mackinnon 2017)[7]. Para el SAR del Proyecto, 463 especies presentan una distribución potencial las cuales están incluidas en 25 órdenes, 75 familias (Mackinnon 2017; Howell and Webb, 1995)[8]. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana, son 71 las especies en el área que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo: 45 Sujetas a Protección Especial, 17 como Amenazadas y nueve en Peligro de Extinción. De acuerdo con el CITES, en el área se distribuyen 53 en el apéndice II y dos en el apéndice I. De acuerdo con las categorías de clasificación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, 389 especies se encuentran en preocupación menor, 17 como casi amenazados, tres como vulnerables y una en peligro.

Mamíferos

Para el estado de Quintana Roo se reporta un total de 117 especies de mamíferos terrestres y voladores que representan el 87.89% del total de especies de la Península de Yucatán (Sosa-Escalante et al., 2013), (Hernández-Betancourt, Cimé-Pool, y Chablé-Santos, 2010). Para el SAR del Proyecto se documentó el registro de 119 especies con distribución potencial, agrupadas en 10 órdenes, 28 familias, de las cuales tres son endémicas de

[5] Díaz-Gamboa, L. May-Herrera D., Gallardo-Torres, A., Cedeño Vazquez, R., Gonzáles-Sanchez, V., Chiappa-Carrara X., Yáñez-Arenas, C. 2020. Catálogo de reptiles de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida.
[6] CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2017. Apéndices I, II y III. Secretaría de la CITES. En: última consulta: 30 de septiembre de 2018.
[7] Mackinnon, B.H. 2013. Sal a pajarear Yucatán (guía de aves). La Vaca Independiente. México. 287pp
[8] Howell, S. and S. Webb. 1995. Bird guide of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. 851 p

México. Según la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres especies se encuentran sujetas a Protección Especial, ocho en Peligro de Extinción, y nueve especies como Amenazadas. De acuerdo con el CITES, en el SAR se distribuyen siete especies incluidas en el apéndice II y cinco en el apéndice I. Siguiendo las categorías de clasificación de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, 68 especies se encuentran en preocupación menor, cuatro como casi amenazados, uno como vulnerable, tres en peligro y una especie con datos insuficientes para su evaluación.

Muestreo de fauna silvestre

El muestreo de fauna silvestre para el Proyecto se realizó en el mes de agosto del 2024, durante una semana. Con el fin de abarcar la mayor superficie del SAR, la distribución del muestreo se realizó atendiendo a la función ecológica del territorio y estratificando los muestreos de acuerdo con la superficie de usos de suelo y vegetación (naturales o seminaturales). A fin de validar la información de los muestreos, del 16 al 20 de febrero se realizaron recorridos de campo complementarios por los transectos de los sitios de muestreo.

Confiabilidad del muestreo

Los sitios de muestreo o transectos se ubicaron dentro del polígono del SAR y del AP, figura IV.41, procurando abarcar la mayor área posible y abarcando diferentes tipos de vegetación (Selva Mediana Subperenifolia y Manglar en sus diferentes estados sucesionales). Para tener una mayor certeza de que la muestra es representativa, se usaron curvas de rarefacción y estimadores de abundancia (chao-1). De esta forma es posible saber si el número de sitios seleccionados permitió representar el SAR.

Para caracterizar la fauna silvestre que se distribuye en el SAR y AP, se realizó trabajo de campo en 8 puntos de muestreo (7 en SAR y 1 en AP). En los anexos se incluyen todas las coordenadas y vértices de los transectos realizados para el SAR y AP.

Coordenadas UTM de los puntos de inicio y final de los transectos realizados en el SAR y AP.

Sitio	Punto	Coordenadas	
		X	Y
AP	0	515991.9032	2329742.689
AP	1	515951.1855	2329749.613
AP	2	515940.066	2329763.644
AP	3	515946.1548	2329801.935
AP	4	515936.7661	2329811.935
AP	5	515876.4409	2329821.46
AP	6	515866.3868	2329813.523
AP	7	515855.8034	2329816.698
AP	8	515856.8617	2329825.694
AP	9	515839.3992	2329830.985
AP	10	515830.4034	2329833.102
AP	11	515833.5784	2329856.914
SAR1	0	512410.1754	2329980.004
SAR1	0	512154.0582	2330020.38
SAR2	1	514989.1272	2330312.956
SAR2	1	514736.9352	2330344.875
SAR3	2	514431.0669	2332631.664
SAR3	2	514485.042	2332856.295
SAR3	2	514465.1982	2332870.583
SAR4	3	515947.3956	2326064.845
SAR4	3	516207.5721	2325997.015
SAR5	4	516054.7595	2327168.032
SAR5	4	516202.6444	2327162.003
SAR5	4	516262.6376	2327284.274
SAR6	5	516614.7398	2329087.259
SAR6	5	516625.6094	2328799.801
SAR7	6	516703.604	2331596.891
SAR7	6	516688.8647	2331357.759

Figura IV.41Transectos de muestreo dentro del SAR Y ap.

Asimismo, es importante mencionar que para el registro de los tres grupos de vertebrados terrestres y voladores que se distribuyen en las áreas de estudio, se ejecutaron diferentes metodologías dependiendo del grupo de vertebrados con el que se trabajó y como consecuencia que fue registrado.

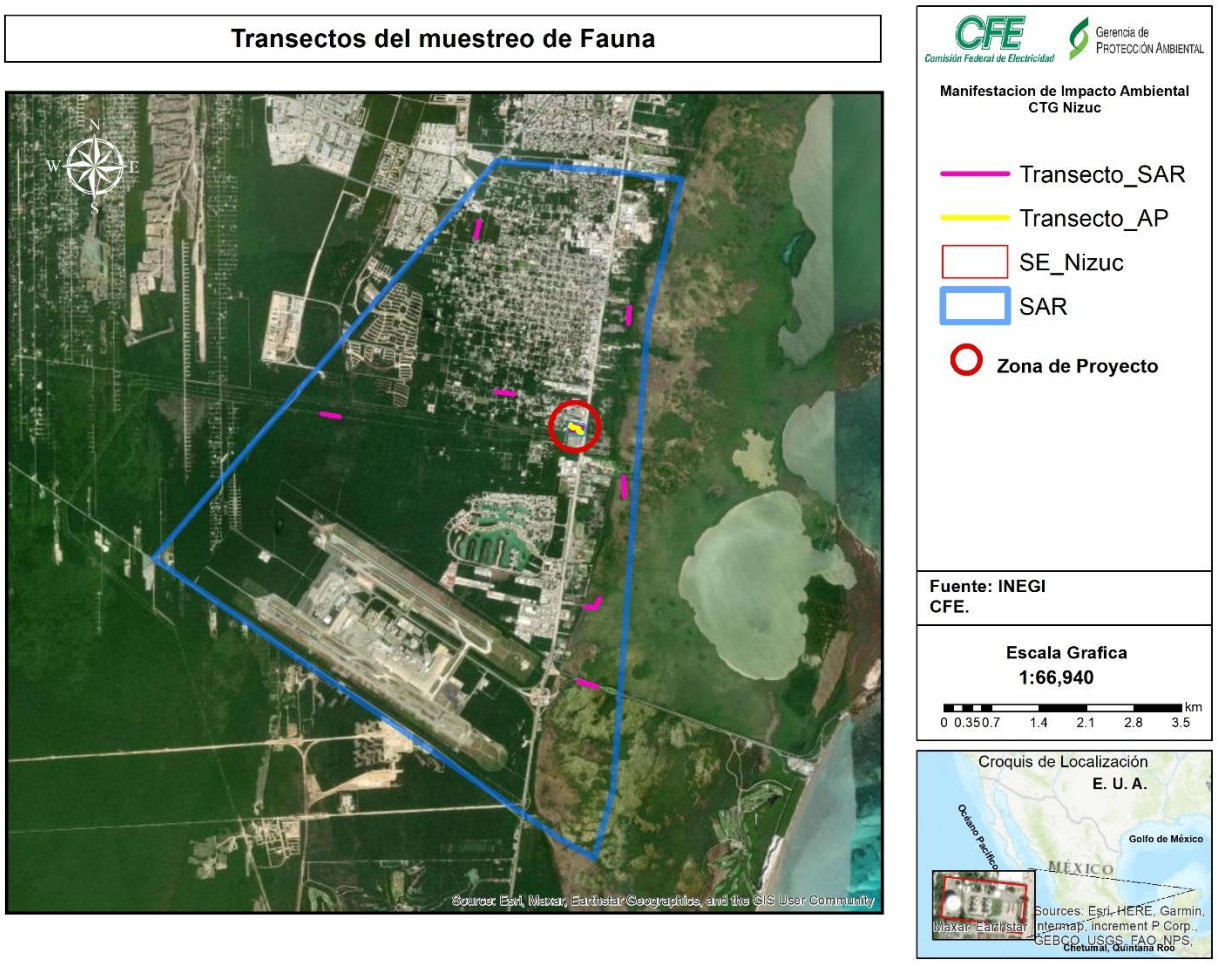


Figura IV. 39. Puntos del muestreo de fauna para el Proyecto

Método de muestreo por grupo faunístico

Anfibios y Reptiles

Se tomaron transectos de un mínimo de 250 m de longitud de ancho variable y se realizaron recorridos en la mañana (de 09:00 a 11:00 horas) y por la noche (de 19:00 a 22:00 horas). Como parte de la caracterización del grupo faunístico anfibios y reptiles se efectuó una investigación bibliográfica tomando de base el listado de anfibios y reptiles, basado en la taxonomía de Lee (1993) Gonzales-Sánchez *et al* 2017 y Díaz-Gamboa *et al*, 2021).

Para el muestreo de anfibios y reptiles se empleó el método de búsqueda activa mediante transectos con encuentro visual ya que este ha demostrado una mayor efectividad para el registro de la diversidad y un menor esfuerzo en comparación con otros métodos utilizando trampas. Se tomó en consideración abarcar diferentes zonas y asociaciones vegetales. Este muestreo consistió en el registro de todos los animales observados, sus rastros (mudas de piel, restos óseos, etc.) y vocalizaciones (registro auditivo de cantos para Anuros) durante los recorridos por el área del predio en un ancho de banda de cuatro

metros. Los microhabitats (restos vegetales, bajo rocas, troncos en descomposición, cuerpos de agua, etc.) fueron inspeccionados. Todos los organismos capturados fueron identificados y liberados posteriormente en el mismo sitio de captura.



Figura IV. 40. Ejemplo de búsqueda y manejo de herpetofauna.

Los organismos fueron identificados con la ayuda de las guías de campo especializadas de anfibios y reptiles de la región. Para cada individuo se reportó la especie, sitio, observaciones y registro fotográfico, de ser posible. Las especies ya determinadas se actualizaron taxonómicamente con base en las publicaciones de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), la lista del catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México elaborada por la CONABIO, 2013. Y para los anfibios fue en base al catálogo de Frost (2015), Anfibios del mundo, del Museo de Historia Natural de New York.

Aves

Como objetivo para el estudio del espacio que ocupa la avifauna, se realizó la caracterización de la comunidad ornítica en el SAR y en el AP. Así, para conocer la estructura de esta, se llevó a cabo el registro de toda especie o individuo detectable (Clavell *et al.,* 2005) que se observe en la zona de ubicación del sitio de muestreo mediante transecto en franja, así como la captura de aves con redes ornitológicas de sotobosque (Ralph *et al*. 1994). La aplicación de técnicas complementarias es con el objetivo de obtener una buena representatividad y mayor riqueza en un periodo de tiempo corto en los sitios de muestreo.

Transectos

Para la observación y obtención del registro de las aves, se emplearon como método principal, el transecto en franja. Este consiste en recorrer a pie una línea preferentemente

recta con una distancia de observación definida a cada lado de la línea de recorrido, dentro de la cual se reportaron todos los individuos de las especies observadas o escuchadas (Tellería, 1986; Bibby *et al.,* 1992). Se realizaron muestreos diurnos y nocturnos en los sitios establecidos. Cada transecto establecido fue de una longitud total mínima de 250 m, con un ancho de franja de observación de 30 metros (15 metros por lado), distancia de visibilidad debido a la densidad de la vegetación de la zona. Estos transectos fueron los mismos empleados para el registro de la herpetofauna. La información que se obtuvo de estas actividades fue el nombre científico de cada especie reportada, así como el número de individuos registrados de forma auditiva y visualmente, dentro y fuera de la franja y/o radio de muestreo.



Figura IV. 41. Ejemplo de transectos para el registro de aves.

Mamíferos

Mamíferos pequeños

Tomando como base transectos utilizados para la herpetofauna y la avifauna, se ubicaron las trampas Sherman de manera lineal. Se colocaron un total de 30 trampas a una distancia de 10 metros entre cada una de ellas. Estas se dispusieron a manera de *zig-zag* (Hernández-Betancourt, 2010). Las trampas permanecieron activas durante cinco noches en cada sitio. En cada estación de trampeo se ubicó una Sherman (8 x 9 x 23 cm) usando como cebo hojuelas de avena comercial y esencia de vainilla y crema de cacahuate. Para cada ejemplar capturado se registró: especie, nombre común y estatus de conservación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura IV. 42. Ejemplo de colocación de trampas Sherman.

Quirópteros

La captura directa de ejemplares (incruenta y no traumática) suele realizarse en especies que no pueden ser detectadas por las grabadoras ultrasónicas debido a la frecuencia a la que emiten, pero pueden ser capturados por sus hábitos con la ayuda de redes de niebla. Para la captura se estableció cuatro estaciones de captura por transecto, con redes de niebla de 12x2.5 m y consistencia (luz de malla de 16x16 mm) adecuada al grupo de los quirópteros. El horario de muestreo fue a partir de 10 minutos antes del ocaso durante al menos cuatro horas de muestreo por jornada. La identificación de los organismos capturados se realizó en campo con ayuda de claves dicotómicas (Medellín *et al*., 2008).



Figura IV. 43. Ejemplo de captura de quirópteros.

Mamíferos medianos y grandes

- Transectos diurnos

Una de las formas más sencillas de registrar la presencia de especies en un área determinada es por medio de observaciones directas a lo largo de transectos establecidos, tratándose de una de las técnicas más utilizadas para determinar la presencia, distribución y abundancia de la fauna silvestre. Durante estos recorridos es posible encontrar rastros, huellas y excretas, y en la mayoría de los casos es posible identificar los registros hasta nivel de especie.

Se realizaron recorridos de un mínimo de 250 m por unidad de muestreo. Los sitios de muestreo se seleccionaron de manera aleatoria o de acuerdo con las condiciones del área y los accesos a éstas. Los transectos fueron los mismo usados para la herpetofauna y la avifauna. Durante los recorridos se realizaron apuntes de datos en una libreta de campo, en donde se registraron avistamientos de especie y número de individuos (observaciones directas), además de rastros (huellas, excretas, rascaderos, huesos o cadáveres, madrigueras, etc.). El ancho de banda del transecto fue libre, esto para ajustarse a las condiciones de cada sitio. Se geoposicionó con GPS los puntos de inicio y final para establecer la longitud del transecto por unidad de muestreo. La identificación de huellas y rastros se realizó con ayuda de guías específicas (Ceballos y Oliva 2005, Reid 1997, Aranda, 2012).



Figura IV. 44. Ejemplo de rastros ubicados en los transectos. Izq. Huella de *Sylvilagus floridanus*. Der. Rastro de *Odocoileus virginianus*.

- Trampas Tomahawk

Tomando como base los transectos ya mencionados, se ubicó una trampa Tomahawk en cada sitio de muestreo. Se usó como cebo, comida húmeda comercial para gatos y fruta. Estas permanecieron activas durante cinco noches continuas en cada sitio. Para cada

ejemplar capturado se anotó nombre de especie, nombre común y estatus de conservación de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

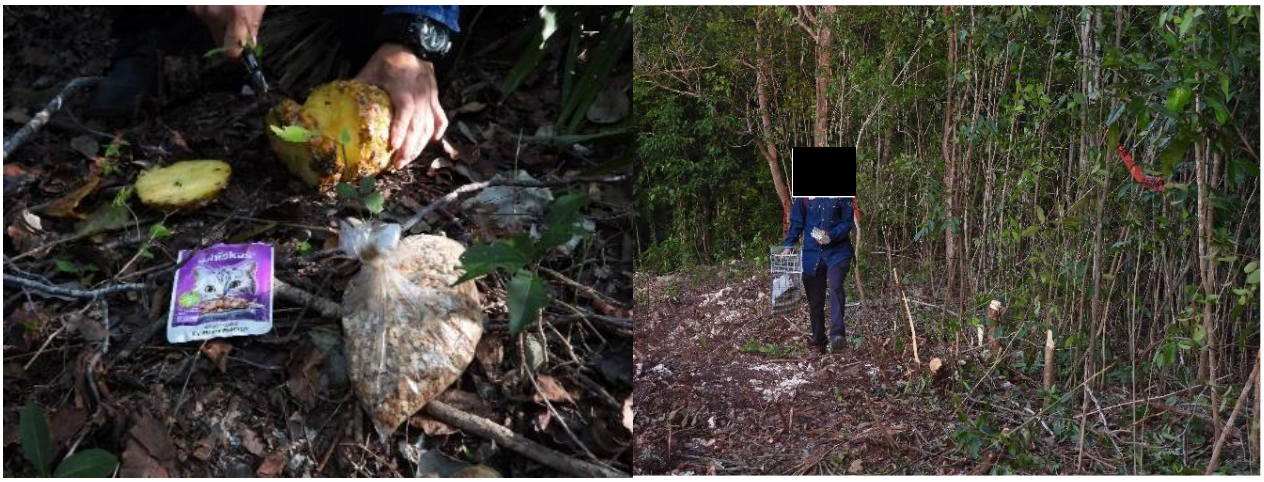


Figura IV. 45. Ejemplo de colocación de trampas Tomahawk.

- Fototrampas

Por medio de este método es posible la captura continua de fotografías de los diferentes ejemplares de mamíferos que utilizan la zona. Con los datos obtenidos es posible determinar la abundancia de las especies. Este método consiste en colocar trampas-cámara simples en los parajes más frecuentados por los animales silvestres como: veredas, aguaderos, sesteaderos, etc.

Estas permanecieron activas durante 5 días, en total fueron 3 estaciones de fototrampeo en el SA, en el que se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 15 días-trampa. En el AP no se colocó fototrampa, debido a que es un predio completamente bardeado. El esfuerzo de muestreo de 100 días-trampa es una unidad de estandarización para comparar los datos con otros estudios (Monroy-Vilchis et al. 2009), por lo que los datos obtenidos por este medio fueron complementarios a los transectos.

Las cámaras de fototrampeo se configuraron con el sistema pasivo y tienen las siguientes especificaciones: resolución de 16 MP interpolados para las imágenes, vídeo Full HD (1080P 25 fps), con velocidad de disparo de 0.5 segundos, iluminación por leds infrarrojos y 3 sensores de movimiento. Estas se fijaron en las entradas de los pasos de fauna o en troncos de árboles en dirección Norte o Sur (intentaron evitarse direcciones Este-Oeste, que pueden tener problemas de iluminación por la mañana o tarde), a una altura promedio de aproximadamente 50 cm. Una vez colocadas las fototrampas, cada estación se georreferrenció con coordenadas UTM WGS84. Para cada fotografía se obtuvieron los siguientes datos: identificador de cámara (cuadrícula y No. De cámara), coordenadas (UTM), altitud, fecha, hora, identificador de fotografía, especie, número de individuos, sexo y edad (estas dos últimas en el caso que se pudieran identificar).



Figura IV. 46. Ejemplo de colocación de fototrampa.

ANÁLISIS DE DATOS

- **Abundancia relativa**

Para calcular la abundancia relativa, a la especie con mayor número de registros se le asignó una abundancia del 100%. Se calcularon las abundancias de las demás especies en relación con la especie más abundante de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Arel = (TOz/TOmax)\ 100$$

Dónde:

Arel = Abundancia relativa

TOz = Total de observaciones de la especie z

TOmax = Total de observaciones de la especie más abundante

Según su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970)[9]:

(A) = Abundante, de 90 a 100%

(C) = Común, de 65 a 89%

(MC) = Medianamente común, de 31 a 64%

[9] Pettingill, O.S., Jr. 1970. Ornithology in the laboratory and field. Burguess Publishing Company. Minnesota, EUA.

(NC) = No común, de 10 a 30%

(R) = Rara, de 1 a 9%

- **Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)**

Los registros de cada grupo faunístico obtenidos se emplearon para el cálculo de la densidad por hectárea (individuos/ha). Para calcular la densidad se utilizó el transecto finés o de Järvinen y Väisänen (Tellería, 1986), ajustando la distancia de observación como se ha explicado anteriormente. Dónde:

- n = número total de animales detectados.
- L = longitud del itinerario de censo (en metros).
- p = proporción de individuos dentro de banda con respecto al total.
- W = anchura de la banda de recuento a cada lado de la línea de progresión (en metros).

Además, se anotaron todos los registros de avistamiento o vocalización más allá de la distancia de observación establecida para cada transecto y sin límite definido. En este caso, los valores obtenidos se emplearon para el cálculo del Índice Kilométrico de Abundancia (IKA), expresado como número de individuos por kilómetro recorrido.

- **Riqueza y estimadores de riqueza para confiabilidad del muestreo**

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para obtener este dato, se utilizó el Índice de diversidad de Margalef:

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S=k/N donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S–1, en lugar de S, da DMg = 0 cuando hay una sola especie. Este índice se calculó mediante el programa PAST versión 4.07b.

Asimismo, para determinar la completitud y confiabilidad de los muestreos se conjuntó la información para el SAR y para el AP. En todos los casos se calculó la riqueza de especies

esperadas (basada en el número acumulado de muestras), es decir, si se registraron todas las especies posibles de observar mediante el cálculo de los siguientes estimadores no paramétricos para analizar cuan completo fue el inventario obtenido (Walther y Morand 1998):

- Estimadores de abundancia: Chao 1.

Siguiendo a Chao et al. (2005), en los estimadores de la riqueza más sencillos (Chao 1, Chao 2 o los estimadores jack-knife), las especies raras se clasifican como especies con una abundancia total de 1 (singletons) o 2 (doubletons) en una muestra basada en la abundancia, y se encuentran en solamente una unidad de muestreo (únicos = uniques) o en exactamente dos unidades de muestreo (duplicados = duplicates) en los datos de incidencia con muestreo replicado (Chao et al., 1993).

- Estimadores de abundancia: ACE.

ACE se utiliza datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell et al., 2004). El estimador ACE utiliza para las estimaciones para diez o menos individuos por muestra (Lee y Chao, 1994).

- **Índices de diversidad**

Como medida de la diversidad alfa, se han calculado los tres índices de diversidad de especies más utilizados, que combinan información sobre riqueza y abundancia relativa de diferentes maneras (Magurran, 2004; Jost 2006, 2007). Además, se calculan los índices de equidad y de dominancia. Se trata de los siguientes:

Índice alfa de Fisher (αF); el parámetro alfa de una distribución en serie logarítmica ajustada): evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y del número de especies (Condit et al., 1996).

Índice de Shannon o Shannon-Weiner (H'; utilizando logaritmos naturales): indica el grado promedio de incertidumbre en predecir a cuál especie pertenecería un individuo escogido al azar en una muestra.

Índice de Simpson (en su forma recíproca 1/D). Este, como la riqueza de especies en sí, está en unidades de especies equivalentes, igualmente abundantes (e.g., un índice de Simpson de 4, basado en una muestra de 10 especies de abundancia desigual, significa que el mismo valor del índice surgiría de una muestra de 4 especies de igual abundancia). Está influido por la importancia de las especies más dominantes.

Índice de equitatividad (J): La equitatividad se mide a través de la abundancia de la especie dominante (Magurran, 1988), según la fórmula: equitatividad (J) = H/Hmáx = H/ln s. La equitatividad se acerca a cero cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares.

Índice de dominancia de Berger-Parker (d): se traduce como una disminución en la equidad y un aumento en la dominancia. Se deriva a partir de la ecuación: d= Nmax / NT, donde: Nmax= el número total de individuos capturados de la especie más abundante y NT= número total de individuos capturados de todas las especies (Henderson y Seaby 1997). La dominancia se acerca a 1 cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 0 cuando todas las especies comparten abundancias similares. En términos de sensibilidad a las especies raras, la riqueza es la más sensible, la diversidad de Shannon resulta de sensibilidad intermedia y la diversidad de Simpson es la menos influenciada (Peet, 1974; Magurran, 1988). Todos los índices de diversidad se calcularon, mediante el programa PAST 4.07.

- **Curva de rarefacción**

La curva de rarefacción se utiliza cuando la muestra es de diferente tamaño (mayor y otro menor), para determinar si las diferencias en tamaños de muestra influencian los resultados de riqueza en muestras pequeñas vs grandes. Se emplea en este estudio ya que se tienen datos de muestra menor en el área del Proyecto en comparación a las dimensiones del SAR. La curva de rarefacción estima el número medio de las sub-muestras repetidas al azar de n* individuos tomando en cuenta la muestra original más grande, donde n*= n, es el tamaño de la muestra original más pequeña. (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011).

El reordenamiento al azar de los individuos de las muestras nos permite estimar la varianza de S*, para plantear la hipótesis si la riqueza observada completa la muestra más pequeña (S), si está dentro del intervalo de confianza del 95% de S* (la riqueza de especies esperada basada en las submuestras al azar de tamaño n). Si el resultado obtenido está dentro del 95% de confianza, la hipótesis no será rechazada, ya que la muestra más pequeña n no difiere la riqueza de la submuestra de tamaño n* (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011).

Para elaborar la curva de rarefacción se utiliza el número de individuos sub-muestreados al azar que va en un rango de 1 a N (Gotelli y Colwell, 2011; Kraker y Cóbar, 2011). El programa estadístico que se utilizó para este análisis fue sotware Past 4.07b. Los intervalos de confianza fueron de 12 iteraciones que generó el mismo programa, mientras más iteraciones se utiliza, la estimación será más precisa ya que el modelo nulo genera un número de pseudocomunidades aleatoriamente utilizando las iteraciones (Gotelli y Entsminger, 2011; Kraker y Cóbar, 2011). Además, se agrega un Test de permutaciones para conocer si la diferencia entre los valores de diversidad es significativa.

- **Especies en riesgo y endemismo**

Las especies de importancia para la conservación se determinaron utilizando tres criterios: situación de la especie dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se revisó su estatus global asignado por la Unión Internacional para la

Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2013) y el endemismo para la Provincia Biótica de la Península de Yucatán (Howell y Webb, 2010). Con los datos obtenidos se realizaron mapas de ubicación de las especies registradas en algún estatus de riesgo (Anexos).

Resultados obtenidos en el trabajo de campo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el trabajo de campo en los puntos de muestreo realizados en SAR y AP, dichos resultados corresponden a cada una de las especies terrestres y voladores pertenecientes a cuatro grupos de vertebrados registrados (Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos).

Es importante señalar que los resultados obtenidos a partir de este momento se mencionan y presentan por separado para el Sistema Ambiental Regional (SAR) y Área de Proyecto (AP). Esta separación de áreas se hace con el propósito de hacer comparaciones entre las dos zonas y así contar con parámetros para determinar al final de este apartado la diversidad de especies e impactos para la fauna silvestre generados por el establecimiento del Proyecto. Todos los resultados de los análisis de los datos de fauna se pueden consultar en la base de datos ResultadosFauna_Nizuc.xls, que se encuentra en los anexos del capítulo 4.

Área del Proyecto (AP)

Se registraron en total 8 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales están representados por una especie de reptil y 7 aves. Se contabilizaron en total 63 individuos de los grupos identificados. Se registro una especie incluida en la Norma Oficial Vigente: *Ctenosaura similis*. Los detalles se encuentran en el archivo Excel “ResultadosFauna_Nizuc.xls”, en los anexos.

Sistema Ambiental Regional (SAR)

Se registraron en total 99 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales están representados por 6 especies de anfibios, 13 especies de reptiles, 63 de aves y 17 de mamíferos, se contabilizaron en total 568 individuos de los grupos identificados, tabla IV.19. Se registraron 10 especies incluidas en la Norma Oficial Vigente, las cuales corresponden a tres reptiles y siete aves, los detalles de cada especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se mencionará en párrafos posteriores y se encuentran en el archivo Excel “ResultadosFauna_Nizuc.xls”, en los anexos.

Tabla IV. 19. Listado general de especies de fauna registradas en el SAR y AP.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	Estacionalidad	SAR	AP
Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero		LC		R	4	0
Anura	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana de árbol trompuda		LC		R	1	0
Anura	Hylidae	*Tlalocohyla picta*	Ranita grillo		LC		R	2	0
Anura	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana arboricola lechosa		LC		R	1	0
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes		LC		R	19	0
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca		LC		R	4	0
Squamata (suborden: Sauria)	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco		LC		R	17	0
Squamata (suborden: Sauria)	Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Anolis sagrei		LC		R	1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Tira cola		LC		R	8	0
Squamata (suborden: Sauria)	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	A	LC		R	16	2
Squamata (suborden: Sauria)	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa	EPBY	LC		R	17	0
Squamata (suborden: Sauria)	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	Pr EPBY	LC		R	1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	EPBY	LC		R	3	0

Squamata (suborden: Sauria)	Teiidae	*Holcosus gaigeae*	Lagartija arcoiris		LC		R	1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Colubridae	*mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común		LC		R	1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Colubridae	*Oxybelis potosiensis*	Culebra bejuquilloa mexicana		NE		R	2	0
Squamata (suborden: Sauria)	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras		LC		R	1	0
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Tortuga de Guadalupe		NE	I	R	10	0
Testudines	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga monje mojita	A	NT	I	R	1	0
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr	LC		R	1	0
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula		LC		R	28	0
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada		LC		R	2	0
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar		LC		INT	4	8
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza		LC		R	4	2
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera		LC		R	1	0
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	Paloma caribeña		LC		R	1	0
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca		LC		R/M	6	4
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		LC		R	5	0
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela		LC		R	1	0

Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque		LC		R	2	0
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela		LC		R	1	0
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta frente roja		LC		R/M	1	0
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero americano		LC		R/MI	3	0
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero chichicuilote		LC		A	1	0
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental		LC		MI/T	1	0
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita		LC		MI	2	0
Pelecanifores	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	LC		R	2	0
Pelecanifores	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca		LC		MI/R	1	0
Pelecanifores	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta verde		LC		R/MI	1	0
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC		R	2	32
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC		R	8	0
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		LC		R	3	0
Strigiformes	Strigidae	*Megascops guatemalae*	Tecolote vermiculado		LC	II	R	1	0
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño		LC	II	R	2	0
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra		LC		R	2	0
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador enano		LC		R	2	0

Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	EN	LC		R	1	0
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		LC		R	13	0
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NT	II	R	33	0
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro de frente blanca	Pr	LC	II	R	10	0
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona xantholora*	Loro yucateco	A,En	LC	II	R	4	0
Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarado		LC		R	1	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste		LC		R	2	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo		LC		R	14	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso		LC		R	2	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario		LC		R	6	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas atigrado		LC		MV	1	2
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical		LC		R	10	3
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		LC		T	2	0
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón ceja rufa		LC		R	2	0
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Víreo manglero	Pr	LC		R	12	0
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde		LC		R	8	0
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	En	LC		R	6	0

Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina acerada		LC		MV	3	0
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		LC		T	1	0
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirín moteado		LC		R	2	0
Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco		LC		R	4	0
Passeriformes	Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Soterillo picudo		LC		R	2	0
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris		LC		R/M	2	0
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo		LC		R	3	0
Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr,En	NT		R	1	0
Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris		LC		M	2	0
Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical		LC		R	8	0
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra		LC		R	1	0
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde		LC		R	2	0
Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	En	LC		R	4	0
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira		LC		R	6	0
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		LC		R	8	0
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano		LC		R	26	10
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero		LC		M	3	0

Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado		LC		M	3	0
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Picurero cabeza negra		LC		R	4	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia sowelli*	Murciélago Frugívoro de Cola Corta		LC		R	1	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murcielago lenguetón		LC		R	10	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murcielago frutero		LC		R	77	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murceialgo frugívoro gigante		LC		R	19	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murcielago frugívoro pigmeo		LC		R	2	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murcielago ojón peludo		LC		R	1	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira pardivens*	Murciélago de Charreteras Menor		LC		R	6	0
Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*	Murcielago amarillo Yucateco	En	LC		R	1	0
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo floridano		LC		R	1	0
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca		LC		R	4	0
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque		LC		R	5	0
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón yucateco	En	LC		R	6	0
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris		LC		R	2	0
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí		LC		R	18	0

Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		LC		R	1	0
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus pandora*	Temazate pardo de Yucatán	En	LC		R	1	0
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca		LC		R	3	0

Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

La herpetofauna registrada en el AP y SAR durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 19 especies: seis especies de anfibios y 13 especies de reptiles, tabla IV.20. Además, se registró tres reptiles enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de tres especies de reptiles endémicos para la Provincia Biótica de la Península de Yucatán.

Tabla IV. 20. Especies de herpetofauna registradas en el SAR y AP

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	SAR	AP
Anura	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero		LC		4	0
Anura	Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana de árbol trompuda		LC		1	0
Anura	Hylidae	*Tlalocohyla picta*	Ranita grillo		LC		2	0
Anura	Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana arborícola lechosa		LC		1	0
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de bigotes		LC		19	0
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca		LC		4	0
Squamata (suborden: Sauria)	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco		LC		17	0
Squamata (suborden: Sauria)	Dactylodidae	*Anolis sagrei*	Anolis sagrei		LC		1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Tira cola		LC		8	0
Squamata (suborden: Sauria)	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	A	LC		16	2
Squamata (suborden: Sauria)	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa	EPBY	LC		17	0
Squamata (suborden: Sauria)	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	Pr EPBY	LC		1	0

Squamata (suborden: Sauria)	Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico yucateco	EPBY	LC		3	0
Squamata (suborden: Sauria)	Teiidae	*Holcosus gaigeae*	Lagartija arcoíris		LC		1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Colubridae	*mastigodryas melanolomus*	Culebra lagartijera común		LC		1	0
Squamata (suborden: Sauria)	Colubridae	*Oxybelis potosiensis*	Culebra bejuquilloa mexicana		NE		2	0
Squamata (suborden: Sauria)	Dipsadidae	*Coniophanes imperialis*	Culebra rayas negras		LC		1	0
Testudines	Emydidae	*Trachemys venusta*	Tortuga de Guadalupe		NE	I	10	0
Testudines	Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga monje mojita	A	NT	I	1	0

NOM: NOM-059-SEMARNAT-2010.Pr: especie bajo protección especial. A: especie amenazada. EPBY: especie endémica para la Provincia Biótica Península de Yucatán. INT: especie introducida. IUCN: Not Evaluated (NE), Least Concern (LC), Near Threatened (NT). Est. (Estacionalidad): Residente. TD. Tipo de desplazamiento, R: Rápido, L: Lento. Los valores indican los registros independientes para cada área considerada.

A continuación, se presentan imágenes de algunos ejemplares de la herpetofauna registrada en el AP y SAR.



Tabla IV. 21. Izq. *Leptodactylus fragilis*. Der. *Scinax staufferi*.



Figura IV. 47. Izq. *Basiliscus vittatus*. Der. *Ctenosaura similis*.



Figura IV. 48. Izq. *Oxybelis potosiensis*. Der. *Sceloporus chrysostictus*.



Figura IV. 49. Izq. *Rhinoclemmys areolata*. Der. *Trachemys venusta*.

Resultados de los muestreos de herpetofauna en el AP

Para el AP se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 0.2571 km/persona (tabla IV.22) registrando un total de una especie de reptiles (2 registros independientes): *Ctenosaura similis*. Esta especie está catalogada como Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2015.

Tabla IV. 22. Datos obtenidos en transectos del AP para la herpetofauna.

Especie	AP	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)	AREL	Categoría AREL
Ctenosaura similis	2	0.78	7.78	6.25	R

Densidad (Ind/ha): registros por hectárea. IKA ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros por kilómetro. Según su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970): (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

Resultados de los muestreos de herpetofauna en el SAR

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 1.8492 km/persona registrando un total de seis especies de anfibios (31 registros independientes) y 13 especies de reptiles (79 registros independientes), tabla IV.23. Para los anfibios, la especie más abundante fue *Leptodactylus fragilis* con 19 registros independientes, mientras que para los reptiles fueron las especies: *Sceloporus chrysostictus* y *Ctenosaura similis* con un total de 17 y 16 registros independientes cada una. Se registraron tres especies en alguna categoría de riesgo: *Ctenosaura similis* (A), *Sceloporus cozumelae* (Pr) y *Rhinoclemmys areolata* (A).

Tabla IV. 23. Datos obtenidos en transectos del SAR para la herpetofauna.

Especie	SAR	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)	AREL	Categoría AREL
Incilius valliceps	4	2.16	2.16	5.19	R
Scinax staufferi	1	0.54	0.54	1.30	R
Tlalocohyla picta	2	1.08	1.08	2.60	R
Trachycephalus vermiculatus	1	0.54	0.54	1.30	R
Leptodactylus fragilis	19	10.27	10.27	24.68	NC
Leptodactylus melanonotus	4	2.16	2.16	5.19	R
Basiliscus vittatus	17	9.19	9.19	22.08	NC
Anolis sagrei	1	0.54	0.54	1.30	R

Hemidactylus frenatus	8	4.33	4.33	10.39	NC
Ctenosaura similis	16	8.65	8.65	20.78	NC
Sceloporus chrysostictus	17	9.19	9.19	22.08	NC
Sceloporus cozumelae	1	0.54	0.54	1.30	R
Aspidoscelis angusticeps	3	1.62	1.62	3.90	R
Holcosus gaigeae	1	0.54	0.54	1.30	R
Mastigodryas melanolomus	1	0.54	0.54	1.30	R
Oxybelis potosiensis	2	1.08	1.08	2.60	R
Coniophanes imperialis	1	0.54	0.54	1.30	R
Trachemys venusta	10	5.41	5.41	12.99	NC
Rhinoclemmys areolata	1	0.54	0.54	1.30	R

Reg: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA reg.ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Según su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970): (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

A partir de los datos anteriores se presentan en las figuras IV.52 a la 54 las comparativas entre las abundancias de los individuos registrados, las Densidades y el Índice de Abundancia Kilométrica de las especies de anfibios y reptiles registrados en el AP y en el SAR:

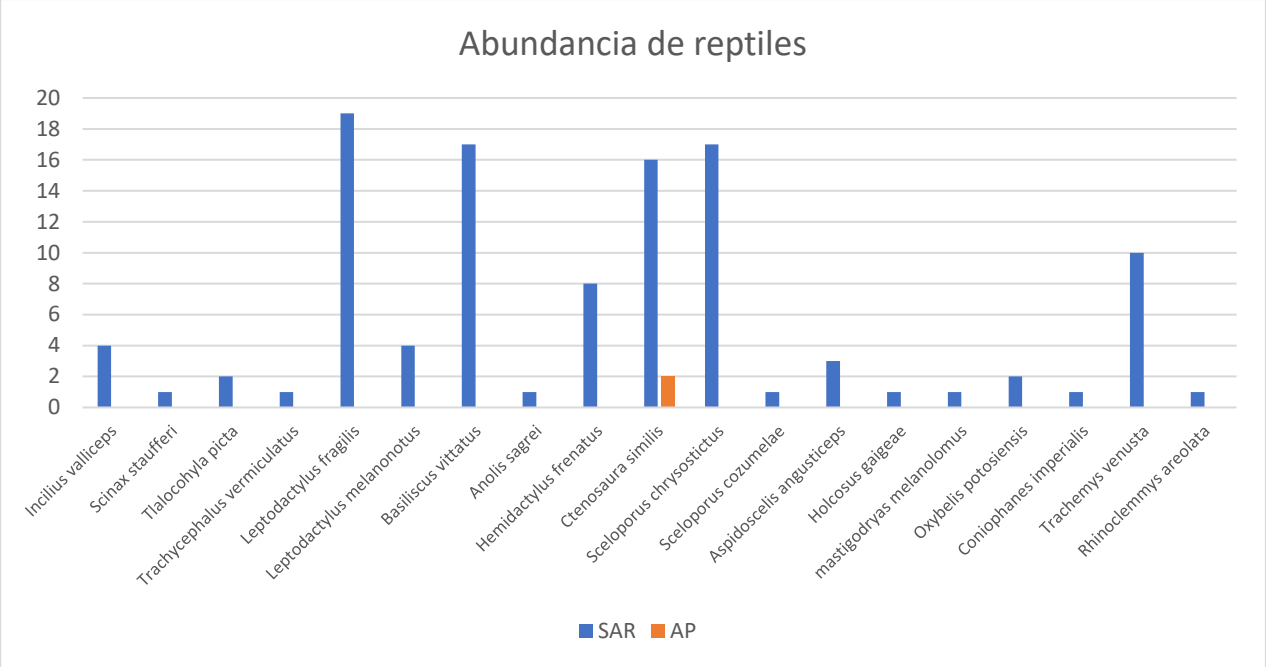


Figura IV. 50. Abundancia de herpetofauna registrados en el AP y en el SAR.

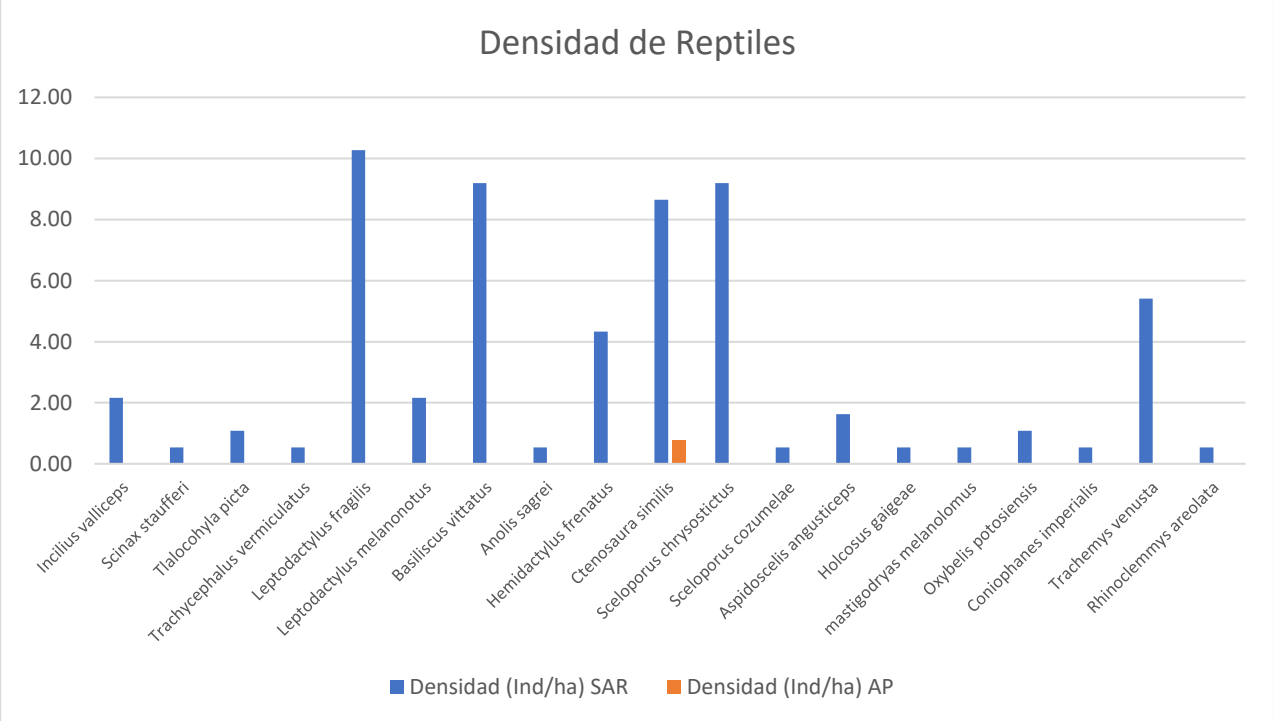


Figura IV. 51. Densidad de Herpetofauna en el AP y en el SAR.

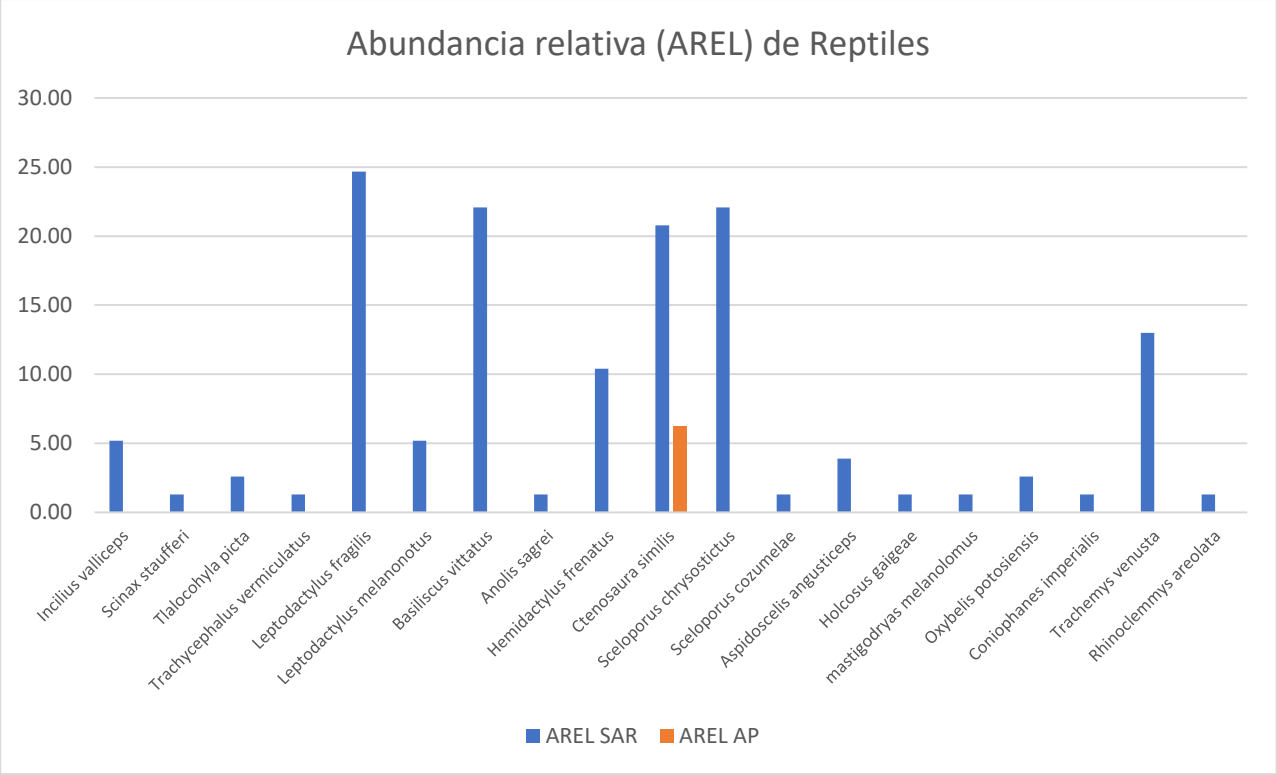


Figura IV. 52. Abundancia relativa (AREL) en el AP y en el SAR.

Evaluación de la diversidad de la herpetofauna

- *Riqueza específica*

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para el SAR se obtuvo una riqueza específica de 3.829, mientras que para el AP fue de 0 (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad), por lo que se considera que la riqueza de especies en el AP es baja, mientras que en el SAR es muy alta, lo anterior debido a que en el AP únicamente se registró una especie.

- *Índices de diversidad para la evaluación de la herpetofauna en el SAR y en el AP*

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular (tabla IV.24), es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad (grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia).

Tabla IV. 24. Índices de diversidad de la herpetofauna para el SAR y AP

Diversidad	Índices				
	H'	1-D	aF	J	d
SAR	2.396	0.883	6.624	0.8139	0.1727
AP	0	0	0.7959	-	1

La diversidad alfa (riqueza específica) fue de 19 especies con una abundancia total de 110 registros para el SAR, mientras que para el AP fue de 1 especie con una abundancia de 2 registros. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 2.396 para el SAR y de 0 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Para el caso del inverso de Simpson y de Alfa de Fisher se obtuvieron valores de 1-D= 0.883 y aF= 6.624 para el SAR y de 1-D= 0 y aF= 0.7959 para el AP. Esto demuestra valores bajos para el AP, debido a que únicamente se registró una especie. Cabe destacar, que en el SAR se observa una distribución homogénea de las especies, esto se corrobora con altos valores del índice de equidad (J=0.8139 para el SAR) y bajos valores del índice de dominancia (d=0.1727). En el caso del AP la única especie registrada y dominante es *Ctenosaura similis*.

Curva de rarefacción de herpetofauna

Los valores de las especies observadas se encuentran dentro del rango de confianza de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo de reptiles fue suficiente. Además, en la curva se observa una mayor riqueza de especies en el SA que en el AP. Figura IV. 55.

De acuerdo a los estimadores de abundancia de Chao-1 y ACE, los valores de completitud se encuentran entre el 67.25% (Chao-1) y 57.52% (ACE) para el SAR y de 100% (Chao-1 y ACE) para el AP. Por lo que se considera que el muestreo fue suficiente al registrarse más del 50% de las especies esperadas en el área.

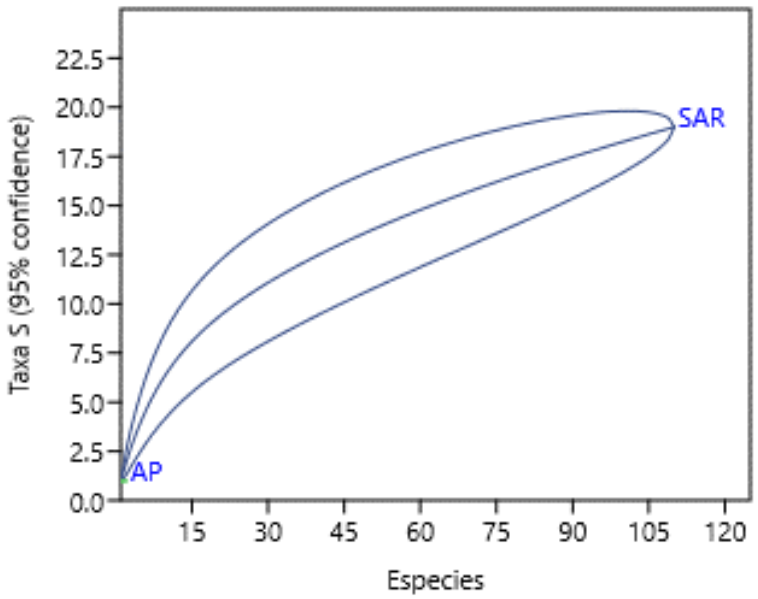


Figura IV. 53. Curva de rarefacción de especies de herpetofauna en el SAR y en el AP.

Avifauna

La avifauna registrada, tabla IV.25, de forma global (SAR y AP) durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 63 especies. Además, se registraron siete especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y cinco especies endémicas para la Provincia Biótica Península de Yucatán.

Tabla IV. 25. Especies registradas en el AP y SAR.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	SAR	AP
Tinamiformes	Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú canelo	Pr	LC	1	0
Galliformes	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula		LC	28	0
Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada		LC	2	0
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar		LC	4	8
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tórtola rojiza		LC	4	2
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera		LC	1	0
Columbiformes	Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	Paloma caribeña		LC	1	0
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma ala blanca		LC	6	4

Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		LC	5	0
Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo canela		LC	1	0
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque		LC	2	0
Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canela		LC	1	0
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta frente roja		LC	1	0
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Candelero americano		LC	3	0
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero chichicuilote		LC	1	0
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero occidental		LC	1	0
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita		LC	2	0
Pelecaniformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	Pr	LC	2	0
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca		LC	1	0
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garceta verde		LC	1	0
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC	2	32
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC	8	0
Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera		LC	3	0
Strigiformes	Strigidae	*Megascops guatemalae*	Tecolote vermiculado		LC	1	0
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño		LC	2	0
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogón cabeza negra		LC	2	0
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador enano		LC	2	0
Piciformes	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	EN	LC	1	0
Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje		LC	13	0
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr	NT	33	0
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro de frente blanca	Pr	LC	10	0
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona xantholora*	Loro yucateco	A,En	LC	4	0

Passeriformes	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarado		LC	1	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste		LC	2	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo		LC	14	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis pico grueso		LC	2	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario		LC	6	0
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas atigrado		LC	1	2
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano tropical		LC	10	3
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano dorso negro		LC	2	0
Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón ceja rufa		LC	2	0
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo pallens*	Víreo manglero	Pr	LC	12	0
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde		LC	8	0
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	En	LC	6	0
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina acerada		LC	3	0
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		LC	1	0
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Chivirín moteado		LC	2	0
Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco		LC	4	0
Passeriformes	Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Soterillo picudo		LC	2	0
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azul gris		LC	2	0
Passeriformes	Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo pardo		LC	3	0
Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador negro	Pr,En	NT	1	0
Passeriformes	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris		LC	2	0
Passeriformes	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical		LC	8	0
Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra		LC	1	0
Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops chloronotus*	Rascador dorso verde		LC	2	0
Passeriformes	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	En	LC	4	0

Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira		LC	6	0
Passeriformes	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor		LC	8	0
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano		LC	26	10
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero		LC	3	0
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe encapuchado		LC	3	0
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator atriceps*	Picurero cabeza negra		LC	4	0

Est. Estacionalidad. R: residente. R/M: residente con población migratoria. MI: migratoria de invierno. MV: migratoria de verano. T/i: transitoria con población en invierno. Pr: especie bajo protección especial. A: especie amenazada. EPBY: Especie endémica para la Provincia Biótica Península de Yucatán. CE. Cuasiendémico. LC: Preocupación menor, NT: sin datos. Los valores indican los registros independientes para cada área considerada.

A continuación, se presentan en las figuras IV.56 a la 61 algunos ejemplares de la avifauna registrada en el SAR y AP.



Figura IV. 54. Izq. *Coragyps atratus*. Der. *Streptopelia decaocto*.



Figura IV. 55. Izq. *Quiscalus mexicanus*. Der. *Columbina talpacoti.*



Figura IV. 56. Izq, *Ortalis vetula*. Der. *Icterus auratus*.



Figura IV. 57. Izq. *Melanerpes aurifrons*. Der. *Pitangus sulphuratus*.



Figura IV. 58. Izq. Turdus grayi. Der. Cyanocorax incas.



Figura IV. 59. Izq. *Icterus gularis*. Der. *Tyrannus melancholicus*.

Resultados de los muestreos de avifauna en el AP

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 0.2572 km/persona registrando un total de 7 especies de aves (61 registros independientes), tabla IV.26. Las especies más abundantes fueron *Coragyps atratus* con 32 registros. Además, no se registró alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni tampoco alguna especie endémica.

Tabla IV. 26. Datos obtenidos en transectos del AP para la avifauna.

Especie	Ind.	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)	AREL	Categoría AREL
Streptopelia decaocto	8	3.11	31.10	25.00	NC
Columbina talpacoti	2	0.78	7.78	6.25	R
Zenaida asiatica	4	1.56	15.55	12.50	NC
Coragyps atratus	32	12.44	124.42	100.00	A
Myiodynastes luteiventris	2	0.78	7.78	6.25	R
Tyrannus melancholicus	3	1.17	11.66	9.38	NC
Quiscalus mexicanus	10	3.89	38.88	31.25	MC

Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA reg.ind/km: índice kilométrico de abundancia. AREL: abundancia relativa. Según su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970): (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

Resultados de los muestreos de avifauna en el SAR

Para el SAR se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 1.8492 km/persona registrando un total de 63 especies de aves (300 registros independientes), tabla IV.27. Las especies más abundantes fueron *Eupsittula nana* con 33 registros y *Ortalis vetula* con 28. Además, se reportan 7 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Crypturellus cinnamomeus* (Pr), *Tigrisoma mexicanum* (Pr), *Eupsittula nana* (Pr), *Amazona albifrons* (Pr), Amazona *xantholora* (A), *Vireo pallens* (Pr), *Melanoptila glabrirostris* (Pr)

Tabla IV. 27. Datos obtenidos en transectos del SAR para la avifauna.

Especie	Ind.	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)	AREL	Categoría AREL
Crypturellus cinnamomeus	1	0.54	0.54	1.30	R
Ortalis vetula	28	15.14	15.14	36.36	MC
Patagioenas flavirostris	2	1.08	1.08	2.60	R
Streptopelia decaocto	4	2.16	2.16	5.19	R
Columbina talpacoti	4	2.16	2.16	5.19	R
Leptotila verreauxi	1	0.54	0.54	1.30	R
Leptotila jamaicensis	1	0.54	0.54	1.30	R
Zenaida asiatica	6	3.24	3.24	7.79	R
Crotophaga sulcirostris	5	2.70	2.70	6.49	R
Piaya cayana	1	0.54	0.54	1.30	R

Nyctidromus albicollis	2	1.08	1.08	2.60	R
Amazilia rutila	1	0.54	0.54	1.30	R
Gallinula galeata	1	0.54	0.54	1.30	R
Himantopus mexicanus	3	1.62	1.62	3.90	R
Calidris minutilla	1	0.54	0.54	1.30	R
Calidris mauri	1	0.54	0.54	1.30	R
Actitis macularius	2	1.08	1.08	2.60	R
Tigrisoma mexicanum	2	1.08	1.08	2.60	R
Ardea alba	1	0.54	0.54	1.30	R
Butorides virescens	1	0.54	0.54	1.30	R
Coragyps atratus	2	1.08	1.08	2.60	R
Cathartes aura	8	4.33	4.33	10.39	NC
Rupornis magnirostris	3	1.62	1.62	3.90	R
Megascops guatemalae	1	0.54	0.54	1.30	R
Glaucidium brasilianum	2	1.08	1.08	2.60	R
Trogon melanocephalus	2	1.08	1.08	2.60	R
Chloroceryle americana	2	1.08	1.08	2.60	R
Melanerpes pygmaeus	1	0.54	0.54	1.30	R
Melanerpes aurifrons	13	7.03	7.03	16.88	NC
Eupsittula nana	33	17.84	17.84	42.86	MC
Amazona albifrons	10	5.41	5.41	12.99	NC
Amazona xantholora	4	2.16	2.16	5.19	R
Tityra semifasciata	1	0.54	0.54	1.30	R
Myiarchus tuberculifer	2	1.08	1.08	2.60	R
Pitangus sulphuratus	14	7.57	7.57	18.18	NC
Megarynchus pitangua	2	1.08	1.08	2.60	R
Myiozetetes similis	6	3.24	3.24	7.79	R
Myiodynastes luteiventris	1	0.54	0.54	1.30	R
Tyrannus melancholicus	10	5.41	5.41	12.99	NC
Tyrannus tyrannus	2	1.08	1.08	2.60	R
Cyclarhis gujanensis	2	1.08	1.08	2.60	R
Vireo pallens	12	6.49	6.49	15.58	NC
Cyanocorax yncas	8	4.33	4.33	10.39	NC
Cyanocorax yucatanicus	6	3.24	3.24	7.79	R
Progne chalybea	3	1.62	1.62	3.90	R
Hirundo rustica	1	0.54	0.54	1.30	R
Pheugopedius maculipectus	2	1.08	1.08	2.60	R
Uropsila leucogastra	4	2.16	2.16	5.19	R
Ramphocaenus melanurus	2	1.08	1.08	2.60	R
Polioptila caerulea	2	1.08	1.08	2.60	R
Turdus grayi	3	1.62	1.62	3.90	R
Melanoptila glabrirostris	1	0.54	0.54	1.30	R
Dumetella carolinensis	2	1.08	1.08	2.60	R

Mimus gilvus	8	4.33	4.33	10.39	NC
Euphonia affinis	1	0.54	0.54	1.30	R
Arremonops chloronotus	2	1.08	1.08	2.60	R
Icterus auratus	4	2.16	2.16	5.19	R
Icterus gularis	6	3.24	3.24	7.79	R
Dives dives	8	4.33	4.33	10.39	NC
Quiscalus mexicanus	26	14.06	14.06	33.77	MC
Parkesia noveboracensis	3	1.62	1.62	3.90	R
Setophaga citrina	3	1.62	1.62	3.90	R
Saltator atriceps	4	2.16	2.16	5.19	R

Reg.ind: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA reg.ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: abundancia relativa. Según su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970): (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

A partir de los datos anteriores se presentan en las figuras IV.62 a la 64 las comparativas entre las abundancias de los individuos registrados, las densidades y el Índice de Abundancia Kilométrica de las especies de aves en el AP y en el SAR:

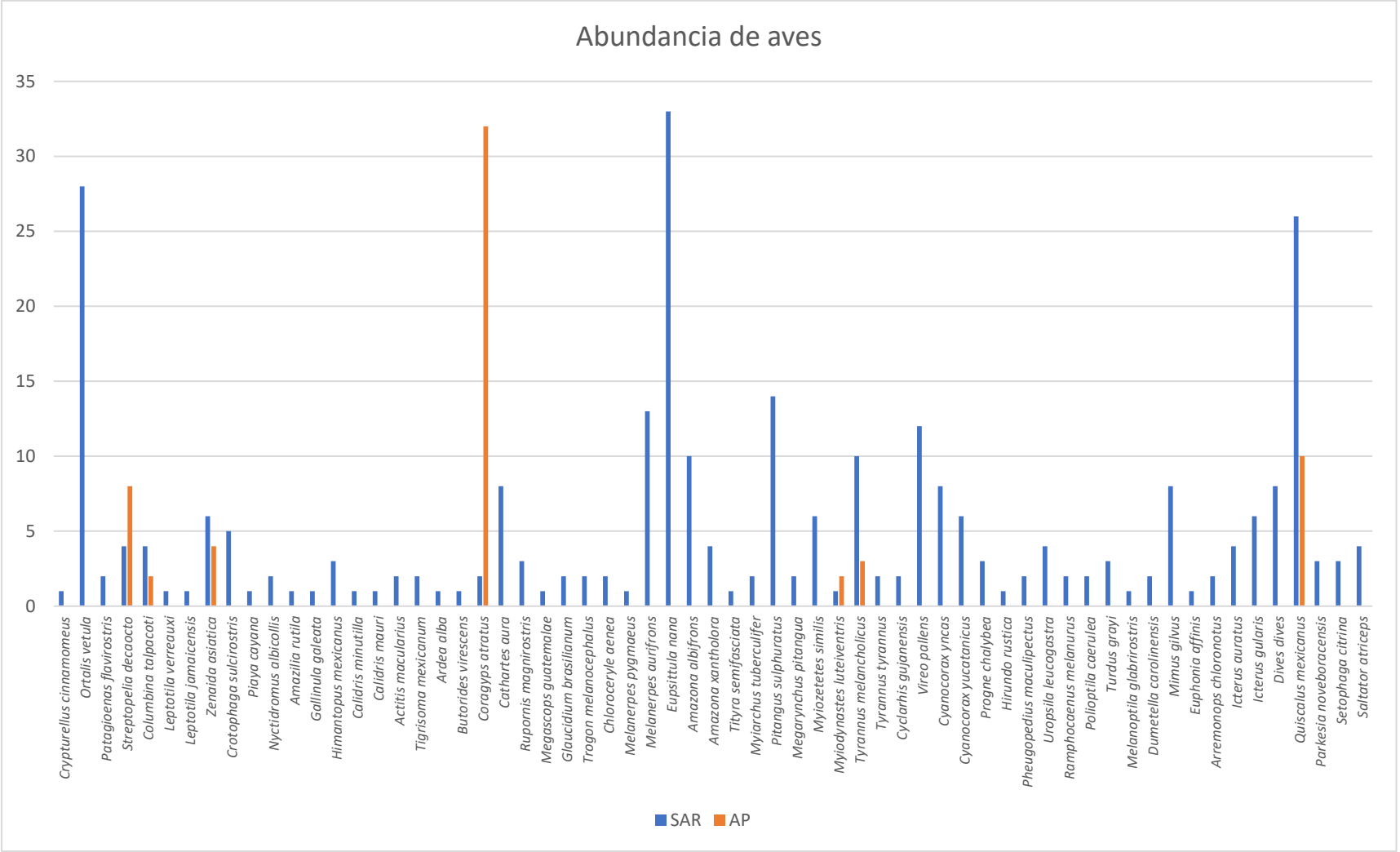


Figura IV. 60. Abundancia de individuos en el AP y en el SAR.

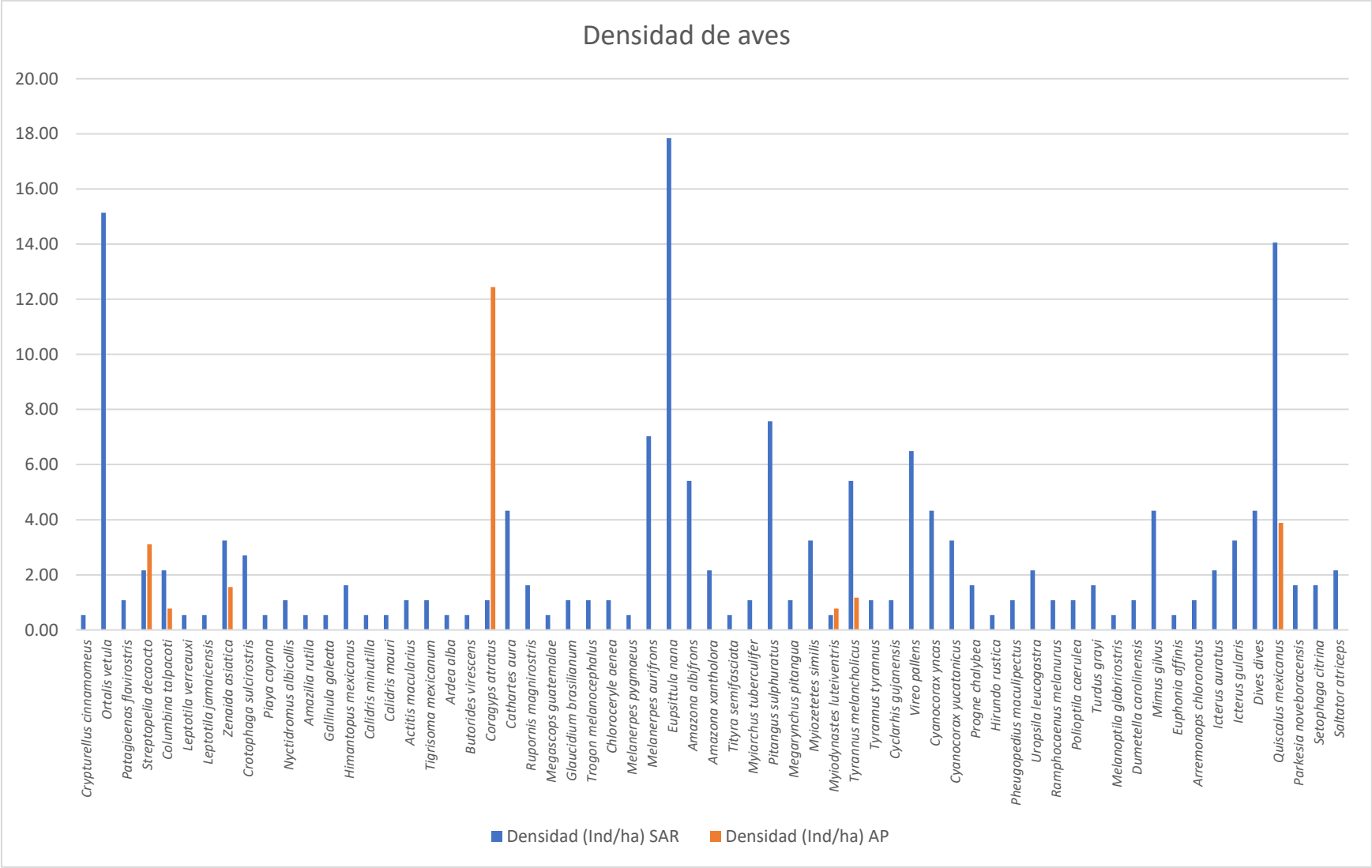


Figura IV. 61. Densidad de avifauna registrada en el AP y en el SAR.

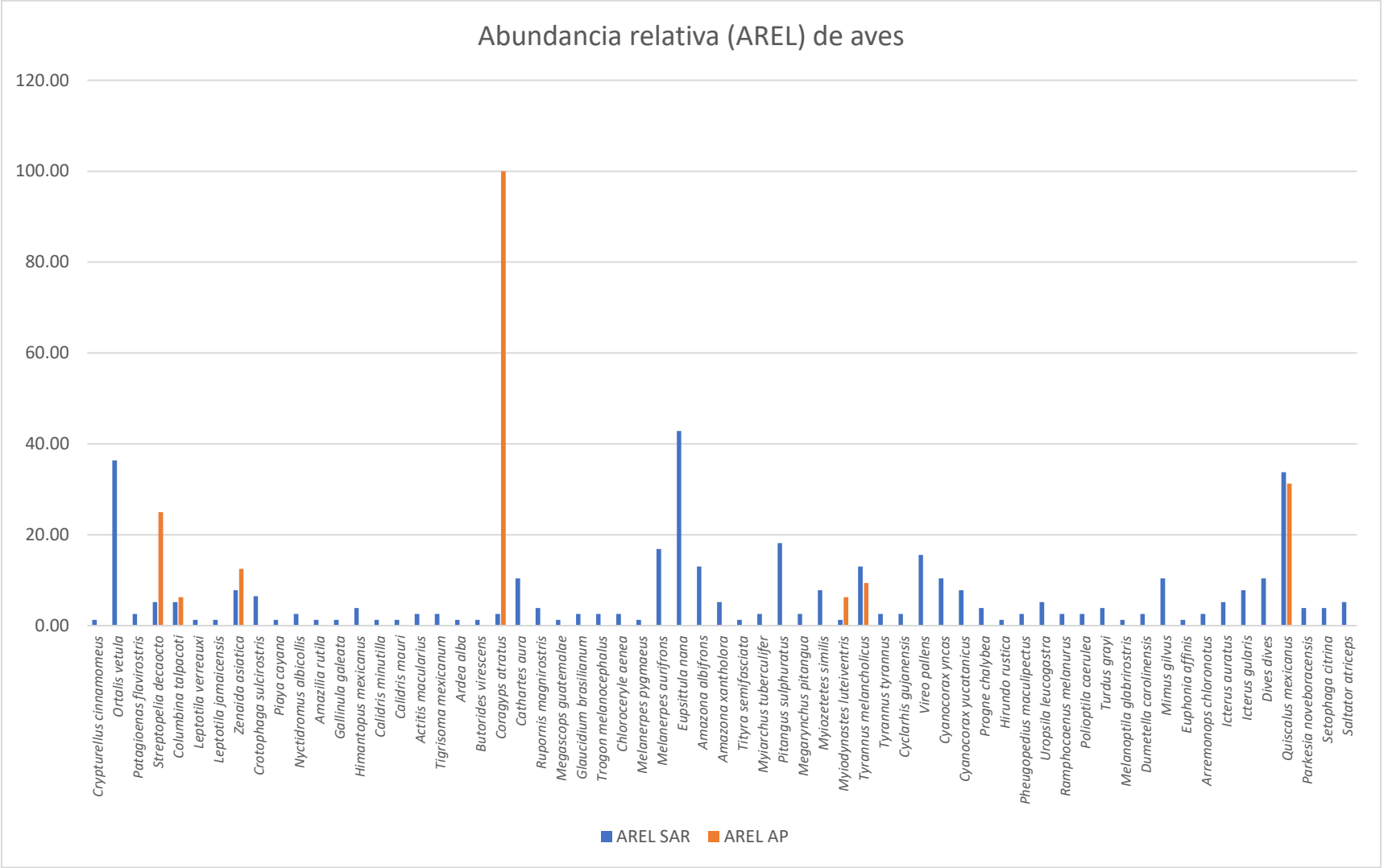


Figura IV. 62. Abundancia relativa (AREL) en el AP y SAR.

Evaluación de la diversidad de la avifauna

- *Riqueza específica*

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para el SAR se obtuvo una riqueza específica de 10.87, mientras que para el AP fue de 1.46 (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad), por lo que se considera que la riqueza de especies en el SAR se considera como alta, mientras que la del AP es considerada baja.

- *Índices de diversidad para la evaluación de la avifauna en el SAR y en el AP*

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular, es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad (grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia). Tabla IV.28.

Tabla IV. 28. Índices de diversidad de la avifauna para el SAR y AP

Diversidad	Índices				
	H'	1-D	aF	J	d
SAR	3.591	0.9565	24.32	0.8668	0.11
AP	1.452	0.6719	2.04	0.7463	0.5246

La diversidad alfa (riqueza específica) fue de 63 especies con una abundancia total de 300 registros para el SAR, mientras que para el AP fue de 7 especies con una abundancia de 61 registros. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 3.591 para el SAR y de 1.452 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Para el caso del inverso de Simpson y de Alfa de Fisher se obtuvieron valores de 1-D= 0.9565 y aF= 24.32 para el SAR y de 1-D= 0.6719 y aF= 2.04 para el AP. Esto demuestra valores altos para el SAR y bajos para el AP. Cabe destacar, que el área se observa una distribución homogénea de las especies, esto se corrobora con altos valores del índice de equidad (J=0.8668 para el SAR y J=0.7463 para el AP) y bajos valores del índice de dominancia (d=0.11 para el SAR y d=0.5246 para el AP).

- *Curva de rarefacción de la avifauna*

Los valores de las especies observadas se encuentran dentro del rango de confianza de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo de avifauna fue suficiente, figura IV.65. Además, en la curva se observa una mayor riqueza de especies en el SAR que en el AP. De acuerdo con los estimadores de abundancia de Chao-1 y ACE, los valores de completitud se encuentran entre el 89.32% (Chao-1) y 81.33% (ACE) para el SAR y de 100% (Chao-1 y ACE) para el AP. Por lo que se considera que el muestreo fue suficiente al registrarse más del 50% de las especies esperadas en el área.

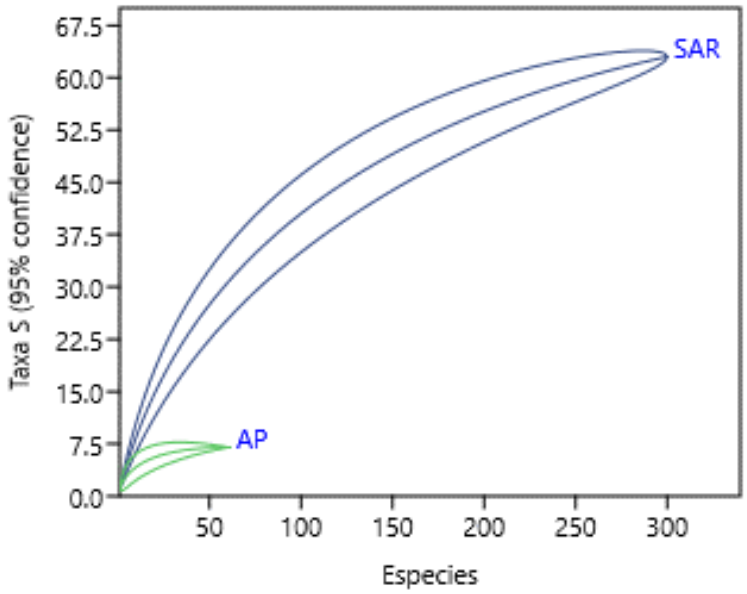


Figura IV. 63. Curva de rarefacción de especies de avifauna en el SA y en el AP.

Mastofauna

La mastofauna registrada en el SAR y en el AP, tabla IV.29, durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 17 especies. No se registró especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registró tres especies endémicas para México: Rhogeessa aeneus, *Peromyscus yucatanicus y Odocoileus pandora*.

Tabla IV. 29. Mastofauna registrada en el AP y SAR

Orden	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	SAR	AP
Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia sowelli*	Murciélago Frugívoro de Cola Corta		LC	1	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüetón		LC	10	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero		LC	77	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante		LC	19	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago frugívoro pigmeo		LC	2	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murciélago ojón peludo		LC	1	0
Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira pardivens*	Murciélago de Charreteras Menor		LC	6	0
Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*	Murciélago amarillo Yucateco	En	LC	1	0
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo floridano		LC	1	0
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla yucateca		LC	4	0
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque		LC	5	0
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón yucateco	En	LC	6	0
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris		LC	2	0
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí		LC	18	0
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache		LC	1	0
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus pandora*	Temazate pardo de Yucatán	En	LC	1	0
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca		LC	3	0

*NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr: especie bajo protección especial. A: especie amenazada. EM. Endémico de México. LC: Preocupación menor, NT: sin datos. *: Introducido. Los valores indican los registros independientes para cada área considerada. TD. Tipo de desplazamiento, R: Rápido, L: Lento.*

A continuación, en las figuras IV.30 a la 72 se presentan imágenes de algunos ejemplares de la mastofauna registrados en el AP y SAR.



Tabla IV. 30. Izq. *Nasua narica*. Der. Huellas de *Sylvilagus floridanus.*



Figura IV. 64. Izq. Huella de *Odocoileus virginianus*. Der. *Odocoileus pandora.*



Figura IV. 65. Izq. *Odocoileus virginianus*. Der. *Dasyprocta punctata*.



Figura IV. 66. Izq. *Procyon lotor*. Der. *Artibeus jamaicensis*.



Figura IV. 67. Izq. *Sturnira pardivens*. Der. *Glossophaga soricina*.



Figura IV. 68. Izq. *Micronycteris microtis*. Der. *Carollia sowelli*.



Figura IV. 69. Izq. Huellas de *Dasyprocta punctata*. Der. *Sciurus yucatanensis*.



Figura IV. 70. Izq. *Urocyon cinereoargenteus*. Der. *Peromyscus yucatanicus*.

Resultados de los muestreos de mastofauna en el AP

Para el AP con un esfuerzo de muestreo de 0.2572 km/persona no se registró ninguna especie de mamífero. Esto se puede deber principalmente a que el predio se encuentra totalmente bardeado por lo que no permite la movilidad de las especies.

Resultados de los muestreos de mastofauna en el SAR

Para el SAR se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 1.8493 km/persona registrando un total de 17 especies de mamíferos (158 registros independientes), tabla IV.31. La especie más abundante fue *Artibeus jamaicensis* con 77 individuos. Además, no se registró ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se registro, dos especies endémicas para México: *Rhogeessa aeneus*, *Peromyscus yucatanicus* y *Odocoileus pandora*.

Tabla IV. 31. Datos obtenidos en transectos del SAR para la mastofauna.

Especie	SAR	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)	AREL	Categoría AREL
Carollia sowelli	1	0.54	0.54	1.30	R
Glossophaga soricina	10	5.41	5.41	12.99	NC
Artibeus jamaicensis	77	41.64	41.64	100.00	A
Artibeus lituratus	19	10.27	10.27	24.68	NC
Dermanura phaeotis	2	1.08	1.08	2.60	R
Chiroderma villosum	1	0.54	0.54	1.30	R
Sturnira pardivens	6	3.24	3.24	7.79	R
Rhogeessa aeneus	1	0.54	0.54	1.30	R
Sylvilagus floridanus	1	0.54	0.54	1.30	R
Sciurus yucatanensis	4	2.16	2.16	5.19	R
Dasyprocta punctata	5	2.70	2.70	6.49	R
Peromyscus yucatanicus	6	3.24	3.24	7.79	R
Urocyon cinereoargenteus	2	1.08	1.08	2.60	R
Nasua narica	18	9.73	9.73	23.38	NC
Procyon lotor	1	0.54	0.54	1.30	R
Odocoileus pandora	1	0.54	0.54	1.30	R
Odocoileus virginianus	3	1.62	1.62	3.90	R

Reg.: Registros independientes. Densidad (Ind/ha): registros independientes por hectárea. IKA reg.ind/km: índice kilométrico de abundancia, registros independientes por kilómetro. AREL: Abundancia relativaSegún su porcentaje de abundancia, se asignó a cada especie a una de las categorías de abundancia relativa propuestas por Pettingill (1970): (A) = Abundante, de 90 a 100%, (C) = Común, de 65 a 89%, (MC) = Medianamente común, de 31 a 64% (NC) = No común, de 10 a 30% y (R) = Rara, de 1 a 9%.

A partir de los datos anteriores se presenta en las figuras VI.73 a la 75 las comparativas de las abundancias de los individuos registrados, el Índice de Abundancia Kilométrica y de las Densidades de las especies de mamíferos registrados en el SAR y en el AP:

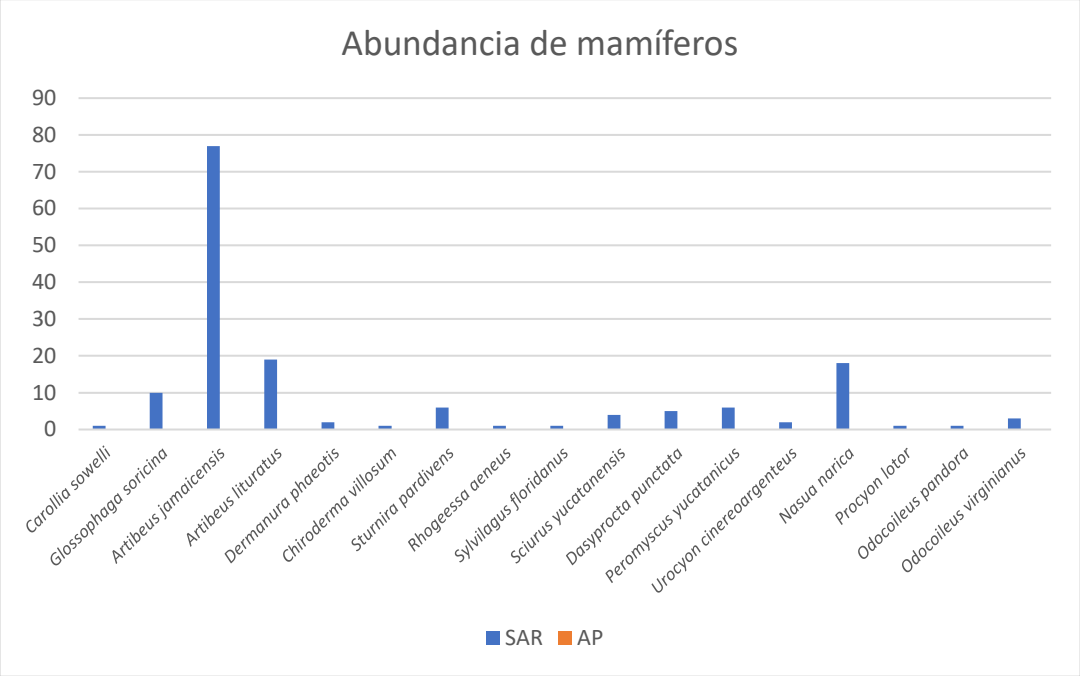


Figura IV. 71. Número de individuos de mastofauna registrados en el AP y en el SAR.

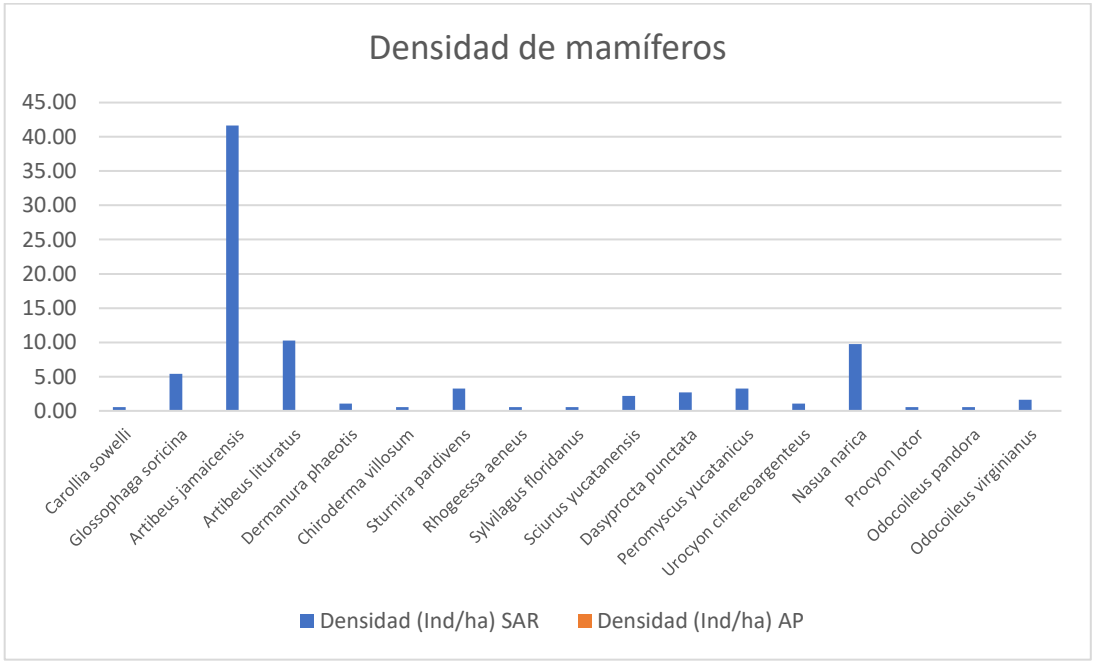


Figura IV. 72. Densidad de mastofauna registrados en el SAR y en el AP.

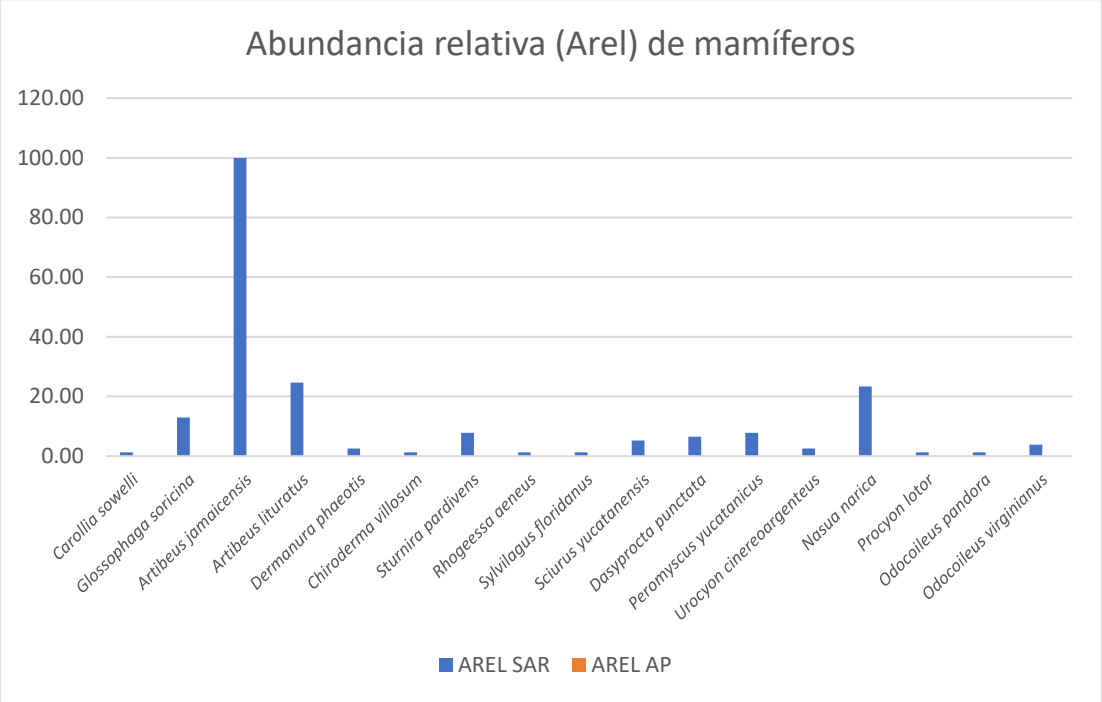


Figura IV. 73. Abundancia relativa (AREL) en el SAR y en el AP.

Evaluación de la diversidad de mastofauna

- *Riqueza específica*

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. No se registró especies en el SAR, y se obtuvo una riqueza específica de 3.16 (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad).

- *Índices de diversidad para la evaluación de la mastofauna en el SAR y en el AP*

La diversidad biológica es la gran variedad de seres vivos que hay en un área particular, es una propiedad que se puede cuantificar de muchas maneras diferentes. Hay dos factores principales que se tienen en cuenta al medir la diversidad: la riqueza y la equitatividad, tabla IV.32, (grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia).

Tabla IV. 32. Índices de diversidad de la mastofauna para el SA y AP

Diversidad	Índices				
	H'	1-D	aF	J	D
SAR	1.856	0.7256	4.833	0.6551	0.4873
AP	-	-	-	-	-

La diversidad alfa (riqueza específica) fue de 17 especies con una abundancia total de 158 registros para el SAR, mientras que para el AP no se registró ninguna especie. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 1.856 para el SAR (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Para el caso del inverso de Simpson y de Alfa de Fisher se obtuvieron valores de 1-D= 0.7256 y aF= 4.833 para el SAR. Esto demuestra valores alto en general para el SAR. Cabe destacar, que el área se observa una distribución homogénea de las especies, esto se corrobora con altos valores del índice de equidad (J=0.6551) y bajos valores del índice de dominancia (d=0.4873) para el SAR.

- *Curva de rarefacción de la mastofauna*

Los valores de las especies observadas se encuentran dentro del rango de confianza de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo de mamíferos fue suficiente, figura IV.76. Además, en la curva se observa una mayor riqueza de especies en el SAR que en el AP. De acuerdo a los estimadores de abundancia de Chao-1 y ACE, los valores de completitud se encuentran entre el 77.37% (Chao-1) y 71.76% (ACE) para el SAR. Por lo que se considera que el muestreo fue suficiente al registrarse más del 50% de las especies esperadas en el área.

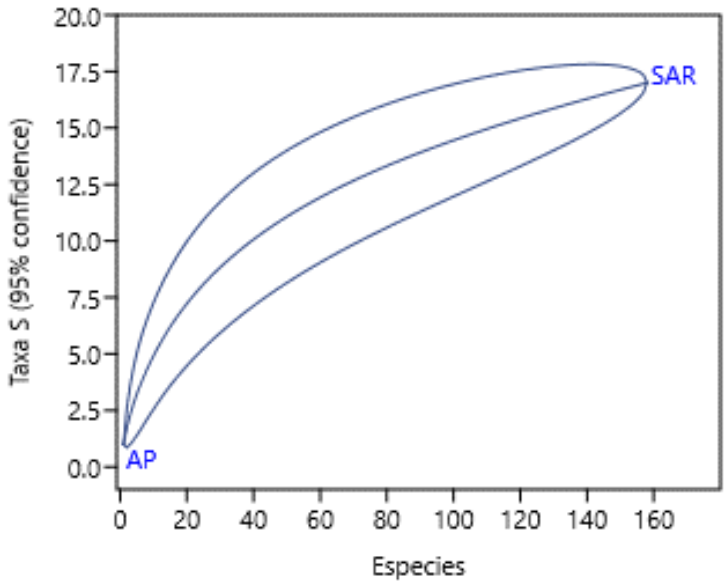


Figura IV. 74. Curva de rarefacción de especies de mastofauna en el SAR y en el AP.

Especies faunísticas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y registradas en el AP y SAR

Uno de los propósitos de la Norma Oficial Vigente es identificar las especies o las poblaciones de flora y fauna silvestre que se encuentren en riesgo dentro de la República Mexicana, esto se realiza mediante la elaboración de listados, así como también estableciendo criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría para las especies o poblaciones, esto se hace aplicando un método de evaluación de su riesgo de extinción y del cumplimiento en todo el país, para las personas físicas y morales que promueven la inclusión, exclusión o cambio de especies o poblaciones silvestres en alguna categoría de riesgo, establecida en la Norma.

En referencia a lo mencionado previamente es importante mencionar que en las áreas de interés (AP y SAR) se registraron en total 10 especies (tabla IV.33) de vertebrados terrestres y voladores incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales corresponden a 3 reptiles y 7 aves.

Tabla IV. 33. Especies y número de individuos de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el SAR y AP

Grupo	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	SAR	AP
Reptiles	*Ctenosaura similis*	A	LC	16	2
	Sceloporus cozumelae	Pr	LC	1	0
	Rhinoclemmys areolata	A	NT	1	0
Aves	*Crypturellus cinnamomeus*	Pr	LC	1	0
	Tigrisoma mexicanum	Pr	LC	2	0
	Eupsittula nana	Pr	NT	33	0
	Amazona albifrons	Pr	LC	10	0
	Amazona xantholora	A	LC	4	0
	Vireo pallens	Pr	LC	12	0
	Melanoptila glabrirostris	Pr	NT	1	0

Pr: especie bajo protección especial. A: especie amenazada. Los valores indican los registros independientes para cada área considerada.

Es importante mencionar que solo de las 10 especies registradas en alguna categoría de riesgo, solo *Ctenosaura similis,* se registró dentro del AP. A continuación, se presenta las imágenes de algunos de los ejemplares de la fauna registrados en el SAR y AP que se catalogan en alguna categoría de riesgo.



Figura IV. 75. *Ctenosaura similis* (A).



Figura IV. 76. Izq. *Sceloporus cozumelae* (Pr). Der. *Rhinoclemmys areolata* (P).



Figura IV. 77. Izq. *Eupsittula nana* (Pr). Der. *Amazona albifrons* (Pr),



Figura IV. 78. Izq. *Amazona xantholora* (A). Der. *Vireo pallens* (Pr),

Especies faunísticas endémicas registradas en el AP y SAR

Actualmente el concepto de endemismo es algo muy complejo y tiene diferentes interpretaciones de acuerdo con la aproximación usada para los análisis biogeográficos (ecológico e histórico), comúnmente su significado se usa para identificar a los taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución geográfica restringida (Noguera-Urbano, 2017). En el caso particular de México, respecto al endemismo, ocupa a nivel mundial el cuarto lugar en vertebrados y el tercero en plantas endémicas, asimismo en la República Mexicana el endemismo está presente en diferentes niveles taxonómicos, desde el nivel de familia, hasta de géneros, especies y subespecies (Meiners y Hernández, 2007). En referencia a lo mencionado anteriormente, se debe aclarar que en este estudio no se registraron especies endémicas de México, sin embargo, si se registraron especies de anfibios y reptiles (tabla IV.34) consideradas como especies endémicas de la Provincia Biótica de la Península de Yucatán (EPY) (Chablé-Santos, 2010).

En el caso de las aves se consideró dos categorías de endemicidad; especies endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán (EPY) (Chablé-Santos, 2010), es decir, especies cuyo rango de distribución se restringe a los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, además del distrito norte de Belice y el departamento de Petén en Guatemala. Especies cuasiendémicas (CE), es decir, aquellas especies que tienen un área de distribución que se extiende de los límites de la Península de Yucatán hacia regiones del territorio nacional y ligeramente hacia algún país vecino (≤ 35, 000 km2) (Berlanga et al., 2015) y especies Endémicas de México (En). Para el caso de los mamíferos, se establecen criterios muy parecidos respecto al endemismo, sin embargo, se utilizan otro tipo de abreviaturas (Sosa *et al*., 2013).

Tabla IV. 34. Especies de vertebrados terrestres y voladores endémicos que se registraron en el AP y SAR.

Orden	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	SAR	AP
Reptiles	*Sceloporus chrysostictus*	EPBY	LC	17	0
	Sceloporus cozumelae	EPBY	LC	1	0
	Aspidoscelis angusticeps	EPBY	LC	3	0
Aves	*Melanerpes pygmaeus*	EN	LC	1	0
	Amazona xantholora	EN	LC	4	0
	Cyanocorax yucatanicus	EN	LC	6	0
	Melanoptila glabrirostris	EN	NT	1	0
	Icterus auratus	EN	LC	4	0
Mamíferos	*Rhogeessa aeneus*	EN	LC	1	0
	Peromyscus yucatanicus	EN	LC	6	0
	Odocoileus pandora	EN	LC	1	0

EPBY. Especie endémica para la Provincia Biótica Península de Yucatán. EN: Endémico para México. Los valores indican los registros independientes para cada área considerada.

A continuación, en las figuras IV.81 y 82 se presentan imágenes de algunos ejemplares de la fauna registrados en el SAR y AP que se catalogan con algún grado de endemismo.



Figura IV. 79. Izq. Sceloporus chrysostictus. Der. S. cozumelae.



Figura IV. 80. Izq. Cyanocorax yucatanicus.

Análisis integral de la fauna presente en el SA y AP

Riqueza específica y estimadores de abundancia

Para el SAR se obtuvo una riqueza específica de 15.45 y de 1.69 para el AP (valores inferiores a 2 son considerados de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad). Por lo tanto, el SAR presenta una mayor riqueza total de especies con respecto al AP.

Para el SAR la riqueza alcanzó las 99 especies, mientras qué, para el AP 8 especies. El porcentaje de completitud para los estimadores de abundancia oscilo entre 82.43% (Chao-1) y 76.21% (ACE) para el SAR. Por su parte para el AP osciló entre el 100% (Chao-1 y ACE). Por lo tanto, se puede concluir que el muestreo fue suficiente al tener un porcentaje de completitud o confiabilidad mayor al 70%.

Índices de diversidad para el SAR y AP

Se usaron los mismos estimadores antes descritos. Con los datos obtenidos mediante las metodologías aplicadas, se obtuvieron los siguientes índices, tabla IV.35.

Tabla IV. 35. Índices de diversidad para el SA y AP

Diversidad	Índices				
	H'	1-D	aF	J	D
SAR	3.888	0.9622	34.67	0.8461	0.1356
AP	1.547	0.6914	2.429	0.7439	0.5079

La diversidad alfa (riqueza específica) fue de 99 especies con una abundancia total de 568 (registros) para el SAR y de 8 especies con 63 registros para el AP. Se obtuvo un índice de diversidad de H´= 3.888 para el SAR y de 1.547 para el AP (valores entre 2 y 3 se consideran normales; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos). Además, se obtuvieron valores de Simpson y de Alfa de fisher de 1-D= 0.9622 y aF= 34.67 para el SAR y de 1-D= 0.6914 y aF= 2.429 para el AP. Esto demuestra valores más altos en el SAR respecto al AP. En el área se puede observar una distribución homogénea (Figura IV.83) de las especies tanto en el SAR como en el AP, lo cual se corrobora con los altos valores de los índices de equidad (J=0.8461 para el SAR y para el AP, J=0.7439) y bajos valores en el índice de dominancia (d=0.1356 para el SAR y d=0.5079 para el AP).

- *Curva de rarefacción de fauna silvestre*

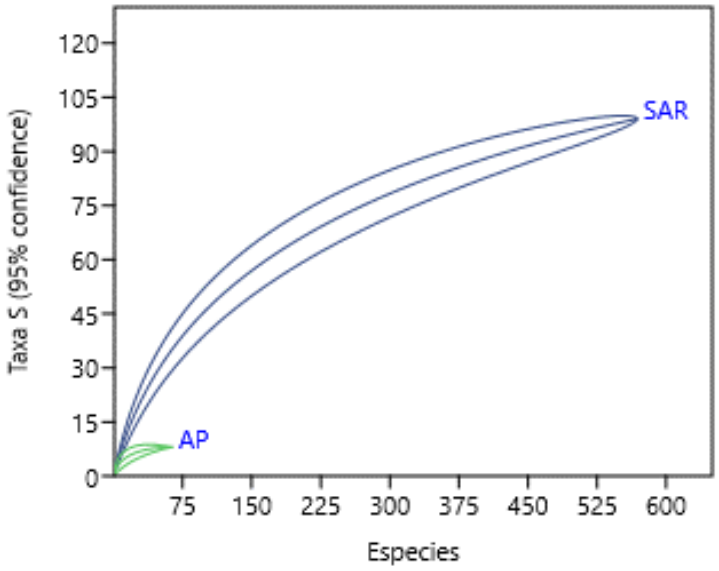


Figura IV. 81. Curva de rarefacción de especies de fauna en el SAR y en el AP.

Los valores de las especies observadas se encuentran dentro del rango de confianza de 95%, por lo tanto, se asume que el muestreo fue suficiente. Además, se observa en la gráfica que la riqueza de mamíferos en el SAR es mayor que la riqueza de mamíferos en el AP. De acuerdo a los estimadores de abundancia de Chao-1 y ACE, los valores de completitud se encuentran entre el 82.43% (Chao-1) y 76.21% (ACE) para el SAR. Por lo que se considera que el muestreo fue suficiente al registrarse más del 70% de las especies esperadas en el área.

IV.3.3 Medio Socioeconómico

El Proyecto se ubicará al sureste de la República Mexicana, en el Estado de Quintana Roo, en el municipio de Benito Juárez, en predios pertenecientes a la CFE, tanto SE Nizuc como Central Turbogas Nizuc. Se localiza en las afueras de la ciudad de Cancún, a orillas de la Carretera Cancún- Tulum. En este sentido, el área donde está proyectada la ubicación del Proyecto se caracteriza por tener un entorno urbanizado de infraestructura eléctrica, aunque cuenta con pequeñas áreas verdes de uso ornamental. Enfrente del Proyecto existen algunos predios baldíos que no se han desarrollado propiamente, pero los divide la carretera y la tendencia es que eventualmente terminen siendo urbanizados, por lo cual se considera que el Proyecto se encuentra embebido en un paisaje urbano.

El SA que se determinó para el presente Proyecto coincide con el sector sur de la ciudad de Cancún, en particular abarca la localidad Alfredo V. Bonfil, la zona de universidades y el aeropuerto internacional de Cancún, figura IV.84. A pesar de formar parte de la zona conurbada, la localidad Alfredo V. Bonfil presenta ciertas características económicas y demográficas particulares que se abordarán a continuación.

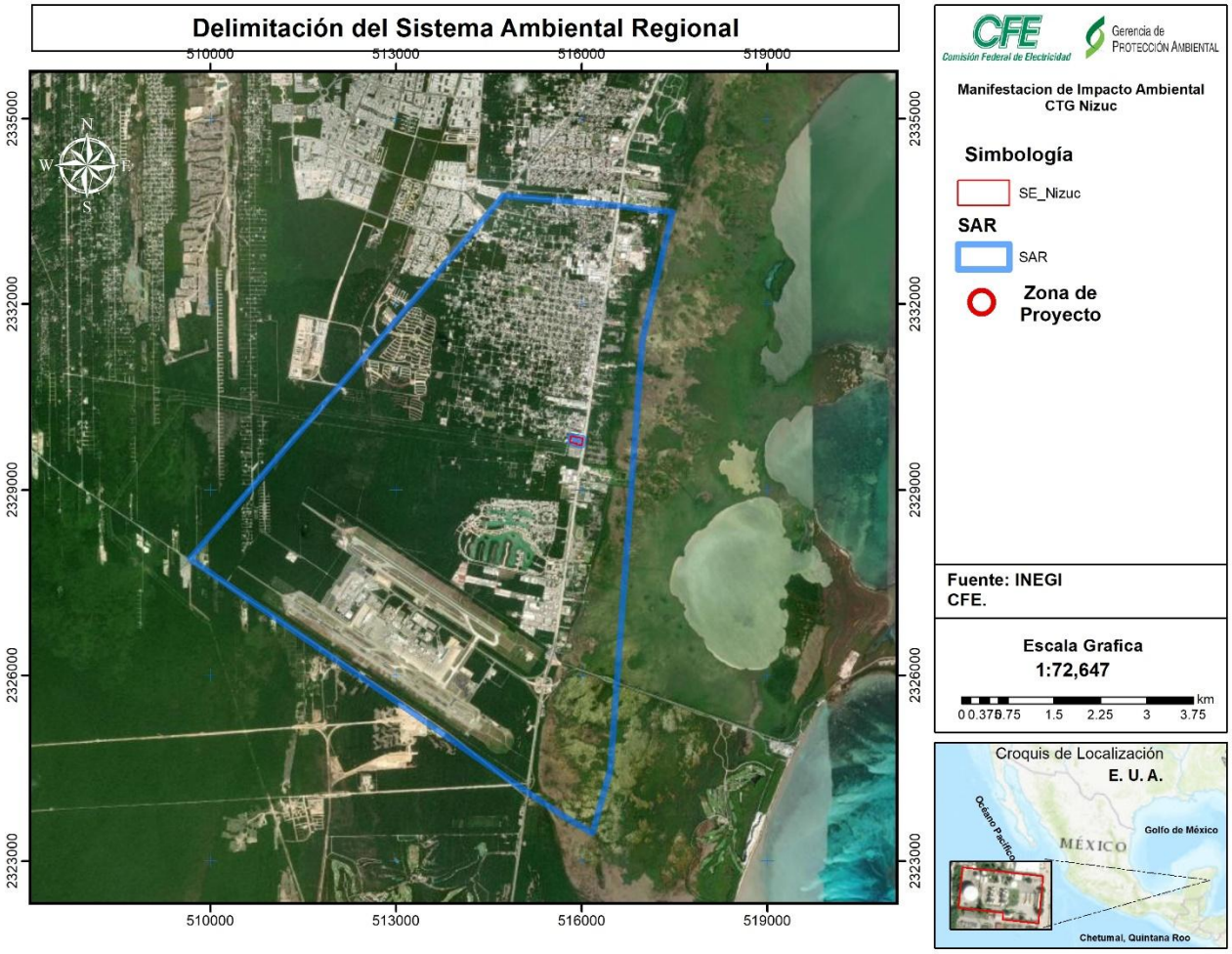


Figura IV. 82. Sistema ambiental y área del Proyecto. Nótese cómo la mayoría del SAR corresponde a zona urbana.

Demografía y vivienda

Población total y desagregada por sexo

Para la localidad de Alfredo V. Bonfil de acuerdo con la información presentada en el último censo, la población total fue de 19,789 habitantes, siendo 48.55% mujeres y 51.45% hombres. Los rangos de edad que concentran mayor población fueron mayores de 12 y 15

años con 15763 habitantes y 14751 habitantes respectivamente. La población mayoritaria ocurre entre los 18 y 24 años con 2984 habitantes.

Lenguas indígenas

En cuanto a la población que habla alguna lengua indígena se registra una cifra de 1,646 habitantes de 3 años y más, que representa un 8.31% de toda la población de la localidad en cuestión.

Inmigración

En general la ciudad de Cancún es una ciudad donde la migración es un fenómeno generalizado. En los últimos años han llegado muchas personas a Cancún (figura IV.85) siendo las principales causas laborales, familiares o bien económicas. La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Cancún en los últimos 5 años provino de Guatemala, Argentina y Venezuela. En el caso de la localidad de Alfredo V. Bonfil la migración es mayoritariamente nacional, siendo representativa la llegada de migrantes del norte del país, lo que ha acrecentado una dinámica económica asociada a actividades delictivas, como es el caso del narcotráfico y actividades asociadas.

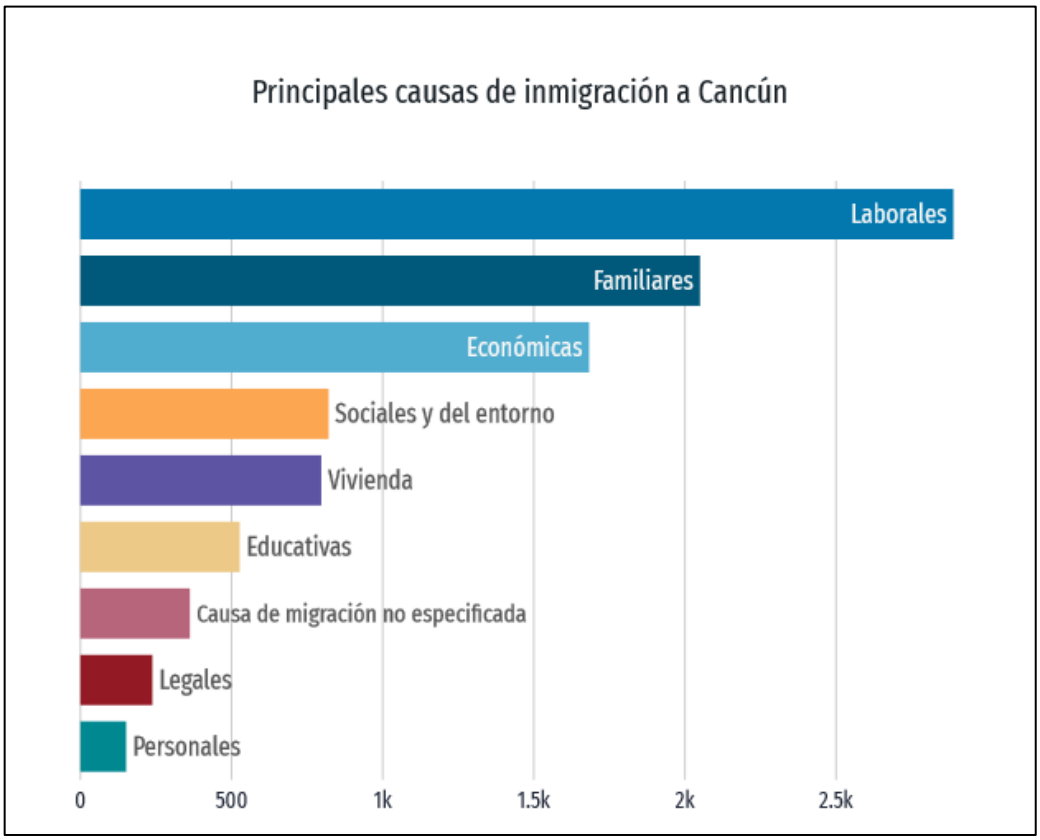


Figura IV. 83. Principales causas de inmigración a Cancún.

Vivienda

En cuanto al número de viviendas particulares en la localidad, se han registrado 6,561 del cual 5,690 se encuentran habitadas. Los servicios básicos con los que cuentan las viviendas y sus cifras respecto al total de viviendas particulares habitadas son: 5,635 disponen de energía eléctrica, 5,601 tiene acceso a agua entubada en el ámbito de la vivienda (dentro de la vivienda, patio o terreno).

Escolaridad

De acuerdo con los últimos datos del INEGI, para la población de interés, se tienen 498 habitantes (290 mujeres y 208 hombres) mayores de 15 años que no saben leer ni escribir. En cuanto a los grados escolares se tienen 756 personas para mayores de 15 años que no concluyeron ningún grado escolar o solo concluyeron el prescolar. A nivel primaria, se tiene que 2,419 personas mayores de 15 años concluyeron la primaria, 4,220 personas mayores de 15 años concluyeron la secundaria y 5,224 personas mayores de 18 años concluyeron el bachillerato o algún grado superior.

Servicios de salud

De acuerdo con los datos del último Censo de Población y Vivienda de INEGI (2020), se tiene que del total de la población 12,637 personas se encuentran afiliadas a algún servicio de salud.

Desigualdad social

El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población.

En 2020, en Quintana Roo, los municipios con menor desigualdad social, figura IV.86, de acuerdo con el índice de GINI, fueron: Isla Mujeres (0.373), Solidaridad (0.377), Cozumel (0.381), Benito Juárez (0.389) y Puerto Morelos (0.418).

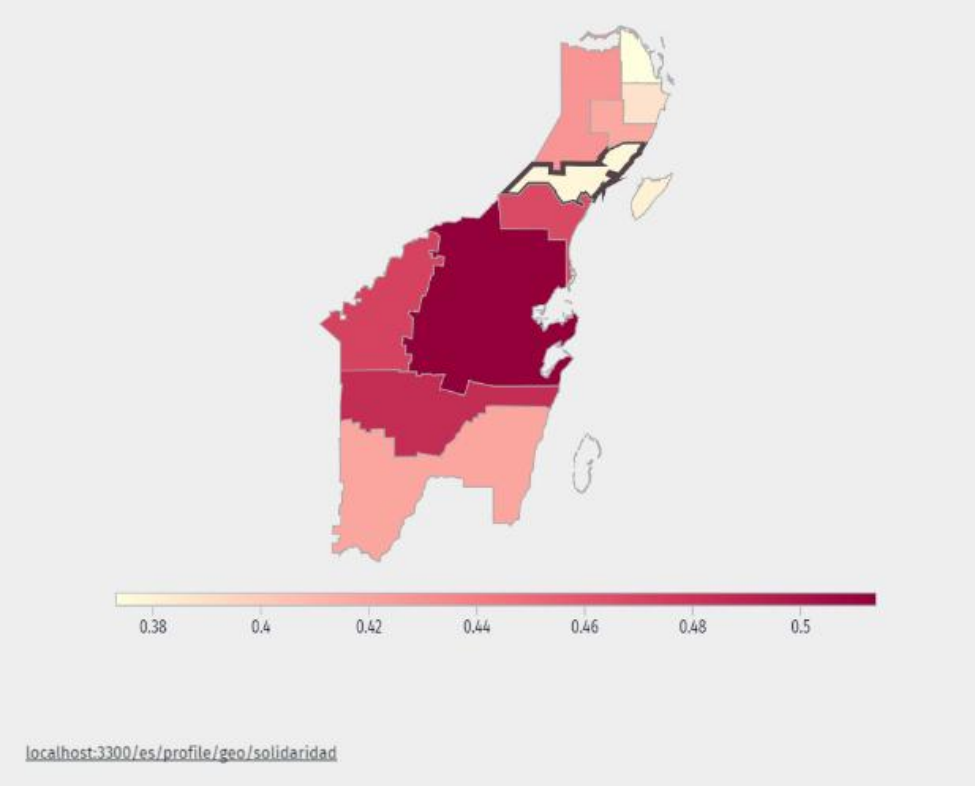


Figura IV. 84. Desigualdad social según GINI en Quintana Roo (2020). Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), y Censo Población y Vivienda (Principales resultados por localidad).

En 2020, 33.1% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 4.28% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 27.8%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 9.19%.

La pobreza en las localidades urbanas de más de 500,000 habitantes para el 2020 indica que Cancún concentró más de la mitad de la población de las localidades urbanas de Quintana Roo y presentó una incidencia de pobreza entre el 20% y menos de 40%.

Características socioeconómicas

En un principio la localidad de Alfredo V. Bonfil era eminentemente agrícola correspondiendo a un ejido, pero con el pasar del tiempo y el incremento de la población, las actividades económicas dentro del área del sistema ambiental corresponden principalmente al sector terciario, es decir comercio y servicios.

La localidad de Cancún como área urbana tiene un flujo económico marcado por los servicios de turismo para extranjero y foráneos ya que es uno de los destinos más concurridos en la península de Yucatán como zona turística costera. Por ello existen cada

vez más comercios de alimentación, hospedaje y otros servicios básicos influenciados por la cercanía de la actividad turística.

El Municipio de Benito Juárez, es el más importante del estado de Quintana Roo, ya que en él se localiza la ciudad de Cancún que es la ciudad de la entidad que ocupa el primer lugar en llegada de turistas y que cuenta con la mayor infraestructura de servicios turísticos integrales y el destino de playa número uno del país.

En Benito Juárez se localizan más del 47.5% de las unidades económicas del estado principalmente de los sectores secundario y terciario. Los indicadores económicos indican un crecimiento sano de la economía del municipio y nos ubican como el municipio de mayor importancia en la economía del estado.

Benito Juárez, Cancún, es el municipio más importante y donde se genera la mayor parte de la derrama económica, así como donde se tiene la mayor parte de los servicios e infraestructura turística. Al observar la figura IV.87, del lado izquierdo tenemos la gráfica de gasto promedio (2017, 2018, 2019 y 2020). El cual consiste en los gastos efectuados por las y los turistas dentro del municipio en las diferentes partes donde se desplaza de acuerdo con la visita efectuada a nuestro destino. Del lado derecho, muestra la gráfica de derrama económica (2017, 2018, 2019 y 2020). El concepto de la derrama económica motivada por la actividad turística comprende la cuantificación del valor monetario total promedio de los gastos que como mínimo son realizados por visitantes con pernocta a los principales centros turísticos del Estado. Es notable la variación en 2020 atribuible a los efectos de la pandemia.

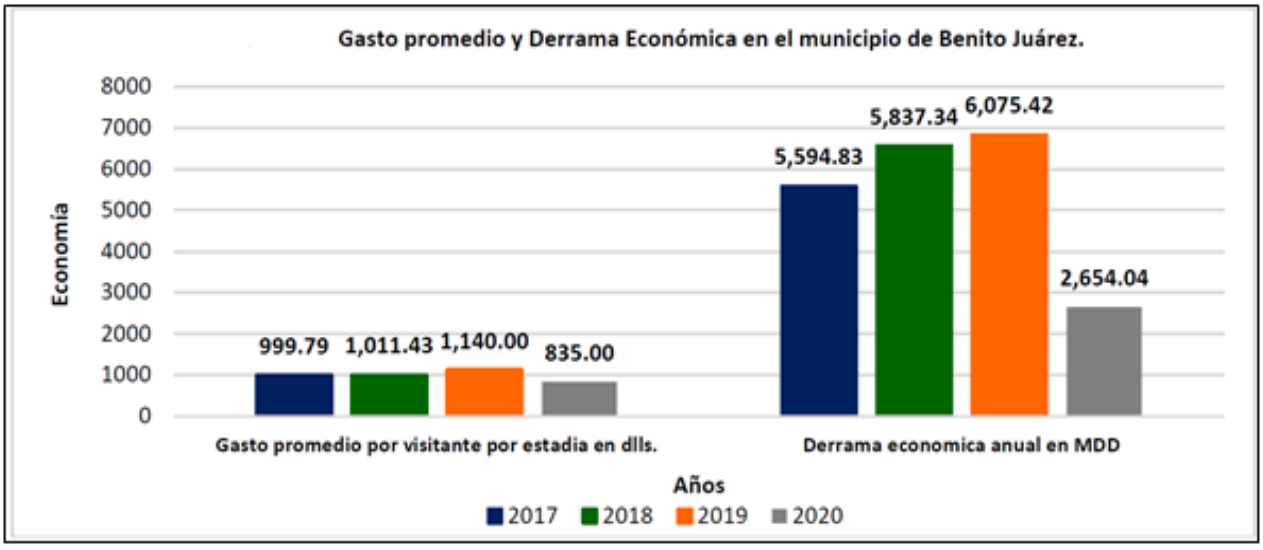


Figura IV. 85. Derrama económica en el municipio de Benito Juárez. Fuente PMD Benito Juárez 2021-2021

Infraestructura

La obra del Proyecto se ubica en una zona periurbana dentro del municipio de Benito Juárez. En el medio físico existe infraestructura relacionada con la industria eléctrica (líneas de transmisión eléctrica como la LT Nicte Ha- Nizuc, LT Nizuc- Riviera Maya, LT Nizuc-Valladolid Potencia, entre otras). El área del Proyecto, dentro de la CTG Nizuc pertenece propiamente a infraestructura eléctrica de la CFE, contribuyendo a la generación de energía, cuyo aumento de capacidad será el objetivo del presente Proyecto.

Aproximadamente un 50% del SA corresponde con zona urbana o asentamientos humanos, figura IV.88, encontrándose algunos parches con vegetación de selva mediana subperennifolia y una pequeña franja de manglar. La infraestructura presente en el área del Proyecto es la esperada en zona urbana, es decir eléctrica, hidráulica, civil, vías de comunicación, desarrollos inmobiliarios, zonas habitacionales.







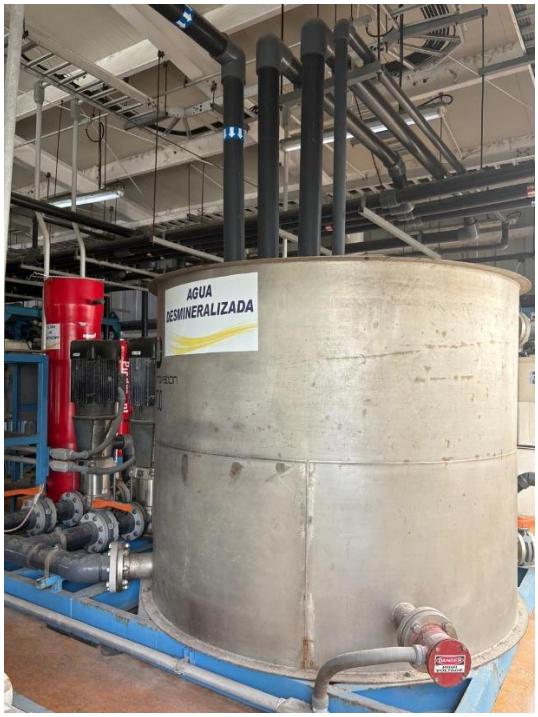


Figura IV. 86. Infraestructura existente dentro de la CTG Nizuc.

IV.3.4 Paisaje

Las características del paisaje en el estudio de impacto ambiental son relevantes ya que la calidad escénica que pudiera alterarse de manera significativa por el desarrollo de un Proyecto debe ser valorado como componente del ambiente. En general al evaluar el paisaje se pueden tener dos enfoques: el paisaje total y el paisaje visual. La primera se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, es decir es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. En la segunda, la atención se dirige hacia lo que el observador es capaz de percibir en ese territorio, el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad. Como primer paso se describe lo que se ve, se considera definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente y posteriormente interpretar esta información.

La apreciación visual del paisaje en el área del Proyecto comprende parte de la trayectoria en un área urbana con elementos propios que caracterizan un ambiente antrópico, principalmente pavimentos, casas, infraestructura de servicios básicos como antenas de comunicación y líneas de cableado eléctrico. La fauna y flora no autóctona es frecuente como elementos ornamentales y animales domésticos de compañía, así como especies silvestres tolerantes al ambiente modificado que se aprecian utilizando en el entorno.

En el área de estudio los principales elementos observables son vialidades, algunas construcciones, infraestructura civil y eléctrica, si bien, por ejemplo, alrededor de la CTG Nizuc y al norte del Aeropuerto de Cancún hay algunos parches de vegetación correspondiente a selva mediana subperennifolia en sucesión secundaria, que corresponden a predios que aún no se les ha dado un uso propiamente urbano (no están construidos). En los mismos pueden encontrarse impactos relacionados a actividades humanas de la urbe, por ejemplo, es común que la gente tire basura en dichos terrenos, minimizando su funcionalidad como ecosistemas; sin embargo, de alguna forma sí proveen servicios ambientales como captura de carbono, infiltración de agua y producción de oxígeno, principalmente. La zona alrededor del aeropuerto que abarca un área de aproximadamente 500 Ha, puede estar actuando como refugio de especies de fauna silvestre y flora que resisten todavía a la urbanización.

Las características del sitio hacen que en el área se puedan observar algunas especies de fauna, principalmente, aves que se presentan en el sitio ya sea para forrajeo o percha. Este grupo de fauna es el más vistoso del lugar por su facilidad de avistamiento y la tolerancia que las aves tienen a la presencia de elementos no naturales. Las infraestructuras existentes como postes de luz y líneas de transmisión se han vuelto parte del entorno al servir como sitios de percha para las aves. En esta área el Proyecto tendrá poco efecto en el paisaje actual al sumarse como nuevas estructuras dentro de una infraestructura eléctrica ya existente.

En este sentido el paisaje predominante del AP es el de un área desprovista de abundante vegetación y con presencia de elementos no naturales como el pavimento, postes de luz, cablería, almacenes y construcciones cimentadas. La mitad de la superficie del SA presenta las mismas características, si bien como puede verse cuenta con parches forestales que corresponden con selva mediana subperennifolia, destacando el manchón de vegetación en los alrededores del aeropuerto de Cancún e incluso en el extremo suroriente cuenta con un área que se corresponde con manglar, impactada con la presencia de infraestructura turística.

Se observa irrupción antrópica de manera generalizada en el SA. Figura IV.89.



Figura IV. 87. Elementos en el paisaje del Sistema ambiental

El paisaje puede concebirse de diversas formas, pero generalmente es agrupado en dos grandes tipos: el primero como una imagen territorial pintado, fotografiado, percibido por el ojo humano o a través de los sentidos con un enfoque estético; el segundo considera al paisaje como un conjunto de elementos del territorio ligados por interacciones interdependientes que conforman o cumplen una función ecológica, siendo la segunda percepción del paisaje, la más útil para la generación de información referente a un determinado espacio físico. Sin embargo, su evaluación se dificulta por la carencia de sistemas efectivos para su medición, derivado de que las metodologías a utilizar no pueden prescindir de componentes subjetivos.

Valoración del paisaje en el área de estudio.

Para evaluar la calidad del paisaje, existe la dificultad de identificar y aplicar un sistema efectivo para medirlo, es un componente básicamente subjetivo y de enfoque conceptual. Existen metodologías variadas, pero logran coincidir al destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.

La calidad paisajística incluye tres aspectos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el Proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.

La fragilidad del paisaje es la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Los métodos más utilizados para la valoración del paisaje pueden ser los directos, en donde la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que los indirectos, son cualitativos y cuantitativos mediante el análisis y descripción de sus componentes. Los siguientes, son los métodos directos más comunes:

- Subjetividad aceptada. - Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva, pero es aceptada por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual, por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- Subjetividad controlada. - Basada en una escala universal de valores del paisaje, permitiendo establecer cifras comparables en distintas áreas, pudiendo ser las categorías y valores tales como: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales a fin de lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- Subjetividad compartida. - Tiene semejanza con el método de subjetividad aceptada, derivado que la valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis, es sometida a discusión la apreciación estética del paisaje.
- Subjetividad representativa. - La valoración es realizada por un grupo de personas que son representativas de la sociedad, empleando para ello unas encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados, así como la utilización de fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tiene a consideración los siguientes:

- Valoración a través de los componentes del paisaje. - Son utilizadas las características físicas del paisaje, por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc., siendo valorada cada unidad en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.
- Valoración a través de categorías estéticas. - Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

De manera, también serían factibles de utilizar varios parámetros para “medir” el paisaje. Los más usados han sido:

Por su Visibilidad. – En que se engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible, entre algunas de las técnicas utilizadas sobresalen la observación directa in situ, la determinación manual de perfiles, los métodos automáticos, la búsqueda por sector y por cuadrículas. También es posible utilizar métodos manuales o por computadora que producen mapas de visibilidad.

Por su Fragilidad. – Para ello se considera un conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio en sus propiedades paisajísticas. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, a manera de producir el menor impacto visual

posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural.

Por su Calidad visual o belleza del paisaje. – Es exigible que los valores sean evaluados en términos comparables al resto de los recursos, en donde la percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales, y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar. Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total.

En el SA, como en la mayor parte de la Península de Yucatán, destaca un paisaje geológico dominado por la formación sedimentaria de roca caliza coquinoidal, producto de afloramientos de sedimento del fondo marino. Los procesos formativos geomorfológicos en el SA dan lugar a una superficie primordialmente plana donde se presentan procesos kársticos dando forma a un acuífero complejo y un tipo de suelo poco profundo que soporta importante biodiversidad. En el SA se presenta Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia con cierto grado de perturbación debido a las actividades económicas que se llevan a cabo relacionadas al sector turismo, comunicación y de actividades terciarias. Hay un grado considerable de perturbación debido al desarrollo y crecimiento de asentamientos humanos, sin embargo, todavía no llega a los niveles de la zona principal de Cancún, recuérdese que estamos hablando de zona conurbada.

Considerando la particularidad de rasgos geomorfológicos predominantes en el Área de Influencia delimitada para el Proyecto, el método utilizado para evaluar el paisaje en el presente estudio se definió en función de su calidad visual intrínseca y la fragilidad de este.

Para evaluar la calidad intrínseca se utilizó la combinación de los siguientes métodos: el método directo de subjetividad compartida como base la clasificación de las clases de calidad escénica propuesta (McGuire John R, 1974) en *Visual Management System, Forest Service*, siendo modificado para adecuarlas a las características de las áreas de estudio y del tipo de Proyecto.

Valoración de la Calidad visual intrínseca del paisaje

Con este elemento se pretende significar el atractivo visual que se deriva de las características propias del paisaje a evaluar y se define gradualmente en función de los atributos biofísicos de cada unidad de paisaje.

Para llevar a cabo la valoración de la calidad visual intrínseca se consideraron los atributos paisajísticos (AP) y la escala de calidad visual o escénica propuesta por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (US Forest Service), 1974; (citado en Canter, 1998). Los atributos, se modificaron para adecuarlos al tipo de Proyecto y áreas de estudio. El US Forest Service,

define tres clases de variedad o de calidad escénica según los atributos biofísicos de un territorio (morfología o topografía, vegetación, fauna, cuerpos de agua: lagunas, arroyos, ríos, entre otros atributos) de acuerdo con:

- Calidad Alta (A) que serán aquellas áreas con rasgos singulares y sobresalientes atribuyéndoles un valor de 3;
- Calidad Media (B) a aquellas áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región a evaluar y no siendo excepcionales se les atribuye un valor de 2 y;
- Calidad Baja (C) aquellas con muy poca variedad en forma, color, línea y textura, se le confiere un valor de 1.

Por lo consiguiente se tiene que el máximo valor de calidad paisajística que puede tener una unidad de paisaje es de 15 (tomando en cuenta la valoración de cinco atributos paisajísticos) y el más bajo es de 5. La suma de todos los valores asignados a cada variable del paisaje permite obtener la clase de calidad paisajística final, tabla IV.36, obteniéndose en este caso que, para los valores entre 5 a 8 se tendría una calidad paisajística Baja, de 9 a 11 una calidad Media y de 12 a 15 una calidad paisajística Alta.

Tabla IV. 36. Atributos del paisaje y clase de variedad paisajística consideradas por *Forest Service* (modificada para adecuarla al presente estudio).

Clases de Calidad Visual o Escénica			
Atributo Paisajístico (AP)	**Alta (A) 3**	**Media (B) 2**	**Baja (C) 1**
Morfología o topografía (AP-1)	Pendientes mayores a 60%, laderas bruscas, irregulares, con crestas afiladas y nítidas o con rasgos dominantes	Pendientes entre 30 y 60%, laderas moderadamente bruscas o suaves.	Pendientes entre 0 a 30%, laderas con poca variación sin brusquedades y sin rasgos
Vegetación (AP-2)	Cubierta vegetal entre 70 y 100 %. Los tres estratos bien representados, alta variedad, presencia comprobada de especies protegidas	Cubierta vegetal entre 30 a 70 %, con poca variedad en la distribución, probable presencia de especies protegidas	Cubierta vegetal menor a 30 %, sin variación en su distribución, escasa o nula probabilidad de presencia de especies protegidas
Fauna (AP-3)	Comprobada presencia de especies	Alta probabilidad de encontrar especies de fauna, probabilidad de	Baja o nula probabilidad de encontrar especies

	de fauna, presencia de especies protegidas	encontrar especies protegidas	de fauna mayor, baja probabilidad de encontrar especies protegidas.
Presencia de agua (AP-4)	Cuerpos de agua con comprobada presencia de especies de fauna, presencia de especies protegidas	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal, vegetación ribereña perturbada	Cursos de agua intermitentes con poca variación en caudal, con escasa o nula vegetación ribereña o con alto grado de perturbación
Grado de humanización (AP-5)	Baja densidad humana, nula presencia de vialidades de primero y segundo orden, escasa o nula infraestructura, actividades agrícolas de temporal	Densidad humana media, escasas vialidades de segundo orden (terracerías), actividades agrícolas de riego y temporal, infraestructura media	Alta densidad humana, varias vialidades de primero y segundo orden, actividades agrícolas de riego, alta infraestructura

Para la valoración de la calidad morfológica o topográfica de la unidad de paisaje se realizó en función de dos aspectos: el desnivel y la complejidad de formas. Se asignó mayor calidad a las unidades más abruptas, con valles estrechos, frente a aquellas correspondientes a valles abierto con la dominancia de relieves planos. De igual manera se asignó un valor mayor a aquellas unidades que presentan mayor superficie ocupada de formas que indican complejidad estructural.

Para la valoración de la calidad intrínseca de la vegetación fue considerado la diversidad de formaciones vegetales existentes y su grado de perturbación, asignándole mayor calidad a aquellas unidades de paisaje con mayor cobertura y mezcla equilibrada de masas arboladas, matorral y herbáceas. Con respecto a aquellas zonas con escasa cobertura y dominada por uno de los estratos, la presencia o ausencia de especies protegidas por la normativa ambiental añade un elemento complementario para una mayor o menor calidad.

Para el caso de fauna, fue asignado una mayor calidad a aquellas unidades ambientales con presencia probada o alta probabilidad de presencia de especies faunísticas silvestres, considerando especialmente la distribución de especies protegidas por la normativa ambiental.

La presencia de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico, por ello se le asignará mayor valor a la unidad paisajística al existir cuerpos de agua o corrientes perennes.

Por lo que se refiere al grado de humanización, éste es un valor extrínseco del paisaje, pero fue considerado, ya que la abundancia de estructuras artificiales disminuye la calidad del paisaje, asignando mayor valor a las unidades con menor número de vías de comunicación de primer orden, infraestructura, actividades agrícolas y densidades de población bajas.

Debe enfatizarse que debido a la poca extensión de la obra del presente Proyecto con relación a la superficie que presenta el SA, y considerando el tipo de impacto que tendrá la construcción de la obra, se decidió evaluar la calidad visual del elemento paisaje de forma puntual asociada a los sitios donde se establecerá la infraestructura eléctrica y no todo el SA como una unidad de paisaje.

Resultados de la evaluación de la calidad visual

En la tabla IV.37 se aprecian los valores otorgados para la Calidad Visual intrínseca para cada uno de los sitios donde se proyecta la ejecución del Proyecto. A partir de ahí se obtiene un promedio y un valor global de Calidad Visual intrínseca.

Tabla IV. 37. Valores de la calidad visual intrínseca por atributos paisajísticos.

Resultados de Calidad Visual Intrínseca para sitios del Proyecto						
Obra	**Morfología o topografía (AP-1)**	**Vegetación (AP-2)**	**Fauna (AP-3)**	**Presencia de agua (AP-4)**	**Grado de humanización (AP-5)**	**Total**
Unidades Aeroderivadas Riviera Maya (CTG Nizuc)	1	2	1	2	1	7

Al obtenerse un valor de 7 se puede decir que el área del Proyecto posee una **Calidad Paisajística Baja.** La asignación de estos valores a los atributos paisajísticos (AP) se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que realizó el presente estudio, para lo cual se consideró la información e imágenes fotográficas que se recabaron durante el trabajo de campo realizado, enfatizando que la valoración de paisaje corresponde a puntos localizados en la periferia del área del Proyecto.

Al margen de los atributos biofísicos valorados en el grado de humanización fue factor relevante en la disminución de la calidad visual del paisaje, como resultado de la infraestructura de prestación de servicio eléctrico, vial, de telecomunicaciones, e infraestructura de servicios de combustible y desarrollos habitacionales en proceso

aledañas al área del Proyecto. Todas estas actividades tienen como resultado la disminución o pérdida de cobertura vegetal tanto en el área del Proyecto como en gran parte del SA definido para el presente estudio.

Fragilidad visual

La fragilidad visual es la susceptibilidad de un paisaje al cambio al desarrollarse una actividad o uso sobre él. Expresa el grado de deterioro visual que experimentaría el territorio ante la incidencia de determinadas acciones (Martínez Vega J., 2003). Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, a manera de producir el menor impacto visual posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural, considerándose además de estos factores la proximidad y la exposición visual.

Este concepto es similar al de "vulnerabilidad visual" y opuesto, en cambio, al de "Capacidad de Absorción Visual" (CAV), que es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual, o, en otras palabras, la CAV permitiría determinar la capacidad que tienen las distintas unidades paisajísticas para absorber los impactos visuales (Canter L.W, 1998). De acuerdo con lo anterior, a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual, corresponde menor capacidad de absorción y viceversa. En consecuencia, una manera de estimar la fragilidad visual es a través de la estimación de la capacidad de absorción visual.

De acuerdo con Martínez Vega, la fragilidad visual del paisaje consta de dos elementos: la fragilidad visual intrínseca, determinada por las características ambientales del espacio que aumentan o disminuyen su capacidad de absorción visual, tales como la altura de la vegetación y las características topográficas de la zona. Por otra parte, la fragilidad visual extrínseca se refiere a la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado y depende de la accesibilidad visual de dichas zonas.

En el presente estudio de impacto ambiental, se determinó evaluar la Capacidad de Absorción Visual para estimar de manera indirecta la fragilidad visual del paisaje del sitio. Para determinar la CAV se utilizó el método propuesto por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (citado en Canter, 1998). Este método propone utilizar como variables para determinar la puntuación de la CAV de un determinado paisaje: factores físicos del paisaje previamente existente, factores perceptuales muy variables, factores de la calidad visual previa (forma, línea, color y textura) y factores de la actividad propuesta (escala, configuración, duración, frecuencia, etc.). Una CAV baja indicaría que el desarrollo de actividades estaría restringido, mientras que una CAV alta significaría que el paisaje evaluado tiene capacidad para permitir más actividades.

Con base en la metodología anteriormente referida, la cual se modificó en función del presente Proyecto, se determinaron cuatro factores con diferentes variables para definir la CAV de la unidad de paisaje, dos de ellas (grado de inclinación y tipos de vegetación) se

consideran como elementos intrínsecos del paisaje y dos serían elementos extrínsecos (distancia del observador y duración de la vista).

Considerar sólo elementos intrínsecos para valorar la CAV resultaría insuficiente pues ésta depende también de su accesibilidad visual, es decir, de la mayor o menor susceptibilidad de un territorio a ser observado desde puntos de observación potencial. Se consideran como puntos de observación potencial los núcleos de población, carreteras, terracerías, brechas y la presencia de elementos singulares como las parcelas de cultivos, por ser lugares con presencia potencial de habitantes en las localidades colindantes a los sitios de construcción.

A cada factor se le asigna un valor entre 1 y 5, y se suma la calificación que se da a cada factor en un determinado punto de observación, el cual se seleccionó por el equipo de trabajo, procurando que dicho punto de observación fuese el más representativo de cada unidad de paisaje, y el resultado final indica la CAV. Para el factor Distancia del observador, se consideró la distancia a la que se encuentran los núcleos de población, así como los caminos vecinales al Sitio del Proyecto. Para esto, se identificaron en una imagen las localidades cercanas, figura IV.90, así como los caminos vecinales y vías de comunicación, considerando un buffer de 2 km con respecto al Sitio del Proyecto (INEGI, 2016).



Figura IV. 88. Ubicación de los puntos de observación del paisaje en el Proyecto.

El factor Duración de la vista tiene que ver con la capacidad de un determinado panorama de atraer y mantener la vista sobre él. Un panorama que atraiga y mantenga mayor tiempo la vista tiene una menor CAV. Para el Grado de inclinación se considera que, a mayor pendiente, la fragilidad es mayor y por lo tanto la CAV es menor, la pendiente condiciona el ángulo de incidencia visual del observador, de manera que aquellas zonas con mayor pendiente son más visibles y por tanto poseen menor CAV.

Para el factor Tipos de vegetación y usos de suelo, se considera que la altura de la vegetación y el número de estratos presentes en la formación dan una idea de su poder de camuflaje ante posibles actuaciones, por lo tanto, las formaciones vegetales de menor altura, menor complejidad de estratos y menor grado de cubierta tienen menor capacidad para ocultar una actividad y por lo tanto la CAV sería menor.

Una vez definida la metodología se procedió a la evaluación del paisaje de los Sitios del Proyecto y su área colindante (en función de los puntos de observaciones en campo)

previamente definidos y de ser necesario se tendría una movilidad de más menos 50 m para la medición de la CAV, en las siguientes imágenes se puede observar la calidad del paisaje en la zona donde se ubica el Sitio del Proyecto, en el cual se presenta una escasa a nula vegetación, la presencia de infraestructura vial, infraestructura de servicios y telecomunicaciones en los alrededores de los sitios destinados para las construcciones del presente Proyecto.

Resultados de la fragilidad visual del paisaje

Con base a lo observado en campo en los cinco puntos de observaciones, en la tabla IV.38, se muestra la medición de la CAV para los sitios del Proyecto.

Tabla IV. 38. Valoración de la capacidad de absorción visual (CAV)

Factores		Valores (Rangos)	Puntuación	Puntos de observación			
				1	2	3	4
Distancia del Observador	Primer término	0 – 250 m	1	1		1	
		250- 500 m	2				2
	Intermedio	500 - 1000 m	3		3		
		1000 - 1500 m	4				
	Fondo	>1500 m	5				
Duración de la vista	Larga	>30 s	1				
		10 – 30 s	2		2		
	Corta	5 – 10 s	3	3			3
		3 – 5 s	4			4	
	Instantánea	3 s	5				
Grado de inclinación	Muy pendiente	>45%	1				
	Pendiente	30 - 45%	2				
	Moderado	20 - 30%	3				
	Suave	10 – 20%	4				
	Muy suave	10%	5	5	5	5	5
Tipos de vegetación y usos de suelo		Cultivos y pastizales	1	1		1	
		Formación arbustiva dispersa	2				
		Formación arbustiva densa	3				
		Formación arbórea y arbustiva dispersa y baja	4		4		
		Formación arbórea y arbustiva densa y alta	5				5
			TOTAL	10	14	11	15

Capacidad de absorción visual (CAV): 5-10= Baja, 11-15= Intermedia, 16-20 = Alta

Fuente: Sistema de Puntuación diseñado para el desarrollo de la capacidad de absorción visual (US Department of Agriculture, 1974)

Como se pudo observar en la tabla anterior, los puntos de observación definidos fluctuaron entre 10 y 15 teniéndose un promedio de 12.5, resultando con una capacidad de absorción visual Intermedia. En conclusión, el sitio propuesto para la construcción del Proyecto presenta una calidad paisajística baja, donde existe una gran perturbación del paisaje original por la presencia de un importante desarrollo urbano, si bien en algunos lugares del SA hay sitios con buena calidad paisajística y buena capacidad de absorción visual. En general el Proyecto se acopla bien al área donde pretende instalarse por su capacidad de absorción visual media, constituyendo un paisaje periurbano donde no desentonará otro tipo de infraestructura eléctrica.

IV.4 Diagnostico Ambiental.

En este apartado se presenta el diagnóstico ambiental del SAR, tomando como base todo lo antes expuesto en este capítulo. Se integra una síntesis objetiva y congruente del estado actual del sistema ambiental de la región en estudio, esto con el fin de establecer una línea base o estado “cero” y al mismo tiempo conocer las capacidades de respuesta que pudiera tener el ecosistema a impactar, determinar la existencia de un estado de sobreexplotación de los recursos naturales, contaminación y/o incompatibilidad territorial.

En este apartado se indicará el grado de conservación y/o deterioro (calidad del ambiente) de acuerdo con la descripción efectuada en los apartados previos, apoyándose en la identificación de especies indicadoras de la “salud” del ambiente o en el uso de indicadores ambientales que cumplan igual objetivo. Se incluye una valoración de la capacidad de respuesta (homeostasis y resiliencia) por componente ambiental, en función de las principales tendencias de desarrollo ambiental de la región ante los efectos de la sobreexplotación, contaminación o incompatibilidad territorial.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006). Los indicadores deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- **Relevantes**: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Fiables**: representativos del impacto que se quiere medir.
- **Exclusivos**: es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores.

- **Realizables**: identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificar todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

En la tabla IV.39, se presenta el diagnóstico por componente ambiental que forma parte del SA y del Proyecto “SE Nizuc”:

Tabla IV. 39. Diagnóstico ambiental en el Sistema Ambiental y en el área de desarrollo del Proyecto

Componente ambiental	Indicador de salud	Escenario actual
Medio abiótico		
Clima	Modificación del microclima	El microclima, es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un entorno o ámbito reducido. Así mismo depende de muchos otros factores (topografía, humedad, altitud-latitud y la cobertura vegetal). En la mayor parte del SA y en el área que sería ocupada por el Proyecto, la vegetación posee un grado de perturbación importante correspondiente a una urbanización acelerada en las últimas décadas. Lo anterior ha contribuido a la modificación del microclima vía la disminución de la cobertura vegetal con mayor radiación alcanzando el suelo. El área que el Proyecto ocuparía, sin embargo, no presenta un gran efecto a nivel regional, además que es un área que se ubica dentro de los predios de una Central de Generación de energía, por lo que es un área con alto grado de perturbación. ***Capacidad de respuesta:*** debido a que la tendencia actual de la zona es hacia el desarrollo de complejos turísticos y residenciales, se considera que la modificación del microclima es una constante en la zona.

Atmósfera	Fuentes de contaminación atmosférica	La principal fuente de emisión de contaminantes, son la quema de materia orgánica, basura y las emisiones de los vehículos automotores. Los pocos datos existentes sobre la calidad del aire de la región no muestran problemas de contaminación atmosférica, debido a las pocas fuentes de emisión que existen al no haber grandes desarrollos industriales. Aunado a esto se tiene la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten la dispersión y vientos que soplan todo el año que no permiten la acumulación de contaminantes. ***Capacidad de respuesta:*** El Proyecto sí involucra la emisión de contaminantes atmosféricos al operar con diésel pero sólo será utilizado en momentos particulares y contará con las medidas de control pertinentes que permitan el cumplimiento de la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera. Se considera que los beneficios serán mayores que los perjuicios.
	Emisiones de gases de efecto invernadero	Algunas áreas del SA (casi un 50%), actúan como sumidero debido a la superficie con cobertura vegetal, constituida por la Vegetación de selva mediana subperennifolia y en menor medida (poco representativo) manglar. ***Capacidad de respuesta:*** debido a que la tendencia actual de la zona es hacia el desarrollo de complejos turísticos y residenciales, y a que el Proyecto será una fuente de contaminación atmosférica fija controlada, se considera que la calidad atmosférica respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero no se verá afectada, además de que se llevarán a cabo medidas de mitigación correspondientes. Por su origen las aeroderivadas tienen una mayor eficiencia energética lo que reduce emisiones con respecto a otras tecnologías.
Ruidos y vibraciones	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	Las principales fuentes de emisión de ruido serán las producidas por automóviles de las principales vías de comunicación adyacentes a las obras, así como el ruido producido por las actividades humanas, principalmente en el sector turístico. ***Capacidad de respuesta:*** debido a que la tendencia actual de la zona es hacia el desarrollo de complejos turísticos y residenciales, y a que el Proyecto no involucra fuentes fijas de ruido, se considera que la calidad atmosférica respecto al ruido no se verá afectada.

Geomorfología	Superficie afectada	El SA se localiza en la Península de Yucatán, constituida por roca caliza de origen sedimentario marino conformando una superficie predominantemente plana. Debido a la poca profundidad del suelo, la infiltración de las aguas provoca que los suelos sean susceptibles a contaminación y a la erosión. Sin embargo, el área que el Proyecto ocuparía no presenta un gran efecto a nivel regional. ***Capacidad de respuesta:*** debido a que la tendencia actual de la zona es hacia el desarrollo de complejos turísticos y residenciales, la zona presenta tendencia a la modificación de la superficie.
Suelo	Presencia o ausencia de degradación del suelo	En el SA según datos del INEGI, se considera como de degradación física por pérdida de la función productiva a causa de la urbanización. Los asentamientos humanos y localidades pueden ya estar impactando el suelo a nivel erosión, para efectos prácticos también deben considerarse como erosión antrópica debido a la gran modificación que producen sobre el suelo. En el SA, de acuerdo al análisis de erosión la erosión o degradación del suelo se presenta en un 67.8 % de su superficie. ***Capacidad de respuesta:*** El Proyecto como tal no representa un incremento en la degradación de suelo debido a que no será removida vegetación, únicamente se ocupará una superficie que ya se encuentra afectada por la actividad antrópica, por lo cual está ya contemplado su efecto en el suelo del SA.
Hidrología superficial	Arroyos o cuerpos de agua	La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea, por lo que prácticamente todo el SA funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean prácticamente escasos o de muy corto recorrido. Sin embargo, por estar cerca de la costa hay algunos afloramientos de agua y como ejemplo tenemos a la Laguna de Nichupté que se encuentra adyacente al SA, teniendo incluso una pequeña parte de la misma dentro del SA. ***Capacidad de respuesta:*** Debido a las tendencias de desarrollo actual de la zona, como los complejos ecoturísticos y residenciales, la capacidad de infiltración se encuentra en constante cambio, sin embargo, al no existir CUSTF en el Proyecto, no se esperan efectos importantes con la construcción del mismo.

Hidrología subterránea	Grado de explotación del acuífero	La totalidad del flujo hidrológico es subterráneo, a pesar de las abundantes precipitaciones pluviales, de aquí la vital importancia de utilizar y conservar el agua, pues es la única fuente permanente, la que complementa a las aguas meteóricas para la agricultura, sustenta el desarrollo de los demás sectores productivos y es fuente de abastecimiento para el consumo humano. Del subsuelo se extraen actualmente alrededor de 354 millones de metros cúbicos al año (Mm/año), volumen que es distribuido como sigue; 215 Mm/año se destinan al riego de 17,100 ha (sic); 85 Mm3/año son suministrados a los núcleos de población y desarrollos turísticos, 15 Mm3 /año para satisfacer las necesidades de agua de la población rural y 16 Mm /año son utilizados para las industrias. La extracción total apuntada representa apenas poco más de 3% de la recarga del acuífero, por lo que está considera como subexplotado (Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua: Compendio de Indicadores e Informe de Gestión y Resultados, 2016). ***Capacidad de respuesta:*** De acuerdo con información de la Capa Vectorial de Acuífero. Escala 1:250. 0000, CONAGUA, 2020. particularmente para el área del Sistema Ambiental forma parte del acuífero “Península de Yucatán (3105)”, el cual cuenta con 2,386,926.5 m^3 anuales para otorgar nuevas concesiones. Debido al desarrollo turístico y urbano en la zona, la tendencia es al aumento en el grado de explotación del acuífero. Sin embargo, por la naturaleza del Proyecto, este no representa un impacto a los acuíferos subterráneos.
	Fuentes de contaminación	En Quintana Roo, una elevada proporción de agua residual recibe tratamiento; no obstante, una importante cantidad de agua contaminada aún se vierte al subsuelo, lagos o lagunas y zonas costeras. CONAGUA cuenta con una red de monitoreo que en el año 2021 constaba de 41 estaciones. Apenas del crecimiento acelerado en el estado debido a las actividades relacionadas al turismo, en general la calidad del agua del estado se mantiene en un nivel de Buena Calidad, como se observa en la siguiente imagen. Las principales fuentes de contaminación provienen de las descargas de aguas residuales de las localidades, del turismo, así como el uso de agroquímicos y la mala disposición de residuos. ***Capacidad de respuesta:*** Para el caso que nos ocupa, la naturaleza de las actividades del Proyecto en el área

		de CUSTF la calidad del agua no se verá alterada, debido a que no se considera que se generará sustancias que se puedan infiltrar al manto freático y afectar la calidad del agua.
Medio biótico		
Vegetación	Proporción de vegetación natural/superficie total del sistema ambiental y del Área del Proyecto	De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2018) el SA presenta un 67.8% de su superficie con asentamientos humanos; el restante porcentaje corresponde principalmente a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), existiendo también unas 200 Ha de manglar en el SA (esquina sureste). Es importante destacar que el Proyecto no requerirá CUSTF por encontrarse al interior de un predio de la CFE con infraestructura eléctrica. ***Capacidad de respuesta:*** Debido al desarrollo actual de la zona, como los complejos ecoturísticos y residenciales, existe una tendencia a la disminución de la cobertura vegetal. No se afectará vegetación ni habrá CUSTF en el predio donde se instalará el Proyecto.
	Fragmentación	La fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el desarrollo de actividades productivas, el crecimiento de las zonas urbanas, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica. En el Área del Proyecto la fragmentación registrada se debe al establecimiento de caminos, derechos de vía de las líneas de transmisión existentes, vías de comunicación, diversidad de infraestructura ***Capacidad de respuesta:*** Debido al desarrollo actual de la zona, como los complejos ecoturísticos y residenciales, existe una tendencia a la disminución de la cobertura vegetal y a la fragmentación del hábitat. La ejecución del Proyecto no representa un impacto significativo a nivel regional, ni siquiera se realizará remoción de vegetación.
	Riqueza de especies	Durante los muestreos en campo, para flora urbana, se registraron 62 especies pertenecientes a 32 familias botánicas. Con respecto a la flora correspondiente a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, se registraron 108 especies distribuidas en 75 géneros y 41 familias. Destacaron en abundancia *Manilkara zapota* (91 ind), *Metopium brownei* (70 ind) y

		Bursera simaruba (53 ind). En la zona de manglar se registraron 13 especies pertenecientes a 13 géneros y 9 familias siendo las más abundantes *Rizophora mangle* (149 ind), *Conocarpus erectus* (60 ind) y *Cladium jamaicense* (47 ind). ***Capacidad de respuesta:*** Debido al desarrollo actual de la zona, como los complejos ecoturísticos y residenciales, existen una tendencia a la disminución de la cobertura vegetal. La ejecución de Proyecto no conlleva CUSTF, por lo cual no representa un impacto relevante en cuanto a riqueza de especies y diversidad vegetal.
	Presencia/ausencia de especies indicadoras de conservación	Del muestreo realizado puede concluirse que hay zonas del SA donde la vegetación presenta un buen estado de conservación, si bien también hay zonas donde se aprecia un disturbio considerable existiendo especies que son indicadoras de esta situación como es el caso de *Cascabela thevetia*. De manera general se puede afirmar que en las áreas donde se llevará a cabo el Proyecto no se encuentran especies protegidas o amenazadas, por lo que la viabilidad del Proyecto es alta. ***Capacidad de respuesta:*** Debido al de desarrollo actual de la zona, como los complejos ecoturísticos y residenciales, existen una tendencia a la disminución de la cobertura vegetal, sin embargo, el Proyecto no contribuirá a este fenómeno considerando que no se removerá vegetación.
Fauna	Riqueza de especies	Sistema Ambiental (SA): Se registraron en total 99 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales están representados por 6 especies de anfibios, 13 especies de reptiles, 63 de aves y 17 de mamíferos, se contabilizaron en total 568 individuos de los grupos identificados. Área del Proyecto (AP): Se registraron en total 8 especies de vertebrados terrestres y voladores, los cuales están representados por una especie de reptil y 7 de aves. Se contabilizaron en total 63 individuos de los grupos identificados.
	Presencia/ausencia de especies indicadoras de conservación	En las áreas de interés (AP y SA) se registraron en total 10 especies de vertebrados terrestres y voladores incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales corresponden a 3 reptiles y 7 aves. Únicamente *Ctenosaura similis* se encontró en el AP.

Paisaje	Calidad del paisaje	Los sitios propuestos para la construcción del Proyecto "presentan una Calidad Paisajística Baja, donde existe una perturbación del paisaje original por la presencia de zonas de transición urbanas, turística, actividades agropecuarias y presencia de infraestructura vial. Los sitios presentan una mediana capacidad de absorción visual tomando en consideración la distancia de los posibles puntos de observación, la presencia de barreras como postes o torres de servicio de energía eléctrica/telecomunicaciones además de la vialidad existente aledaña a los sitios y la vegetación circundante que aún se mantiene. ***Capacidad de respuesta:*** Debido al desarrollo actual de la zona, como los complejos ecoturísticos y residenciales, existe una tendencia a la fragmentación y disminución de la cobertura vegetal. El Proyecto no cuenta con CUSTF por lo que no impactará en los servicios ecosistémicos que provee el SA y su impacto en el paisaje será mínimo considerando la condición actual y que el Proyecto será llevado a cabo dentro de una Central de infraestructura eléctrica ya existente.

Finalmente hay que destacar que dentro del sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto no existen áreas vulnerables a los impactos ambientales, tales como ecosistemas frágiles o de alta biodiversidad (todos los humedales continentales y costeros); tipos de vegetación amenazada (bosque mesófilo de montaña, matorral costero bajacaliforniano, bosque de galería, bosque de conífera, mezquital); áreas de distribución de especies amenazadas con alto nivel de endemismo o en peligro de extinción; o bien, zonas en proceso de deterioro por sobreexplotación de recursos, que presenten procesos erosivos, que disminuyan la calidad y captación del agua, que presenten tipos de vegetación de difícil regeneración, o que existan cuerpos de agua con tendencias a la eutrofización, etc.

Referencias

Vegetación

Carnevali, G., Ramírez, I. M., & González-Iturbe, J. A. (2003). Flora y vegetación de la Península de Yucatán. In P. Colunga-GarcíaMarín & A. Larqué-Saavedra (Eds.), Naturaleza y sociedad en el área maya: Pasado, presente y futuro (pp. 53-68). Academia Mexicana de Ciencias.

Chazdon, R. L., Finegan, B., Capers, R. S., Salgado-Negret, B., Casanoves, F., Boukili, V., & Norden, N. (2010). Composition and dynamics of functional groups of trees during tropical forest succession in northeastern Costa Rica. Biotropica, 42(1), 31-40. https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00566.x

Cortés-Castillo, D. V., & Islebe, G. A. (2015). Comunidades vegetales de las sábanas de Quintana Roo. Acta Botanica Mexicana, 110, 21-37. https://doi.org/10.21829/abm110.2015.191

Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., & Zamora-Crescencio, P. (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del punto de unión territorial (PUT) de Yucatán, México. Polibotánica, 33, 151-174.

Hernández-Ramírez, A. M., & García-Méndez, S. (2015). Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. Revista de Biología Tropical, 63(3), 603-616. https://doi.org/10.15517/rbt.v63i3.16532

Hernández-Trejo, H., Priego-Santander, A. G., López-Portillo, J., & Isunza-Vera, E. (2006). Los manglares de la península de Yucatán. In P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa-Rojas, & A. C. Travieso-Bello (Eds.), Estrategias para el manejo integral de la zona costera: Un enfoque municipal (Vol. 2, pp. 165-188). Instituto de Ecología, A.C.

Ibarra-Manríquez, G., Villaseñor, J. L., & Durán, R. (1995). Riqueza de especies y endemismo del componente arbóreo de la Península de Yucatán, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 57, 49-77. https://doi.org/10.17129/botsci.1476

Islebe, G. A., Calmé, S., León-Cortés, J. L., & Schmook, B. (2015). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. Noticias de la Frontera Sur, 3, 10-11.

Negreros-Castillo, P., Martínez-Salazar, I., Álvarez-Aquino, C., Mize, C. W., & Navarro-Martínez, A. (2014). Regeneración natural de árboles maderables en selvas de Quintana Roo. Madera y Bosques, 20(2), 59-71. https://doi.org/10.21829/myb.2014.202166

Portillo, J. L., & Ezcurra, E. (2002). Los manglares de México: una revisión. Madera y bosques, 8(Es1), 27-51.

Zaldívar-Jiménez, M. A., Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández, C., Comín, F. A., Andrade, J. L., Molina, C. C., & Ceballos, R. P. (2010). Conceptual framework for mangrove

restoration in the Yucatán Peninsula. Ecological Restoration, 28(3), 333-342. https://doi.org/10.3368/er.28.3.333

Zamora-Crescencio, P., Flores-Guido, J. S., Domínguez-Carrasco, M. R., Villegas, P., Gutiérrez-Báez, C., Manzanero-Acevedo, L. A., & Ortiz-Díaz, J. J. (2011). Composición florística y estructura de la vegetación secundaria en el norte del estado de Yucatán, México. Polibotánica, 32, 41-61.

Anfibios y reptiles

Díaz-Gamboa. L., May-Herrera, D., Gallardo-Torres, A., Cedeño-Vázquez, R., Gonzáles-Sánchez,V., Chiappa-Carrara, X. y Yáñez-Arenas, C. 2021.Catalogo de reptiles de la Península de Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México.

González-Sánchez, V. H., Johnson, García-Padilla, J. D, E., Mata-Silva, V., De Santis, D. L., y L. D. Wilson. 2017. The herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation. Mesoamerican Herpetology, 4, 264-380.

Heyer, W.R. y K.A. Berven, 1973. Species diversities of herpetofaunal samples from similar microhabitats at two tropical sites.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma. Vol. 123(1-2):1-22.

Lee, Julian. 1996. The Amphibians and Reptiles of Peninsula of Yucatan. Cornell University Press.

Lira-Torres, I. y Briones-Salas, M. (2012). Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana, 28:566-585.

Lyra-Jorge, M. C., Ciocheti, G., Pivello, R. V., y Meirelles, S. T. (2008). Comparing methods for sampling large-and medium sized mammals: camera traps and track plots. European Journal of Wildlife Research, 54: 739-744.

González-Sánchez, V.H., Johnson, J.D., García-Padilla, E., Mata-Silva, V., DeSantis, D.L. y Wilson, L.D. 2007. The Herpetofauna of the Mexican Yucatan Peninsula: composition, distribution, and conservation status. Mesoamerican Herpetology.

Tellería, J. L. (1986). Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Editorial Raíces, Madrid.

Aves

Berlanga, H; Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V.M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L.A., Ortega-Álvarez, R. y R. Calderón-Parra. (2015). Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.

BIBBY.J, N.O BURGESS.yD.A. HILL. 1992. Bird censustechniques. Academic Press, San Diego, Calif. 257págs.

Clavell, J., Copete, J. L., Gutiérrez, R., de Juana, E., Lorenzo, J. A. (2005). Lista de las aves de España. Sociedad Española de Ornitología / BirdLife. Madrid. <http://www.seo.org/media/docs/Lista Aves multilingue.pdf>

Howell, S. N. G. y Webb, S. (2010). A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York.

Pettingill, O.S., Jr. 1970. Ornithology in the laboratory and field. Burguess Publishing Company. Minnesota, EUA.

Ralph, J., G. Geupel., P. Pyle., T. Martin., D. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Rottenborn, S. C. 1999. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities. Biological Conservation 88:289–299

Ruelas, I. E., y Aguilar, S. (2010). La avifauna urbana del parque ecológico Macuiltépetl en Xalapa, Veracruz, México. Ornitología Neotropical 21, 87-103.

SEMARNAT. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgos y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación, Segunda Sección. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Mamíferos

Aranda, M. 2012. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 212 p.

Arévalo J. 2001. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestre en áreas de conservación. Asociación Conservacionista de Monteverde.

BALAM, Proyectos Ecológicos S. A. de C.V., S/F. Programa de estudios regional para monitoreo y evaluación de mamíferos terrestres y arborícolas de la península de Yucatán, México. Agrupación Peninsular de energías renovables A.C. (APER). Los Naranjos Reynosa, Tamaulipas.

Cruz-Jácome, O., López-Tello, E., Delfín-Alfonso, C. A. y Mandujano, S. (2015). Riqueza y abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en una localidad en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. Therya, 6: 435-448.

Dieterich, H. Nueva Guía para la Investigación Científica. Ciudad de México, Editorial Planeta Mexicana, 1996.

Hernández-Betancourt, S., J. A. Cimé Pool y J. Chablé Santos. 2010. Pequeños roedores. En: Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Eds. (R. Durán y M. Méndez) CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Pp. 272-273.

Manterola C., Amor D., Colchero F., Rivera A., Huerta E., Soler A. y Pallares E., 2011, El jaguar como elemento estratégico para la conservación, Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Serie acciones número 8, pp. 11-12.

Sánchez- Cordero, V. F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez- Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez- Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: 496-504.

Curva de acumulación y estimadores de riqueza de especies

Chao, A., Ma, M. C. y Yang, M. C. K. (1993). Stopping rules and estimation for recapture debugging with unequal failure rates. Biometrika, 80: 193-201.

Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. y Shen, T. J. (2005). A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. Ecology Letters, 8: 148-159.

Chazdon, R. I., Colwell, R. K., Denslow, J. S. y Guariguata, M. R. (1998). Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. En F. Dallmeier y J. Comiskey (Eds.): Forest Biodiversity Research Monitoring and Modeling. Conceptual Background and Old-World Case Studies, pp. 285-309. Parthenon Publishing, París, France.

Colwell, R. K. y Coddington J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences, 345: 101-118.

Colwell, R.K. (2013). Estimates, Version 9.1.0: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Disponible en http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/. Consultado el 09/03/19.

Condit, R., Hubbell S. P., Lafrankie, J. V., Sukumar, R.; Manokaran, N., Foster, R. B. y P.S. Ashton. (1996). Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. Journal of Ecology, 84-4: 549-562.

Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología 8: 151-161.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos, 113: 363.

Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. Ecology, 88: 2427-2439.

Lee, S. y Chao, A. (1994). Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. Biometrics, 50: 88-97.

Lee, S.-M. y Chao, A. (1994). Estimating population size via sample coverage for closed capture-recapture models. Biometrics, 50: 88-97.

Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, N. Y.

Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell, Oxford.

Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. Annual Review of Ecological and Systematics, 5: 285-307.

Walther, B. A. y Morand, S. (1998). Comparative performance of species richness estimation methods. Parasitology, 116: 395- 405.

PROYECTO:

Fideicomiso Aeroderivadas, Unidades Aeroderivadas Riviera Maya CTG Nizuc

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

V.1 Introducción 3
V.2 Identificación de impactos 3
V.2.1. Lista de actividades relevantes de las obras del Proyecto 3
V.2.2. Lista de factores o componentes ambientales 5
V.3. Metodología para evaluar los impactos ambientales 6
- **Descripción de los impactos ambientales identificados** 8

V.3.2 Valoración de la significancia de los impactos 10
V.3.3 Resultados de la valoración de los impactos 11
V.4 Análisis de la evaluación de los impactos ambientales del proyecto 13
V.5 Evaluación del impacto a la calidad del aire 14
Resultados 14
Conclusiones y recomendaciones 14
V.6 Conclusiones 17

V.1 Introducción

En esta sección se identificarán los impactos relevantes y significativos que pueden presentarse sobre los factores ambientales descritos en el Sistema Ambiental Regional (SAR), a fin de evaluarlos y proponer las medidas pertinentes de prevención, mitigación y compensación; se analiza, además, si resultarán impactos acumulativos y residuales.

La evaluación de los impactos se llevó a cabo considerando cuatro aspectos fundamentales:

1*. Lista de actividades y acciones de proyecto*: el proyecto se definió en tres etapas a) Preparación de Sitio e Instalación, b) Operación y Mantenimiento y c) Desmantelamiento; a partir de esto se definieron las obras y actividades que pueden provocar impactos ambientales.

2*. Lista de factores ambientales*: son los elementos del ambiente que pueden ser impactados por las obras y actividades del proyecto, tanto en el "Área del Proyecto" como en el Sistema Ambiental Regional (SAR).

3*. Interacciones ambientales*: Mediante una matriz tipo Leopold (1979) se identificaron las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales.

4*. Calificación de impactos*: Las interacciones identificadas fueron evaluadas cuantitativamente. Se determinó la significancia de los impactos ambientales mediante la metodología propuesta por Bojórquez Tapia, *et al.* (1988), la cual considera en su algoritmo de calificación tanto criterios básicos (magnitud, extensión y duración) como complementarios (sinergia, acumulación y controversia), así como a las medidas de mitigación.

V.2 Identificación de impactos

V.2.1. Lista de actividades relevantes de las obras del Proyecto

Para esta sección se analizaron las actividades más relevantes del proyecto, las cuales están referidas en el Capítulo II, considerando las etapas de: Preparación de Sitio e Instalación, Operación – Mantenimiento y Desmantelamiento. La lista de actividades y acciones que resultó se indica en la **Tabla V. 1.**

Tabla V.1. *Lista de actividades relevantes por etapa del Proyecto*

Etapa	Actividad	Descripción
Preparación del sitio	Preparación del área de instalación	Desmantelamiento de estructuras existentes en algunas de las áreas donde se instalarán la unidad generadora y trasformadores, así como labores de limpieza.
Instalación de la UME	Instalación de Unidad Móviles	La unidad es del tipo móvil, por lo que cuentan con un remolque y plataforma propios; se trasladaron por medio de tracto camiones que las ubicarán en el sitio asignado para su instalación, una vez ubicadas en el sitio, se procederá a la fijación y nivelación.
	Obra electromecánica	● Sistemas de tierras y protecciones eléctricas a tierra. Vinculación entre una malla de puesta tierra, con los bornes de puesta a tierra de todos los equipos y estructuras metálicas que forman parte de la unidad generadora. La malla de puesta a tierra está íntegramente construida con cable conductor, enterrada a una profundidad mínima de 60 cm. La malla tiene un diseño reticulado. Se extiende por todas las áreas donde se montará la unidad generadora. ● Montaje Electromecánico general Desde aguas abajo del interruptor del generador, se efectúa un tendido en baja tensión sobre bandejas porta-cables metálicas con cable conductor, hasta los bornes de baja tensión de los respectivos transformadores elevadores. Luego se vincula el lado de media tensión de cada transformador a un interruptor, que conecta la barra colectora de salida de cada unidad. Estas barras de salida se conectan a los bornes de entrada del transformador de elevación de la subestación eléctrica Nizuc.
Operación y Mantenimiento	Pruebas Preoperatorias y Puesta en servicio	Una vez terminada la instalación de la unidad, se realizarán pruebas de funcionamiento de cada uno de los componentes, para verificarlos, ajustarlos y calibrarlos. Asimismo, se asegurará que funcionen adecuadamente el encendido, arranque, alimentación de combustible, así como la generación, transformación y transmisión de la electricidad. Durante la puesta en servicio de la unidad generadora se utilizará como combustible de prueba diésel.
	Mantenimientos preventivo, mayor y correctivo.	Los tipos de mantenimiento que se realizaran durante la operación del Proyecto son: a) Mantenimiento preventivo. Actividad continua que se da en supervisar y corregir presiones, niveles, temperaturas y depósitos de los diferentes equipos que lo requieran para evitar fallas de funcionamiento. En este caso, de manera general, el mantenimiento preventivo consistirá en las siguientes actividades: ● Revisiones periódicas cada 250-500 horas de operación (cambio de aceite, filtros de aire/combustible, inspección de inyectores). ● Limpieza del sistema de refrigeración y verificación del alternador. ● Verificación de que la temperatura del refrigerante se mantenga dentro de un rango óptimo para evitar sobrecalentamiento o daños al motor. ● Verificación del nivel del refrigerante para el adecuado funcionamiento del sistema de enfriamiento.

Etapa	Actividad	Descripción
		b) Mantenimiento mayor. Actividad que se da para verificar el buen funcionamiento de los equipos durante el paro de la unidad. c) Mantenimiento correctivo. Actividad que consiste principalmente en sustituir componentes o equipos en mal estado.
Desmantelamiento y Abandono de las instalaciones	Desmantelamiento	Dentro de dicho programa se consideran como actividades principales ● Retiro de infraestructura y equipos ● Limpieza y acondicionamiento del predio ● Si llegará a ser necesario, se realizará restauración de suelos. Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se dejará el terreno libre de escombros; de igual manera, instalaciones superficiales y enterradas. Respecto al suelo, se identificarán las áreas que potencialmente se hubieran contaminado durante la operación de la unidad, procediendo a su saneamiento. Los residuos sólidos municipales y cascajos se trasladarán a sitios autorizados por el municipio. Todos los residuos susceptibles de reciclar, tales como madera, metal, cartón y papel serán llevados a centros de acopio y reciclaje. Los residuos peligrosos serán manejados estrictamente conforme a la normativa respectiva.

V.2.2. Lista de factores o componentes ambientales

En la Tabla V.2, se describe la lista de los factores físicos y bióticos que se elaboró a partir de lo descrito en el Capítulo IV, indicando además sus cualidades o componentes que los distinguen y que pueden ser afectados por las acciones más relevantes del proyecto.

También en la Tabla V.2 se describe de manera general la forma como las acciones más relevantes del proyecto interactuarán con los factores ambientales.

Tabla V.2. Lista de factores ambientales en los que incidirán las actividades del Proyecto

Factor	Posibles interacciones o impactos
Suelo	• Alteración puntual de su estructura por las actividades de limpieza, nivelación, excavaciones y cimentaciones. • Contaminación por derrames accidentales de lubricantes o combustibles y por la disposición inadecuada de residuos.
Agua	• Contaminación por derrames accidentales de lubricantes o combustibles y por la disposición inadecuada de residuos.
Calidad del Aire	• Emisión de gases y partículas de vehículos y maquinaria. • Emisión de polvos producto de las excavaciones. • Aumento de la concentración de contaminantes en el aire-ambiente, por la operación de la unidad generadora.
Confort sonoro	• Aumentará el ruido producido por la unidad generadora, equipos, maquinaria y vehículos.
Fauna	• Perturbación de la fauna silvestre al interior del predio. • Fauna accidentada por desarrollo de obras y actividades y, por la circulación de vehículos y maquinaria. • Caza furtiva o extracción de especímenes que puedan encontrarse en los alrededores del predio la Central.
Vegetación	• Afectación de jardines existentes en el predio por actividades del proyecto.
Calidad paisajística	• La pluma de emisiones por la operación de la Central aumentará.
Socio-económico	• Derrama económica en la región, por demanda de insumos, servicios y mano de obra que requiere el proyecto. • Se reforzará el sistema eléctrico de la región de Cancún, con lo cual se garantizará la adecuada prestación del servicio eléctrico, el que resulta esencial para el funcionamiento de los servicios urbanos de alumbrado, saneamiento, salud, cultura, recreación, así como para las actividades turísticas, de gobierno, industriales y agropecuarias.

V.3. Metodología para evaluar los impactos ambientales

En la evaluación de impactos ambientales del proyecto, se optó por aplicar los conceptos metodológicos que propone Bojórquez-Tapia *et al.* (1988).

V.3.1 Determinación de las interacciones entre proyecto y ambiente

El proceso de identificación de impactos ambientales consistió en identificar las interacciones existentes (causa-efecto) de las actividades del proyecto vs los factores ambientales que se describen en el capítulo IV, mediante la adecuación de una matriz de tipo Leopold (1971); se ordenaron dichas interacciones como se indica en la tabla V.3. La existencia de interacción se marcó con "el número consecutivo" sobre la celda; marcándola en color rojo si la interacción es negativa y en color azul si la interacción es positiva.

En la siguiente matriz (tabla V.3) se presentan las posibles interacciones o impactos considerados durante las distintas etapas del proyecto indicando si la interacción negativa o positiva. Las celdas marcadas consideran aquellos cruces que pueden ser relevantes,

excluyendo las que no tienen relevancia; lo anterior, a partir de un análisis objetivo y mesurable, considerando lo que sucederá en el tiempo y espacio.

De acuerdo, con la matriz realizada, en la tabla V.3 se hace un resumen de las interacciones por etapa del proyecto y componentes físicos, bióticos, socioeconómico y regional. Se identifican un total de 37 potenciales interacciones o impactos de las actividades del Proyecto sobre los factores ambientales: 25 negativas y 12 positivas, desglosadas por etapa del proyecto.

Ambas tablas (tabla V.3 y V.4) se presentan en formato Excel, en el anexo V.1.

Tabla V.3. *Matriz de interacción-identificación entre factores ambientales y actividades del proyecto*

	Preparación del sitio e instalación			Operación y mantenimiento		Retiro y desmantelamiento			
Actividad- Acción / Factor	Obras civiles	Obras electromecánicas	Instalación de la UME	Operación de la UME	Mantenimiento de la UME e interconexión	Retiro de equipos	Desmantelamiento y retiro de infraestructura	Limpieza y nivelación de terreno	Totales
Suelo	1	1	1		1	1	1	1	7
Agua	1	1			1	1			4
Calidad del aire	1			1				1	3
Confort sonoro- nivel de ruido	1	1		1			1	1	5
Vegetación	1				1			1	3
Fauna silvestre	1				1		1	1	4
Calidad paisajista	1			1			1	1	4
Interacciones negativas	7	3	1	3	4	2	4	6	30
Economía local	1	1	1	1	1	1	1	1	8

Tabla V.4 Comparación de interacciones identificadas entre factores y etapas del proyecto

COMPONENTE	Preparación del Sitio e Instalación	Operación y Mantenimiento	Retiro y Desmantelamiento	TOTAL
SUELO	3	1	3	7
AGUA	2	1	1	4
CALIDAD DEL AIRE	1	1	1	3
CONFORT SONORO	2	1	2	5
VEGETACIÓN	1	1	1	3
FAUNA	1	1	2	4
PAISAJE	1	1	2	4
Interacciones Negativas	11	7	12	30
SOCIOECONOMICO	3	2	3	8

- **Descripción de los impactos ambientales identificados**

En función de lo anterior, se tienen las siguientes descripciones de las interacciones o impactos ambientales identificados. Se detectaron en total 38 posibles interacciones o impactos sobre los componentes y factores ambientales relacionados con las actividades consideradas para la instalación del proyecto, su operación y mantenimiento y, en su caso, el desmantelamiento de la infraestructura; a continuación, se hace referencia a los mismos:

- En total, se identificaron 30 interacciones negativas y ocho positivas

Distribución de los impactos por etapa del proyecto:

- Preparación del Sitio e Instalación: Tres (3) positivos y once (11) negativos.
- Operación y mantenimiento: Dos (2) positivos y siete (7) negativos.
- Desmantelamiento: Tres (3) positivos y doce (12) negativos.

La distribución de los posibles impactos por componente ambiental se identificó conforme a lo siguiente:

- Suelo: Siete impactos negativos
- Agua: Cuatro negativos
- Aire: Tres negativos
- Confort Sonoro: Cinco negativos.
- Vegetación: Tres negativos
- Fauna: Cuatro negativos
- Paisaje: Cuatro negativos
- Socioeconómico: Ocho positivos

El suelo y confort sonoro son los factores ambientales donde se identificaron más interacciones, siete y cinco, respectivamente; principalmente por eventuales contaminaciones por manejos inadecuados de residuos, sustancias y combustibles. Respecto al confort sonoro, se está considerando que todas las obras y actividades del proyecto aumentarán los niveles de ruido en el ámbito de las instalaciones de la CTG y SE Nizuc.

El factor socioeconomía también presentan una alta incidencia de interacciones, aunque de tipo positivo. Todos los impactos al factor socioeconómico resultan positivos, en función de que se tendrá una importante derrama económica en la región, por los insumos, servicios y mano de obra que requiere el proyecto; mientras que se respaldará el sistema eléctrico de la Península de Yucatán en la región Cancún – Riviera Maya, con lo cual se garantizará la adecuada prestación del servicio eléctrico, resultando esencial para brindar los servicios urbanos de alumbrado, saneamiento, salud, cultura, recreación, así como para las actividades turísticas, de gobierno, agropecuarias e industriales durante el verano, cuando se incrementa la demanda del servicio por las altas temperaturas de la zona y el periodo vacacional.

Con relación a la calidad visual del paisaje, esta puede verse afectada por la presencia de las nuevas unidades y por la percepción de plumas de contaminantes.

Las obras y actividades del Proyecto tendrán incidencia marginal sobre los factores Vegetación y Fauna, en virtud de que éste se desarrollará por completo dentro del predio de la CTG Nizuc, la cual se ubica en zona urbana, donde los elementos bióticos existentes dentro del predio corresponden a especies ornamentales que han formado parte de las áreas ajardinadas de la actual CTG Nizuc. Respecto a la presencia de fauna, las especies identificadas corresponden a especies que se han adaptado a las condiciones urbanas y que ocasionalmente ingresan al predio de la CFE, tratándose principalmente de aves y algunos reptiles. No obstante, en el capítulo VI se incluyen medidas de prevención dirigidas a sensibilizar al personal que trabaje en las etapas del Proyecto, enfocadas al cumplimiento de las medidas y buenas prácticas para el cuidado al ambiente y los recursos naturales.

Sin duda, el impacto a la calidad del aire durante la etapa operativa será la principal afectación ambiental del proyecto. Más adelante se aborda de manera específica lo referente a este tema.

V.3.2 Valoración de la significancia de los impactos

Para valorar la significancia de los impactos ambientales identificados, se empleó el método de Bojórquez-Tapia, et al (1998), mediante la aplicación de un conjunto criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores.

Los criterios de valoración empleados fueron los siguientes:

Criterios básicos:

Magnitud (M). Intensidad de la afectación en el área de impacto

Extensión (E). Área de afectación con respecto a la disponible con la zona de estudio

Duración (D). Tiempo del efecto

Criterios complementarios:

Sinergia (S). Actividad que al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementan más allá de la suma de cada uno de ellos.

Acumulación (A). Efectos aditivos entre impactos del mismo tipo, derivados de acciones que ocurrieron en el pasado o que siguen ocurriendo.

Controversia (C). Percepción de la población involucrada al proyecto.

Mitigación (T). Posibilidad de aplicar medidas de corrección (prevención, control, mitigación, compensación o restauración).

Estos criterios se evalúan bajo la escala ordinal del 1 al 9, dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente ambiental. Los criterios calificadores de certeza y regulaciones ambientales sólo se valoran como presentes o ausentes.

Posteriormente se vuelve a calcular la significancia de la interacción considerando las medidas de mitigación. Al criterio de mitigación (T), se le asignan de la misma manera valores de 1 a 9.

Finalmente se clasifican los impactos conforme al valor final obtenido y a la siguiente escala de significancia (Tabla V.5):

Tabla V.5. *Escala de significancia*

Valor del índice de impacto	Clasificación del impacto
0 – 0.25	Bajo
0.26 – 0.49	Moderado
0.50 – 0.74	Alto
0.75 –1.00	Muy Alto

En la Tabla V.6, se describe los índices y fórmulas para determinar la valoración de la significancia de los impactos ambientales identificados y descritos previamente.

Tabla V.6. *Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos*

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
Criterios básicos	$MED_{ij} = \frac{1}{27}\left(M_{ij} + E_{ij} + D_{ij}\right)$
Criterios complementarios	$SAC_{ij} = \frac{1}{27}\left(S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}\right)$
Significancia parcial	$I_{ij} = \left(MED_{ij}\right)^{\left(1-SAC_{ij}\right)}$
Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9}\left(T_{ij}\right)\right]$

Donde: M_{ij} = Magnitud; E_{ij} = Extensión espacial; D_{ij} = Duración; S_{ij} = Efectos sinérgicos; A_{ij} = Efectos acumulativos; C_{ij} = Controversia; I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto; S_{ij} = Significancia final del impacto; y T_{ij} = Medida de mitigación factible y eficiente.

El método de Bojórquez-Tapia et al (1998), asume que cualquier impacto tiene, al menos, magnitud, extensión y duración, por lo que los criterios básicos son indispensables para definir una interacción. Por otra parte, los criterios complementarios pueden o no ocurrir, pero si se presentan provocan un incremento en el impacto. Por el contrario, la mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, reduce la significancia del impacto. Los criterios calificadores no modifican el impacto, pero indican la capacidad predictiva de la evaluación. De esta manera, los criterios básicos definen las características directas e inmediatas, los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior y los calificadores relacionan a los otros dos con el fundamento técnico de la predicción.

V.3.3 Resultados de la valoración de los impactos

En la **Tabla V.7.** se presentan los resultados de la valoración de los impactos ambientales previamente identificados para el Proyecto, aplicando la metodología y criterios antes descritos. En el Anexo V.2 se presenta la matriz de valoración en formato Excel.

Tabla V.6. Valoración y significancia de los impactos ambientales que podría generar el Proyecto

FACTOR	Etapa del Proyecto	MAGNITUD M	EXTENSIÓN E	DURACIÓN D	ÍNDICE BÁSICO (MED)	SINERGIA S	ACUMULACIÓN A	CONTROVERSIA C	ÍNDICE COMPLEMENTARIO (SAC)	SIGNIFICANCIA PARCIAL (I)	MITIGACIÓN	SIGNIFICANCIA FINAL (S)
SUELO	Preparación de Sitio - Instalación	5	2	5	0.44	1	1	1	0.11	0.49	5	0.22
	Operación - Mantenimiento	3	2	5	0.37	1	1	1	0.11	0.41	5	0.18
	Abandono	4	2	5	0.41	1	1	1	0.11	0.45	5	0.20
AGUA	Preparación de Sitio - Instalación	5	2	5	0.44	1	1	1	0.11	0.49	5	0.22
	Operación - Mantenimiento	3	2	5	0.37	1	1	1	0.11	0.41	5	0.18
	Abandono	4	2	5	0.41	1	1	1	0.11	0.45	5	0.20
AIRE	Preparación de Sitio - Instalación	4	2	5	0.41	7	7	7	0.78	0.82	6	0.27
	Operación - Mantenimiento	7	7	5	0.70	8	8	8	0.89	0.96	3	0.64
	Abandono	4	2	5	0.41	7	7	7	0.78	0.82	6	0.27
VEGETACIÓN	Preparación de Sitio - Instalación	2	2	5	0.33	1	1	1	0.11	0.38	5	0.17
	Operación - Mantenimiento	1	1	5	0.26	1	1	1	0.11	0.30	5	0.13
	Abandono	2	2	5	0.33	1	1	1	0.11	0.38	5	0.17
FAUNA	Preparación de Sitio - Instalación	4	2	5	0.41	4	4	4	0.44	0.61	6	0.20
	Operación - Mantenimiento	4	2	5	0.41	4	4	4	0.44	0.61	6	0.20
	Abandono	4	2	5	0.41	4	4	4	0.44	0.61	5	0.27
PAISAJE	Preparación de Sitio - Instalación	4	2	5	0.41	3	3	3	0.33	0.55	5	0.24
	Operación - Mantenimiento	5	7	5	0.63	8	8	8	0.89	0.95	5	0.42
	Abandono	1	2	5	0.30	3	3	3	0.33	0.44	5	0.20

V.4 Análisis de la evaluación de los impactos ambientales del proyecto

1. Alteración puntual de la estructura del suelo, debido a la nivelación de algunas áreas del predio, así como por las excavaciones y cimentaciones que se tienen previstas como parte de las obras civiles. También pueden presentarse derrames accidentales de lubricantes o combustibles y la disposición inadecuada de residuos. Estos impactos podrían ocurrir en las diferentes etapas del proyecto y se encuentran asociados al desarrollo de diferentes actividades. Sin embargo, se espera una alta eficacia de las medidas de mitigación, vigilando que se cumpla con la normatividad aplicable y documentando este cumplimiento a través del sistema de gestión ambiental.
2. Alteración del confort sonoro por la emisión de ruido durante la realización de las diversas obras y actividades del proyecto. La emisión de ruido, durante la etapa de operación del proyecto puede resultar sinérgico y también acumularse al efecto de otras fuentes de ruido en la zona del proyecto; sin embargo, el efecto de las medidas resulta fundamental para el control de dicho impacto, destacando para ello las relacionadas con el mantenimiento oportuno para la correcta y eficiente operación de la unidad generadoras, la insonorización las carcasas de los motores, el mantenimiento vehicular y, en general el control que se llevará con base en la aplicación del programa de monitoreo de ruido perimetral.
3. Fauna accidentada por desarrollo de obras y actividades y, por la circulación de vehículos y maquinaria. Aunque estos impactos se consideran marginales, se tienen programadas pláticas de sensibilización al personal que trabaje en obra, sobre el respeto a la biodiversidad como parte de las buenas prácticas que habrán de llevarse a cabo en todas las etapas del proyecto.
4. La pluma de emisiones aumentará afectando la calidad paisajística. Se prevé que este impacto tenga efectos sinérgicos y acumulativos con las emisiones de otras fuentes que se generan en la zona de estudio. Es fundamental la oportuna aplicación del programa de mantenimiento, conforme a las indicaciones del tecnólogo proveedor.
5. La afectación de la calidad del aire será el impacto con el más alto valor de significancia, debido a la emisión de gases y partículas por el uso de vehículos y maquinaria, por la limpieza, nivelación y cimentaciones en el predio y, principalmente, por la operación de la unidad generadora. Estos impactos se presentarán de manera más significativa durante la etapa de operación del proyecto e incidirán principalmente sobre la calidad del aire debido a las emisiones a la atmósfera por la combustión del diésel. Se verificará que las concentraciones de contaminantes se mantengan, en todo momento, por debajo de los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables (NOM-023-SSA1-2021, NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019 y NOM-025-SSA1-2021).

De manera general, respecto a las medidas de mitigación, destaca que el cumplimiento de la normatividad aplicable para las diferentes temáticas; en dicho sentido, se respetarán los niveles máximos permisibles que se establecen en las respectivas normas; para lo anterior, la aplicación de buenas prácticas, la capacitación al personal sobre el manejo adecuado de residuos y el correcto mantenimiento de vehículos y maquinaria que habrán de usarse durante el desarrollo de las obras y actividades en cada una de las etapas del proyecto; así como la aplicación de los programas específicos para el mantenimiento vehicular, para el manejo integral de residuos, para el rescate y reubicación de fauna, en su caso, para el monitoreo de ruido y de emisiones a la atmosfera, el oportuno mantenimiento de la unidad, conforme a las recomendaciones técnicas del tecnólogo fabricante, para lograr el óptimo funcionamiento del proyecto, entre otras medidas, resultan obligatorios para mantener estos impactos debidamente controlados.

Respecto al ruido, se realizarán los mantenimientos preventivos y correctivos necesarios para que la operación de los componentes mecánicos de la unidad generadora funcione de acuerdo con las especificaciones del fabricante, evitando de esta manera que los niveles de ruido salgan de norma.

Asimismo, se debe vigilar y asegurar el adecuado manejo y disposición de todos los residuos que genere el proyecto durante todas sus etapas.

V.5 Evaluación del impacto a la calidad del aire

Como se indicó anteriormente los impactos más significativos relacionados con la calidad del aire se presentarán durante la etapa de operación del proyecto, debido a las emisiones a la atmósfera por la combustión de diésel. En el Anexo V.3 se presenta el Estudio de Dispersión de Emisiones a la Atmósfera durante la Operación del Proyecto.

Resultados

De acuerdo con los datos obtenidos de la modelación de dispersión de los contaminantes atmosféricos con el software AERMOD VIEW, tanto para el Proyecto como para la CTG Nizuc que se encuentra actualmente en operación, no se tendrán valores de sus de emisiones contaminantes a la atmósfera por arriba de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa nacional aplicable.

En la siguiente Tabla V.7, se presentan las máximas concentraciones totales de los contaminantes atmosféricos evaluados de manera conjunta del Proyecto y la central en operación, sumadas a las concentraciones de fondo de la línea base de la zona de estudio, estos valores son comparados con los valores límites máximos permisibles establecidos en las normas mexicanas de calidad del aire.

Tabla V.7 Concentraciones máximas estimadas de los contaminantes evaluados

Contaminante	Total*	LMP	% debajo de la NOM
Máximo 24 Hrs - SO2 (µg/m3)	23.40	104.8	-77.67
Máximo 1 Hr - NO2 (µg/m3)	134.8	200	-32.60
Máximo 24 Hrs - PM10 (µg/m3)	10.81	50	-78.38
Máximo 8 Hr - CO (µg/m3)	3,126.03	10,000	-68.74

Para el caso de las emisiones gaseosas de NO_2, SO_2, y CO, las concentraciones se estimaron a un -32.60%, -77.67% y -68.74% respectivamente por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en las normas de calidad del aire.

De igual manera las concentraciones de las partículas PM_{10}, los valores máximos estimados se determinaron en -78.38% por debajo de los límites máximos permisibles de la norma de calidad del aire correspondiente.

Conclusiones y recomendaciones

En materia de calidad del aire, el Proyecto, de acuerdo, con las estimaciones realizadas mediante el modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos, Aermod View, las condiciones meteorológicas y las condiciones topográficas del sitio, así como las condiciones operativas de la UME que utilizará diésel como combustible principal, no se excederán los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable, aun operando simultáneamente con la CTG Nizuc.

Es importante que, una vez que entre en operación el Proyecto, se cuente con un plan de contingencia de la calidad del aire para llevar un monitoreo y control tanto de sus emisiones emitidas de la unidad de generación eléctrica, así como de los posibles impactos a la calidad del aire en las zonas de influencia del Proyecto.

En las figuras V.1 a la V.4 se presentan las curvas de isococentración para cada uno de los contaminantes evaluados, las gráficas se reportan en un periodo de seis meses de operación (mayo a octubre), considerando diésel como combustible principal para ambas centrales.

Las isolíneas de concentración de los contaminantes emitidos por el proyecto muestran las áreas con mayor tendencia en el periodo evaluado por donde se dispersará la pluma de contaminantes, de acuerdo con las estimaciones del modelo matemático de dispersión de contaminantes atmosféricos y datos meteorológicos del año 2025.

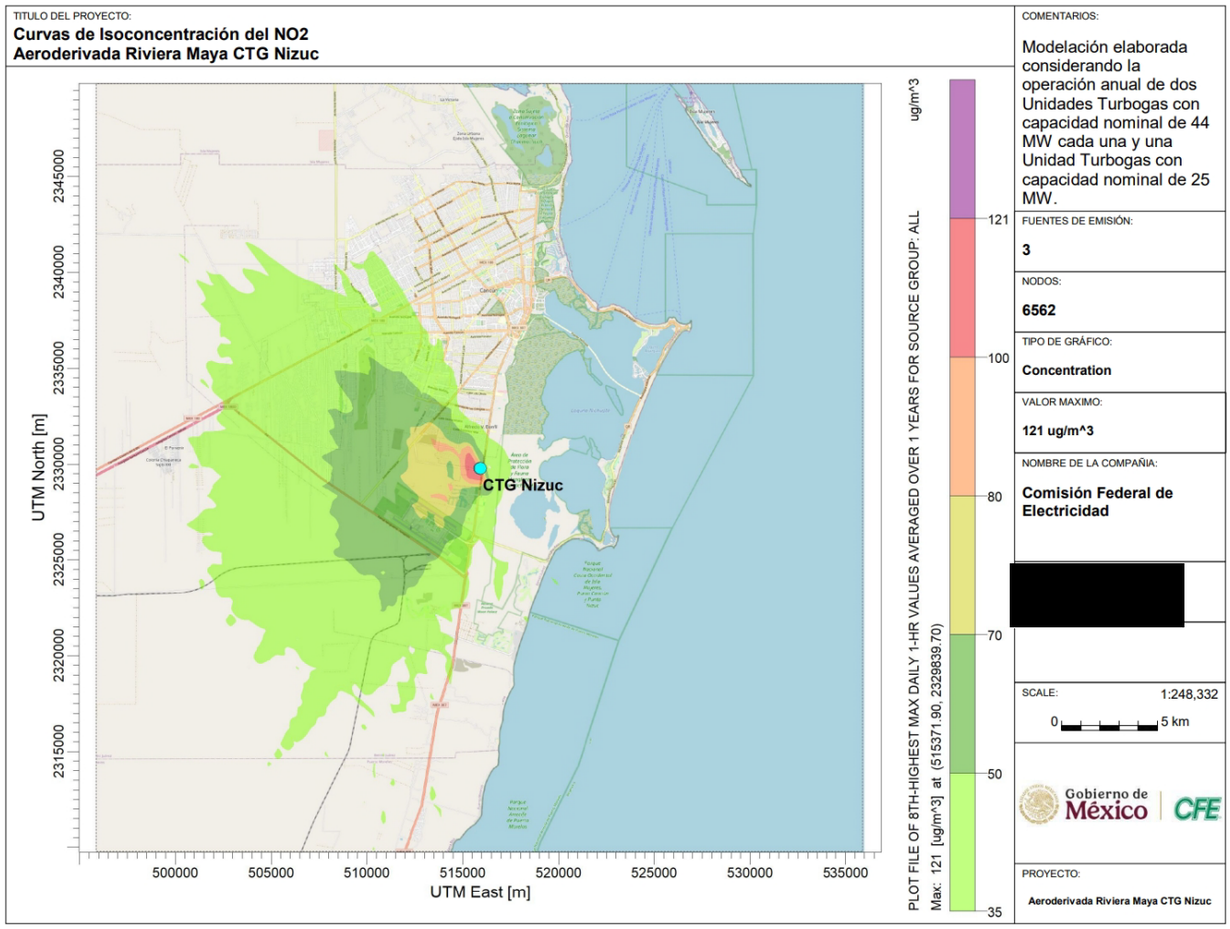


Figura 1.- Curvas de Isococentración para el NO_2 evaluado a 1 hr.
Proyecto Aeroderivada Riviera Maya CTG Nizuc, más la CTG Nizuc.

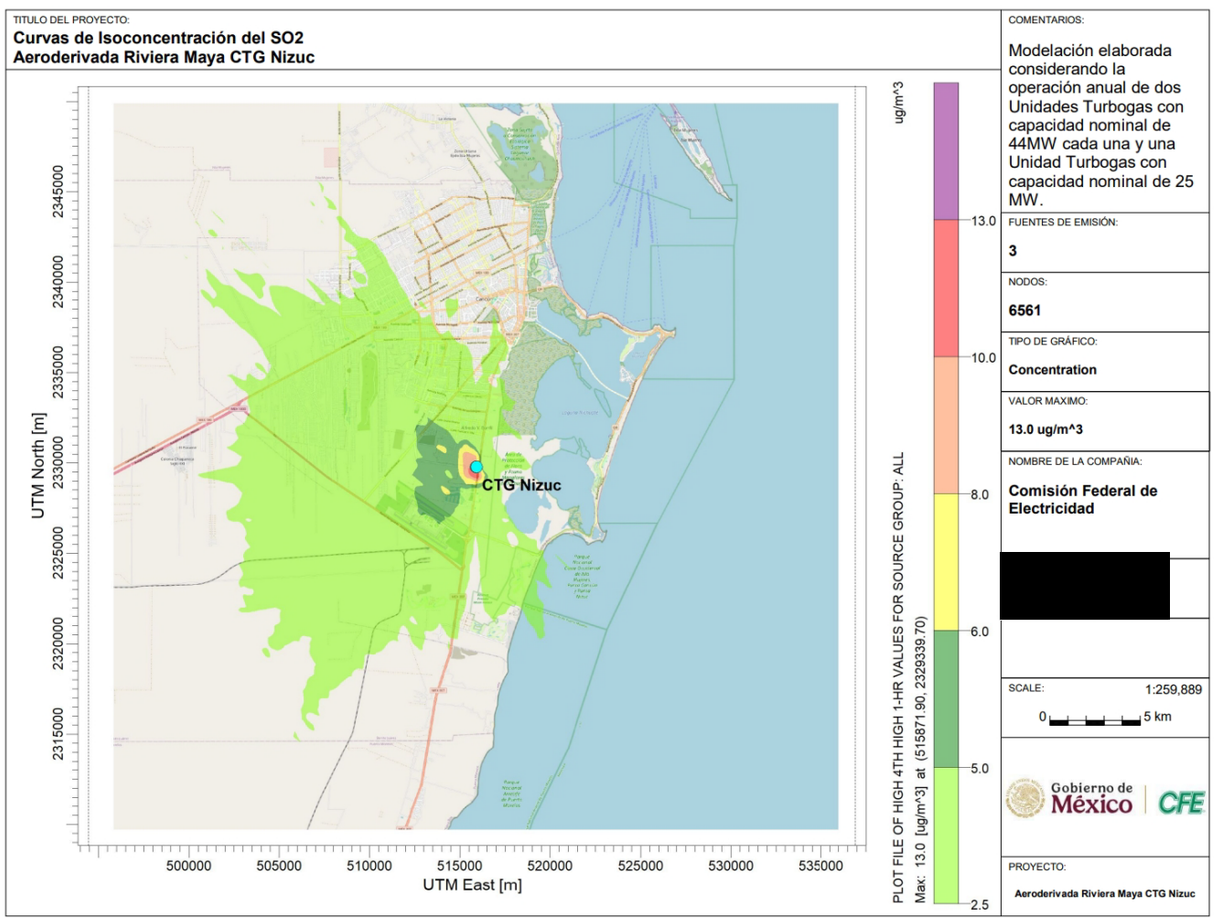


Figura 2.- Curvas de Isococentración para el SO_2 evaluado a 24 hrs.
Proyecto Aeroderivada Riviera Maya CTG Nizuc, más la CTG Nizuc.

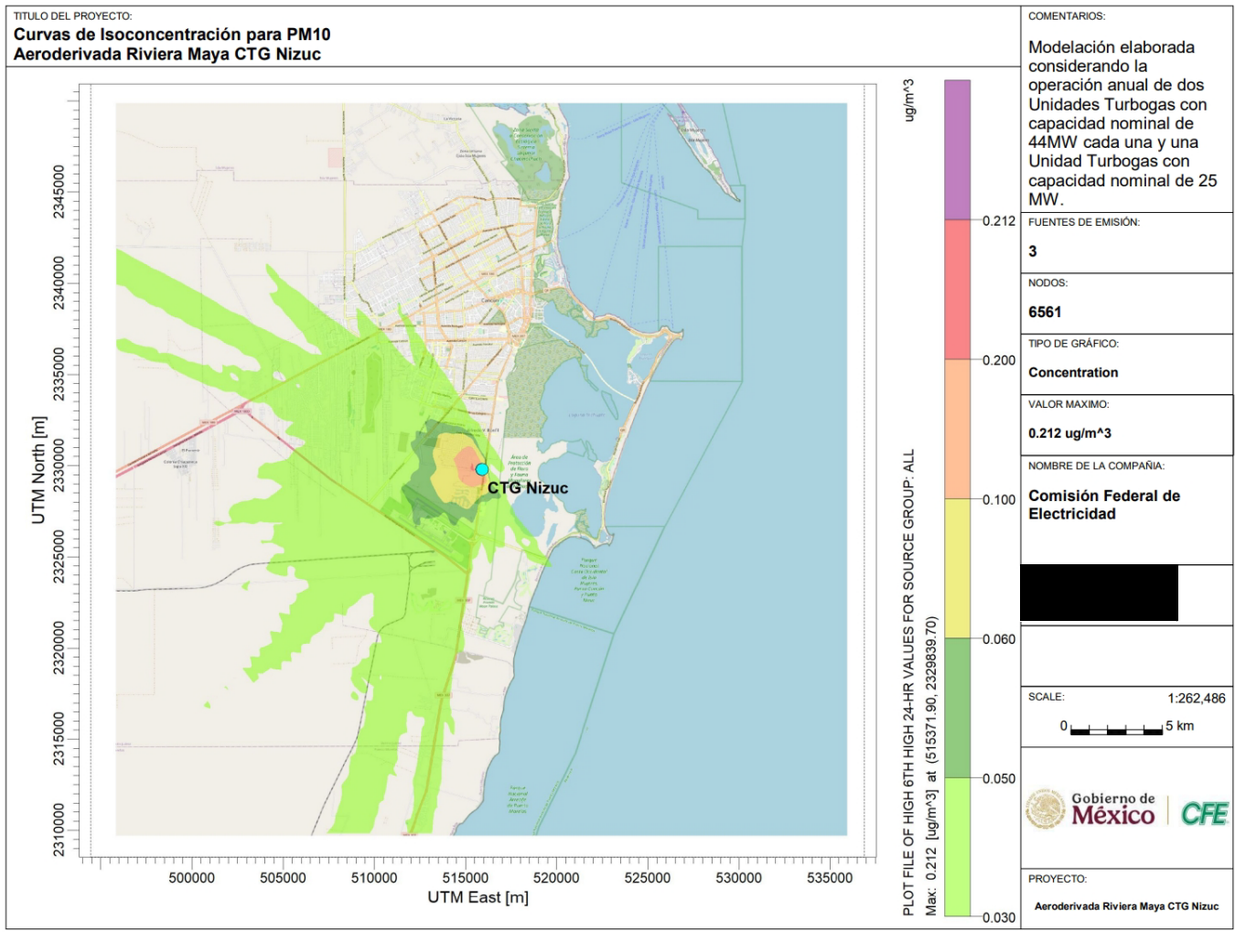


Figura 3.- Curvas de Isococentración para el PM_{10} evaluado a 24 hrs.
Proyecto Aeroderivada Riviera Maya CTG Nizuc, más la CTG Nizuc.

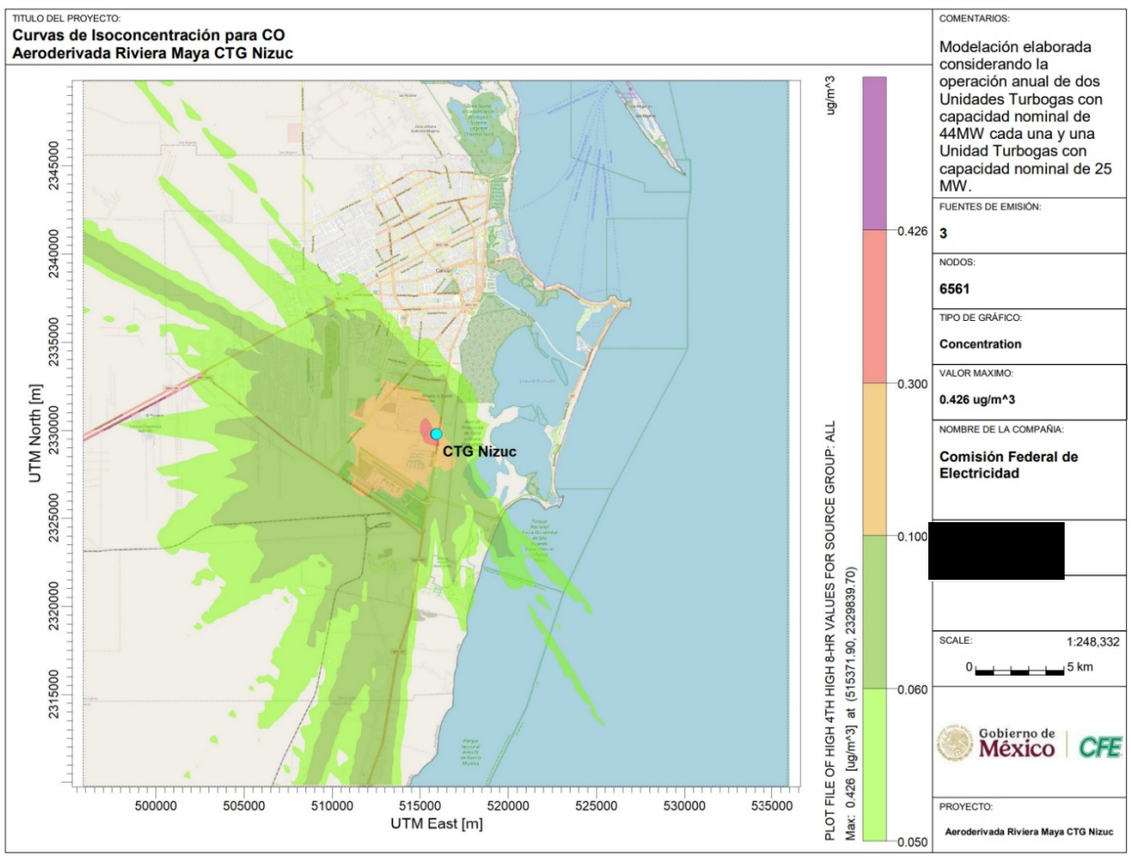


Figura 4.- Curvas de Isococentración para el CO evaluado a 8 hrs.
Proyecto Aeroderivada Riviera Maya CTG Nizuc, más la CTG Nizuc.

V.6 Conclusiones

Con la consideración de los impactos acumulativos, las concentraciones estimadas por el modelo de dispersión dentro de la zona de influencia del proyecto resultaron por debajo de los límites máximos permisibles de calidad del aire establecidos en la normativa correspondiente.

Se considera que las obras y/o actividades del Proyecto, no ocasionarán impactos que puedan poner en riesgo al Sistema Ambiental Regional.

En el Capítulo VI de esta MIA-R se proponen las acciones y/o medidas específicas que se realizarán para la prevención y mitigación de los impactos ambientales que ocasione la ejecución del proyecto.

Se tendrán impactos positivos por la derrama económica y el reforzamiento del sistema eléctrico en la región de Cancún – Riviera Maya, lo que asegurará el abasto de energía tanto para la población, servicios públicos y actividades productivas.

Impactos residuales

Dado que el método de evaluación de impactos ambientales utilizado considera a las medidas de mitigación como uno de los criterios de calificación de la significancia, al final del Capítulo VI se presenta un apartado sobre los impactos residuales, considerándolos como aquellos que persisten después de la aplicación de las medidas de mitigación.

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Contenido

VI.1 Enfoque general para definir las medidas _____ *3*
VI.2. Descripción de las medidas _____ *3*
VI.2.1 Mitigación de impactos sobre la calidad del aire: _____ **6**
VI.2.2. Mitigación de impactos sobre los recursos naturales _____ **6**
VI.2.3. Mitigación de impactos ocasionados por la generación de residuos _____ **6**
VI.2.4. Mitigación de impactos relativos al agua _____ **7**
VI.2.5. Medidas sobre Seguridad e Higiene Industrial _____ **8**
VI.2.6. Mitigación de impactos ocasionados por ruido _____ **8**
VI.2.7. Generales _____ **8**
V.3. Impactos residuales _____ *9*

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Enfoque general para definir las medidas

En la evaluación de impactos que se describió en el capítulo V se describieron diversos criterios que, en suma, determinan la significancia final de cada impacto. Uno de los criterios utilizados fue la existencia de medidas de mitigación para disminuir el efecto de los impactos evaluados. Al examinar cada relación se consideró disminuir el impacto y el tipo de acciones necesarias para ello.

El objetivo de considerar medidas de mitigación concretas y viables es el de disminuir el valor de significancia del impacto. Así se obtuvo una cuantificación final, que expresa la magnitud real de los impactos después de considerar la ejecución de las medidas de mitigación. De esta manera, cuando una interacción cuenta con medida de mitigación, su valor final es significativamente inferior al obtenido sólo con los criterios básicos y complementarios (significancia parcial), lo cual resalta la importancia de vigilar su adecuada aplicación.

Con respecto a la escala espacial, estas medidas serán aplicadas dentro de los límites del área del proyecto, es decir, en el polígono de la CTG y SE Nizuc.

Por lo que se refiere al momento de su aplicación, CFE verificará que las medidas de mitigación se ejecuten en los momentos oportunos, acorde con el programa de vigilancia que se detalla más adelante, a fin de que se puedan evitar impactos secundarios no deseables.

La identificación de las medidas de mitigación de los impactos ambientales se sustenta en la premisa de que los impactos pueden reducirse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto, con enfoque ambiental, la aplicación de los criterios de selección del sitio descritos en el Capítulo II y un cuidado especial de la supervisión durante las etapas del proyecto.

Las medidas identificadas se consideran factibles y viables, con sustento en la experiencia adquirida en el desarrollo de otros proyectos de generación eléctrica similares.

VI.2. Descripción de las medidas

La Central Turbogas y Subestación Eléctrica Nizuc, continuarán cumpliendo con la normativa ambiental aplicable, lo que se procurará mediante un Sistema de Gestión Ambiental, certificado bajo la Norma ISO-14001.

Las actividades y acciones de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se realizarán estrictamente al interior del predio de CFE, a fin de que los efectos negativos al ambiente sean los mínimos posibles y de baja significancia.

En las **Tablas VI.1 y VI.1A,** se resumen las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que se generarán en cada una de las etapas de las que consta el Proyecto.

Tabla VI.1. Medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales del Proyecto

Etapas	Actividad / Acción / obra	Factor físico y biótico	Impacto sobre el factor	Valor de significancia del impacto	Tipo de medida a aplicar	Descripción de la Medida
Preparación del sitio e Instalación	• Retiro de instalaciones existentes • Limpieza • Instalación de la unidad • Interconexión	SUELO - infiltración - calidad de suelo	• Contaminación por residuos sólidos y aguas residuales	Baja	Prevención Mitigación	• Concientizar al personal mediante pláticas de educación ambiental para evitar derrames de residuos, líquidos, aceites. • Manejar y disponer los residuos sólidos conforme a la normatividad. • Utilización de infraestructura de manejo de residuos y servicios sanitarios de la Central y Subestación NIZUC. • Manejo y disposición de residuos peligrosos estrictamente conforme a la legislación aplicable
		AGUA - calidad	• Contaminación por residuos sólidos y aguas residuales	Baja	Prevención Mitigación	
		AIRE - calidad - confort sonoro	• Contaminación por gases y partículas de vehículos, maquinaria y equipo. • Ruido por uso de vehículos, maquinaria y equipos. • Emisión de polvos de las excavaciones.	Moderada	Prevención Mitigación	• Se aplicará un programa de mantenimiento vehicular, de equipo y maquinaria cumpliendo con las normas aplicables • Se monitorearán los niveles de ruido para evitar que sobrepasen los niveles máximos establecidos en la normatividad. • Se aplicarán riegos antes y durante el despalme y excavación para evitar la dispersión de polvos. • Se cubrirán con lona los camiones que transporten tierra, grava, arena y cascajo.
		VEGETACIÓN - spp de interés económico y protegidas	• Extracción de individuos vegetales que puedan encontrarse en los alrededores de la Central.	Baja	Prevención	• Concientizar al personal, mediante pláticas de educación ambiental, sobre la protección de los recursos, a fin de evitar afectaciones y extracción ilegal de vegetación en los alrededores del proyecto.
		FAUNA - spp de interés económico y protegidas	• Caza o extracción de especímenes que puedan encontrarse en alrededores de la Central	Baja	Prevención	• Concientizar al personal, mediante pláticas de educación ambiental, sobre la protección de los recursos, con el objetivo de evitar afectaciones a la fauna silvestre, particularmente la caza furtiva y la extracción de ejemplares en los alrededores del proyecto.
		SOCIO-ECONOMICOS - economía local - servicios	• Derrama económica en beneficio de la población local. • Respaldo del sistema eléctrico de Cancún-Riviera Maya	Moderada - positiva	Potenciación Prevención	• Utilizar mano de obra y servicios, así como adquirir insumos, de las localidades cercanas al proyecto. • En el caso de detectar piezas o restos arqueológicos, se detendrán las actividades constructivas y se notificará al Instituto Nacional de Antropología e Historia; se procederá conforme lo que indique el INAH.

Tabla VI.1A. Medidas de para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales del Proyecto durante la operación y mantenimiento y posible abandono

Etapas	Actividad / Acción / obra	Factor físico - biótico	Impacto sobre el factor	Valor de significancia del impacto	Tipo de medida a aplicar	Descripción de la Medida
Operación y mantenimiento	• Instalación de la unidad • Generación de energía eléctrica usando diésel • Mantenimiento de los equipos	Suelo	• Posible contaminación con grasas y aceites o con otros residuos sólidos	Baja	Prevención Mitigación	• Manejo y disposición de residuos sólidos conforme a la normatividad aplicable y el Sistema de Gestión Ambiental de la CTG y SE Nizuc. • Utilización de la infraestructura de manejo de residuos y servicios sanitarios de CFE. • Se reciclarán o reutilizarán todos los materiales y residuos susceptibles.
		Agua		Baja	Prevención Mitigación	
		Aire	• Emisiones a la atmósfera por la operación del proyecto. • Emisión de ruido de la operación y actividades de mantenimiento de la unidad.	Alta	Prevención	• Óptimo funcionamiento de la unidad generadora y monitoreo de las emisiones, a fin de garantizar el cumplimiento, tanto de las condiciones particulares que se establezcan en la Licencia Ambiental Única (LAU) del proyecto como de la normativa aplicable en materia de calidad del aire-ambiente. • Monitoreo de niveles de ruido para cumplir con la normatividad aplicable, tanto al interior del predio de CFE como en sus colindancias externas.
		Socio-económico	• Se garantiza un servicio público de electricidad de calidad, continuo y confiable	Moderada - Positivo	Potenciación	• Utilizar mano de obra y servicios, así como adquirir insumos, de las localidades cercanas al proyecto.
		Paisaje - calidad paisajística	• Deterioro de la calidad visual por la pluma de emisión de gases	Moderada	Prevención	• Óptimo funcionamiento de las unidad generadora y monitoreo de las emisiones, a fin de garantizar el cumplimiento, tanto de las condiciones particulares que se establezcan en la LAU del proyecto como de la normativa aplicable en materia de calidad del aire-ambiente.
Abandono	• Desmantelamiento • Retiro del proyecto	Aire Paisaje Suelo Agua	• Pedacería de componentes o material desechado de la infraestructura • Escombro de concreto • Emisiones a la atmósfera por uso de vehículos y maquinaria. • Eliminación de fuente principal de emisiones a la atmósfera	Baja	Prevención Compensación	• Manejo y disposición de residuos sólidos conforme a la normatividad aplicable y el Sistema de Gestión Ambiental de la CTG y SE NIZUC. • Se reciclarán o reutilizarán todos los materiales y residuos susceptibles. • Utilización de infraestructura de manejo de residuos y servicios sanitarios de la CFE. • Garantizar el adecuado mantenimiento vehicular.
				Baja	Prevención Compensación	

VI.2.1 Mitigación de impactos sobre la calidad del aire:

VI.2.1.1. Se humedecerán las áreas de trabajo, incluyendo caminos de acceso vehicular, durante las actividades de instalación, principalmente durante el traslado de materiales, a fin de disminuir la generación de polvo.

VI.2.1.2. Se verificará el mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos, para que operen en óptimas condiciones y se cumplan las normas aplicables.

VI.2.1.3. Los camiones que transporten materiales térreos estarán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas. La lona deberá cubrir la totalidad de la caja de los camiones.

VI.2.1.4. Se verificará el óptimo funcionamiento de la unidad generadora y se monitorearán las emisiones, a fin de garantizar el cumplimiento, tanto de las condiciones particulares que se establezcan en la Licencia Ambiental Única del proyecto como de la normativa aplicable en materia de calidad del aire-ambiente.

VI.2.2. Mitigación de impactos sobre los recursos naturales

VI.2.2.1 No se afectarán los árboles y jardines de la Central, ya que representan zonas de descanso y proporcionan sombra y bienestar para los mismos trabajadores.

VI.2.2.3 Se prohibirá estrictamente derramar en el suelo líquidos como aceites, grasas fundidas, solventes, sustancias tóxicas, etc., generados durante las diferentes etapas de construcción y operación del Proyecto.

VI.2.2.4 Se dará capacitación en materia ambiental a todo el personal que participe en la obra, para evitar afectaciones a la fauna y flora de la región, particularmente en los alrededores de la Central; se inducirá la participación en tareas de conservación, a través de pláticas previas a las actividades constructivas y por medio de folletos y trípticos de carácter informativo.

VI.2.3. Mitigación de impactos ocasionados por la generación de residuos

VI.2.3.1 En cada una de las etapas se continuarán aplicando los programas de manejo de residuos que CFE tiene establecidos en su Sistema de Gestión Ambiental, incluyendo la recolección, transporte, manejo y disposición; de manera que se garantice el cumplimiento de la normatividad aplicable. También impartirá capacitación a los trabajadores en relación con el manejo adecuado de los residuos.

VI.2.3.2 Se utilizarán contenedores y áreas específicas para separar y manejar adecuadamente los diferentes tipos de residuos.

VI.2.3.3 La disposición de los residuos sólidos municipales será mediante los servicios de limpia municipales en los sitios autorizados por el municipio.

VI.2.3.4 Los residuos peligrosos se manejarán y dispondrán de acuerdo con la normatividad vigente en la materia.

VI.2.3.5 Se cuenta con un almacén temporal de residuos peligrosos que se generan en la Central. El almacén cumple con la normativa aplicable. También se cuenta con áreas y almacenes específicos para cada producto químico que se utiliza, de acuerdo con los requisitos de seguridad que establecen los fabricantes de los productos.

VI.2.3.6 Todo el material sobrante de las excavaciones será adecuadamente utilizado para la nivelación de otras áreas dentro del propio predio de CFE.

VI.2.4. Mitigación de impactos relativos al agua

VI.2.4.1 El agua que se requiera durante la instalación será abastecida por medio de pipas de empresas autorizadas y de la red de suministro de la propia Central; sin afectaciones a los mantos freáticos, cuerpos de agua. Durante la etapa de Operación y Mantenimiento no se tendrán cambios en el uso y consumo de agua, por lo que el aprovechamiento de este recurso no sufrirá cambio alguno. El agua potable se suministrará mediante garrafones y adquirirá de empresas autorizadas.

VI.2.4.2 Durante las obras de Construcción los residuos sólidos y líquidos se manejarán adecuadamente para evitar infiltraciones.

VI.2.4.3 No afectará la hidrología subterránea, ya que el agua que se utilice durante las obras será abastecida sin problema por los propios sistemas de la Central o mediante pipas de fuentes autorizadas.

VI.2.4.4 Se utilizarán los servicios sanitarios de CFE. En el caso de utilizar letrinas móviles, los residuos sanitarios deben ser dispuestos en la planta de tratamiento de aguas residuales de la CTG Nizuc o mediante empresas especializadas autorizadas.

VI.2.5. Medidas sobre Seguridad e Higiene Industrial

VI.2.5.1 Se contratará personal capacitado para el uso de equipo y maquinaria requeridos durante la preparación del sitio y construcción.

VI.2.5.2 Durante todas las etapas del proyecto se establecerán medidas de seguridad e higiene industrial que incluirán la dotación de equipo de protección personal a los trabajadores y capacitación para su correcto uso. Estas acciones también incluirán el suministro y la divulgación de Hojas de Seguridad de todas las sustancias que se manejen en la Central.

VI.2.5.3 Se mantendrá el programa de mantenimiento preventivo y periódico de equipos y maquinaria durante las diversas etapas del proyecto. Esto es con la finalidad de garantizar su óptimo funcionamiento y reducir los riesgos de accidentes laborales.

VI.2.5.4 El almacenamiento de combustibles se realizará conforme a lo que establece la normativa aplicable y con las previsiones de posibles fugas o derrames. Todas las áreas de almacén cuentan con equipos y servicios de prevención y combate de incendios.

VI.2.5.5 Para la operación de la unidad se actualizarán los manuales y procedimientos operativos, los cuales se comunicarán a todo el personal operativo.

VI.2.6. Mitigación de impactos ocasionados por ruido

VI.2.6.1 Se mantendrá el monitoreo de medición de ruido perimetral para asegurar que no se rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable.

VI.2.6.2 Durante las diversas etapas del proyecto se cumplirán las normas relativas a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

VI.2.6.3 Se proporcionará el equipo de protección auditiva al personal expuesto al ruido en todas las etapas del proyecto.

VI.2.6.4 Se vigilará que los trabajadores usen el equipo de protección auditiva.

VI.2.7. Generales

VI.2.7.1 Durante la Instalación se priorizará la contratación mano de obra y utilización de servicios de la población local.

VI.2.7.2 Se contará con el personal especializado, que tenga conocimiento, destreza y experiencia en el área ambiental en todos los aspectos, incluyendo el legal, para dar seguimiento, vigilancia y atención a las medidas de mitigación.

V.3. Impactos residuales

Todos los impactos identificados negativos serán reducidos con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas; es decir, será reducido su valor o grado de significancia. Por ello, es necesario considerar medidas objetivas y factibles.

Al combinar las calificaciones obtenidas para los criterios básicos y los complementarios, mediante las fórmulas descritas en el capítulo V, se obtuvieron índices de significancia parcial de los impactos. El valor de estos índices se redujo de manera muy importante con la consideración de las medidas de mitigación, valor último que corresponde a la significancia final del impacto.

En otras palabras, puede considerarse que el valor de la significancia final, luego de aplicar las medidas de mitigación, corresponde al valor del impacto residual. Mientras más alto sea este valor, mayor atención deberá ponerse en la supervisión de la adecuada aplicación de las medidas de mitigación.

Por tal razón tendrán que llevarse a cabo todas y cada una de las medidas propuestas, a fin de garantizar la reducción de los impactos. Por ello, será necesario que se tomen acciones para vigilar adecuada aplicación de las medidas de mitigación.

En términos generales, las medidas diseñadas para los impactos ocasionados durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción serán temporales, mientras que durante la Operación y Mantenimiento serán permanentes durante la vida útil del proyecto.

En suma, se supervisará la correcta aplicación de las medidas de mitigación, a fin de garantizar la reducción de los impactos.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 3
VII.1. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 3
VII.2. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO CON PROYECTO 4
VII.3. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 4
VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL 5
VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 6
VII.6. CONCLUSIONES 7

VII. PRONÓSTICOS REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el presente capítulo se pronostican los cambios del escenario ambiental que se darán por la construcción y operación del Proyecto.

Para lo anterior, es importante señalar la base conceptual en la cual se estructuran los escenarios ambientales de acuerdo con lo siguiente:

- **Escenario sin Proyecto**

Corresponde a la línea base o estado actual en que se encuentran los elementos del medio físico, la parte biológica, socioeconómica y el paisaje sin el establecimiento del Proyecto. Para lo anterior se tomó como referencia la descripción del Capítulo IV, medio biótico y abiótico, el grado de conservación o de perturbación existente antes de la construcción y operación del Proyecto que nos ocupa. Se busca que este no sea sesgado con la finalidad de tener certidumbre en los pronósticos.

- **Escenario con Proyecto**

Este escenario supone la ejecución del Proyecto sin la aplicación de las medidas ambientales. Asume la recuperación del sistema de manera natural, basándose en las respuestas ambientales favorables al disturbio o modificación negativa del Proyecto sobre los componentes ambientales.

- **Escenario con Proyecto y con medidas ambientales**

Este escenario asume una mejor recuperación del sistema, tanto de manera natural, basándose en las respuestas ambientales favorables al disturbio o modificación negativa del Proyecto sobre los componentes ambientales, como por la aplicación de medidas de, mitigación de los impactos generados por el Proyecto.

VII.1. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

La situación energética de Cancún en 2025 presenta desafíos significativos debido a la alta demanda energética impulsada por el turismo, el crecimiento urbano y las condiciones climáticas. El diagnóstico del escenario sin proyecto es el siguiente:

- Después de la pandemia de COVID, la región Peninsular, donde se encuentra Quintana Roo, es la que presenta el más alto porcentaje de incremento de consumo de electricidad en el país.
- Actualmente, la situación del sistema eléctrico en la Región Cancún - Riviera Maya y, en general, de toda la península de Yucatán, continúa siendo de un muy elevado consumo de energía. Acorde con la información sobre la demanda eléctrica del país, en la región Peninsular la demanda de energía supera en aproximadamente 14% la capacidad de generación, y el pronóstico indica que esa situación deficitaria aumentará.
- La demanda energética aumenta especialmente en verano debido al uso intensivo de aires acondicionados.
- Infraestructura y mejoras: La Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha invertido cientos de millones de pesos en nuevas líneas de transformadores, capacitores y subestaciones en la zona hotelera de Cancún para garantizar el suministro eléctrico, especialmente en

áreas turísticas. Se han instalado cerca de 125 transformadores en colaboración con la iniciativa privada para evitar fallas. Sin embargo, los cortes recurrentes indican que la infraestructura aún enfrenta desafíos para satisfacer la demanda.

- Impacto del turismo: El sector turístico, pilar económico de Cancún, demanda grandes cantidades de energía para mantener su competitividad, con altos costos operativos e impacto ambiental.
- Considerando que la disponibilidad actual del servicio es insuficiente para satisfacer la demanda, se corre el riesgo de que no se pueda garantizar un abasto confiable y continuo, lo que afectaría seriamente la prestación de servicios básicos y actividades productivas de esa región.

VII.2. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El presente proyecto se enmarca en los esfuerzos extraordinarios de la Comisión Federal de Electricidad, a fin de satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica del estado de Quintana Roo y, en general, de la región península de Yucatán.

Con la operación de este Proyecto se reforzará el suministro de energía eléctrica para la demanda de la región Península de Yucatán, la cual se incrementa muy significativamente durante el verano, principalmente en las zonas de Cancún y, Riviera Maya.

Por estas razones, resulta indispensable instalar la unidad generadora que nos ocupan, para reforzar el sistema eléctrico en la península de Yucatán y evitar fallas del suministro eléctrico.

Durante la Preparación de Sitio y Construcción del Proyecto se crearán empleos temporales e incrementará la derrama económica local. Del mismo modo, la operación y mantenimiento de la unidad móvil eléctrica, y del sistema eléctrico en Cancún, también se asocia con el mantenimiento y generación de empleos permanentes y derrama económica.

La operación del proyecto generará emisiones a la atmosférica que impactarán en la calidad del aire. No obstante, con sustento en los resultados del estudio de dispersión de emisiones a la atmósfera, se puede afirmar que las concentraciones de los contaminantes criterio evaluados (NO_2, SO_2 y PM_{10}) no sobrepasarán los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad en materia de calidad del aire.

VII.3. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De manera previa, se realizó un análisis de los factores ambientales relevantes y de los instrumentos de planeación urbana en la zona donde se localiza el proyecto, a fin de determinar su compatibilidad con los instrumentos legales aplicables que regulan el aprovechamiento de los recursos naturales y el uso de suelo, lo cual proporcionó el principal elemento de juicio para la toma de decisiones en la selección del sitio.

La ubicación del proyecto dentro de una instalación de CFE, actualmente en operación, resulta una decisión estratégica, ya que evitará nuevas ocupaciones superficiales y, por lo tanto, potenciales impactos ambientales y sociales negativos.

Finalmente, se presenta el escenario con la aplicación de las medidas con las cuales se pretende prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales del Proyecto.

Las medidas de prevención y mitigación se aplicarán durante todas las etapas del proyecto, principalmente en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción. Por su parte, las medidas control de emisiones se aplicarán durante la etapa de Operación y Mantenimiento, mediante programas permanentes de monitoreo para verificar que las emisiones a la atmósfera cumplan con la normatividad de calidad del aire.

De acuerdo con el método de evaluación aplicado en el capítulo V, todos los impactos negativos identificados y evaluados serán reducidos con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas; es decir, será reducido su valor o grado de significancia. Por ello, es necesario considerar medidas objetivas y factibles.

Es decir, para que esta reducción sea efectiva, tendrán que llevarse a cabo todas y cada una de las medidas propuestas. Para ello, será necesario que se vigile la aplicación de las medidas de mitigación. En términos generales, las medidas diseñadas para los impactos de las etapas de Preparación del Sitio y Construcción serán temporales, mientras que durante la Operación y Mantenimiento serán de aplicación permanente.

A través de personal especializado en Protección Ambiental, CFE mantendrá la supervisión de las medidas de mitigación, de tal manera que se garantice su correcta aplicación en tiempo y forma, para que verdadera y eficazmente se reduzcan los impactos del proyecto.

CFE está realizando las gestiones necesarias y fuertes inversiones para que, a corto plazo, se pueda disponer de mayor volumen de gas natural para la generación eléctrica en la península de Yucatán, lo que disminuirá significativamente las emisiones y reforzará el sistema eléctrico.

VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El Proyecto, cuyo objetivo es asegurar el suministro y la calidad del servicio de energía eléctrica en la región, no causará desequilibrios ecológicos en el SAR.

La ubicación del proyecto dentro de un recinto industrial, así como las acciones propuestas para la mitigación de impactos negativos, aseguran que no se afectará significativamente la capacidad de carga e integridad funcional del Sistema Ambiental Regional.

La principal causa del deterioro ambiental de esta región, son los efectos del turismo masivo, así como los altos niveles de urbanización, debido al constante aumento de la población y de la demanda de servicios. Las tendencias muestran que, ante la inadecuada aplicación de los instrumentos de planeación, principalmente de los programas de regulación del uso de suelo y de ordenamientos ecológicos locales, el deterioro ambiental incrementará en los siguientes años, independientemente de la realización del Proyecto.

Con el reforzamiento del sistema eléctrico, la ciudad de Cancún continuará como polo de desarrollo urbano y turístico. Lo anterior, conlleva retos para las autoridades de los tres órdenes de gobierno, a fin de que dicho desarrollo no sobrepase la capacidad de carga de los ecosistemas y de que no se afecten los recursos naturales de manera irreversible.

VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de alternativas del Proyecto de interés puede abordarse desde dos aspectos, el de su ubicación y el de la tecnología de generación de energía eléctrica que se eligió utilizar.

Para ambos aspectos, se afirma que cualquier otra ubicación del Proyecto provocaría impactos ambientales significativos que no se provocarán interior del predio de la CFE de la SE y CTG Nizuc.

En la Tabla VII.1 se muestran los aspectos determinantes (técnicos y ambientales) para la decisión de desarrollar el Proyecto dentro del predio de CFE.

***Tabla* V.1.** Aspectos determinantes del sitio seleccionado para la implementación del Proyecto

No.	Aspectos
Técnicos	
1	Se tiene una superficie disponible y suficiente para el alojamiento de la unidad de generación eléctrica e infraestructura asociada a su operación.
2	Se dispone del combustible diésel requerido, de inmediato, en cantidad y calidad.
3	Es factible la interconexión del Proyecto con la Subestación Eléctrica Nizuc, para transmitir la energía generada y reforzar el sistema eléctrico de la región Cancún - Riviera Maya.
4	Se dispone de vías de acceso e infraestructura que facilitarán los procesos constructivos, operacionales y de mantenimiento del proyecto.
Ambientales	
1	No se requiere de la apertura de caminos u otras superficies que impliquen cambio de uso de suelo o afectaciones a la vegetación, fauna, recursos hídricos, actividades productivas, etc.
2	En virtud de que el sitio pretendido para la implementación del Proyecto tiene asignado uso de suelo Industrial, se vincula plenamente con los instrumentos jurídicos aplicables.
3	La inclusión del Proyecto en el sitio propuesto no conlleva un incremento significativo del nivel de deterioro del sistema ambiental regional.
4	El sitio del Proyecto no cuenta con valores ambientales, culturales o estéticos-paisajísticos extraordinarios.

La ocupación de un sitio nuevo, además de tener que resolver el suministro de combustible y la interconexión a la red eléctrica, implicaría complejos procesos de concertación social, gestión indemnizatoria y afectaciones a la vegetación, fauna silvestre, actividades productivas, entre otros factores.

En lo tocante a la tecnología de generación eléctrica que se seleccionó, con cualquiera otra (convencional, ciclo combinado, renovable, etc.), por sus costos y tiempos de construcción resultaría imposible desarrollarla en el corto plazo que se requiere para solventar el estado crítico del sistema eléctrico de la región Cancún - Riviera Maya.

Con la instalación del proyecto se contará con unidades de respaldo del sistema eléctrico de la península de Yucatán, así como para solventar emergencias ocasionadas por contingencias hidrometeorológicos propias de la temporada ciclónica.

Como se ha descrito previamente, la unidad de generación eléctrica que conforman el proyecto se consideran unidades móviles, en el sentido que pueden desmontarse, trasladarse a donde se les requiera, volverse a instalar y operar rápidamente. Básicamente, la unidad móvil eléctrica se usa como respaldo en situaciones de emergencia o contingencia.

Para su instalación y funcionamiento sólo se requiere de una superficie firme y estable; también se requiere una fuente cercana de suministro de combustible y equipo de transformación y transmisión para interconectarla a la red eléctrica, insumos con los cuales se cuenta en la Subestación Eléctrica y Central Turbogás Nizuc.

VII.6. CONCLUSIONES

- El Proyecto se vincula satisfactoriamente con los instrumentos jurídicos aplicables que regulan el uso de suelo y los recursos naturales.
- El sitio del Proyecto se ubica en un predio con uso de suelo clasificado como Infraestructura Urbana, en el que se realizan actividades propias de la industria eléctrica, específicamente generación y transformación de electricidad.
- Se cuenta con las vías de comunicación, infraestructura y servicios requeridos para la instalación, operación y mantenimiento del proyecto, lo cual reduce sustancialmente los impactos ambientales de su implementación.
- La implementación del Proyecto no afecta especies de flora y fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- La mayor parte de los impactos adversos de la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, serán temporales y limitados al predio de CFE.
- Durante la Operación, se identifica como aspecto sensible del Proyecto la generación de emisiones a la atmósfera, las cuales se mantendrán por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas que regulan la calidad del aire-ambiente, para evitar problemas en la salud de la población.
- El proyecto no causará impactos ambientales significativos, toda vez de que no provocará alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, tales que obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- El Proyecto no causará desequilibrios ecológicos, toda vez que sus impactos ambientales son susceptibles de ser prevenidos y mitigados, y no sobrepasan los límites máximos establecidos en la normatividad aplicable.
- Ante la situación de contingencia en la que se encuentra el Sistema Eléctrico en la región Cancún - Riviera Maya, es indispensable realizar el presente proyecto. Se trata de una acción urgente e indispensable en el corto plazo, a fin de garantizar la continuidad del servicio público de suministro de electricidad. El riesgo de no hacerlo sería la incapacidad de satisfacer la demanda de energía y cortes del suministro eléctrico durante el verano, periodo de mayor demanda por las altas temperaturas, así como la imposibilidad de enfrentar situaciones de emergencia propias de la temporada ciclónica.