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 · SIN ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA

ALBATROS 2 – 60 MW AC (FORTALEZA.ENERGY)

60 MWac en el punto de interconexión · 72.56535 MWp DC

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

Municipio de Opichén, Yucatán, México

Agosto de 2026

FORTALEZA.ENERGY
DESARROLLAR UN MEJOR PLANETA

CAPÍTULO I

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

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

AGOSTO, 2026

C A P Í T U L O I.
DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

I.1.- PROYECTO

I.1.1.- Nombre del proyecto

ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)

I.1.2.- Ubicación del proyecto

El predio en donde se desarrollará el proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) se ubica en el tablaje número 292 denominado San Diego Mulsay, de la localidad y municipio de Opichén, Yucatán. Este proyecto se desarrolla conforme al marco jurídico vigente en México, particularmente bajo la Ley del Sector Eléctrico (LSE) y demás disposiciones aplicables en materia energética, ambiental, social y de uso de suelo.

El Proyecto consiste en el desarrollo, construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), con una potencia DC instalada aproximada de 72.56 MWp (101,490 módulos fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial), ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. Para efectos de esta MIA-R, la interconexión propuesta consiste en una línea aérea de interconexión de 115 kV, doble circuito, de aproximadamente 3.723 km, desde la subestación de la central hasta el punto de derivación propuesto en la LT 115 kV Maxcanú-Ticul II. El eje P0–V1–P2 contenido en el KML y en la Nota de Delimitación del Trazo Propuesto constituye la única configuración lineal sometida a evaluación ambiental. Ninguna obra distinta o fuera de la configuración descrita podrá ejecutarse al amparo de la autorización que se emita.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa y considera una vida útil operativa de 25 años; al término, se prevé el desmantelamiento y la restauración del sitio, dada la instalación predominantemente mediante hincado/anclaje superficial, sin cimentaciones profundas ni sellamiento extensivo del suelo.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa acorde con los permisos y autorizaciones aplicables tramitados ante la Comisión Nacional de Energía (CNE).

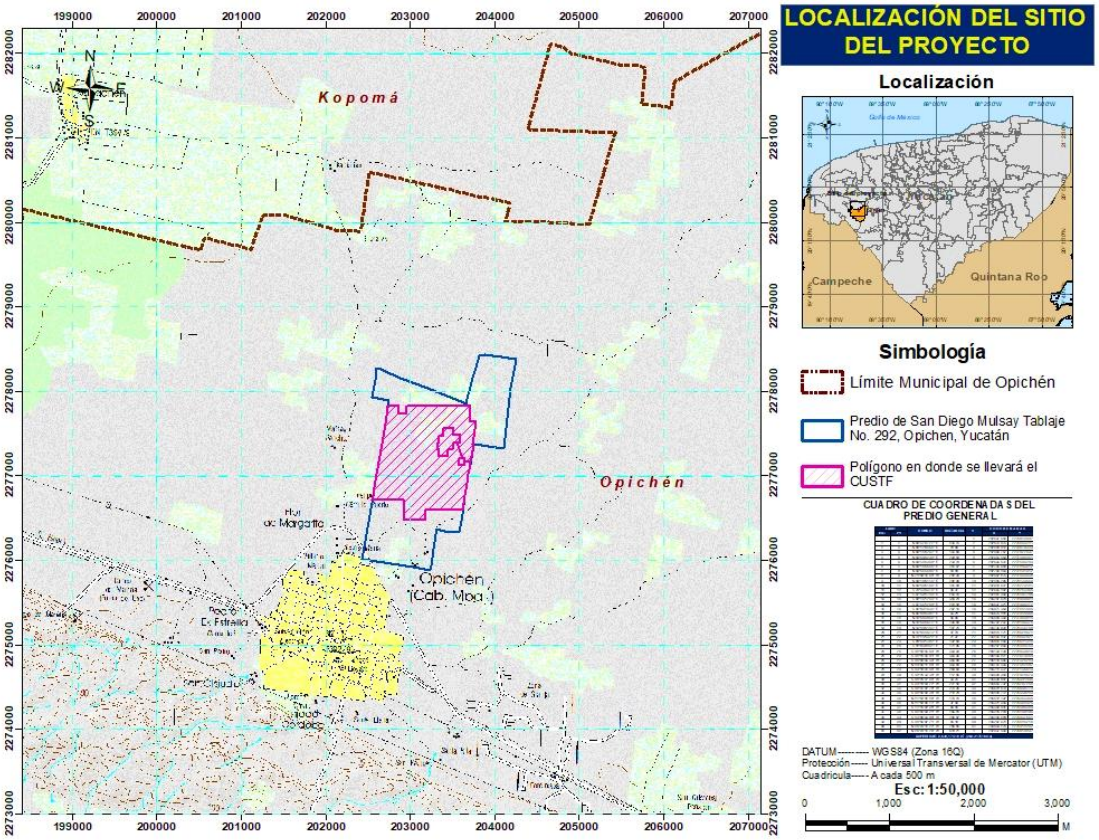


Figura I.1.- Ubicación del área considerada para el proyecto.

I.1.3.- Tiempo de vida útil del proyecto

El proyecto está diseñado para concluirse en una etapa en un tiempo de 16 meses y una vida útil operativa de 25 años.

I.1.4.- Presentación de la documentación legal

Anexo 1. Documentación legal, incluyendo FUA actualizada a nombre de PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

Anexo 1

I.2.- PROMOVENTE

FORTALEZA.ENERGY

I.2.1.- Razón Social

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

I.2.2. RFC

PEK1109063A5

I.3.-RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1.- Nombre

BIÓL. MAR. DAYRA JANETH MAY CABALLERO

I.3.2.- Cédula profesional

13506600

I.3.3.- Nombre de colaboradores en la elaboración del estudio

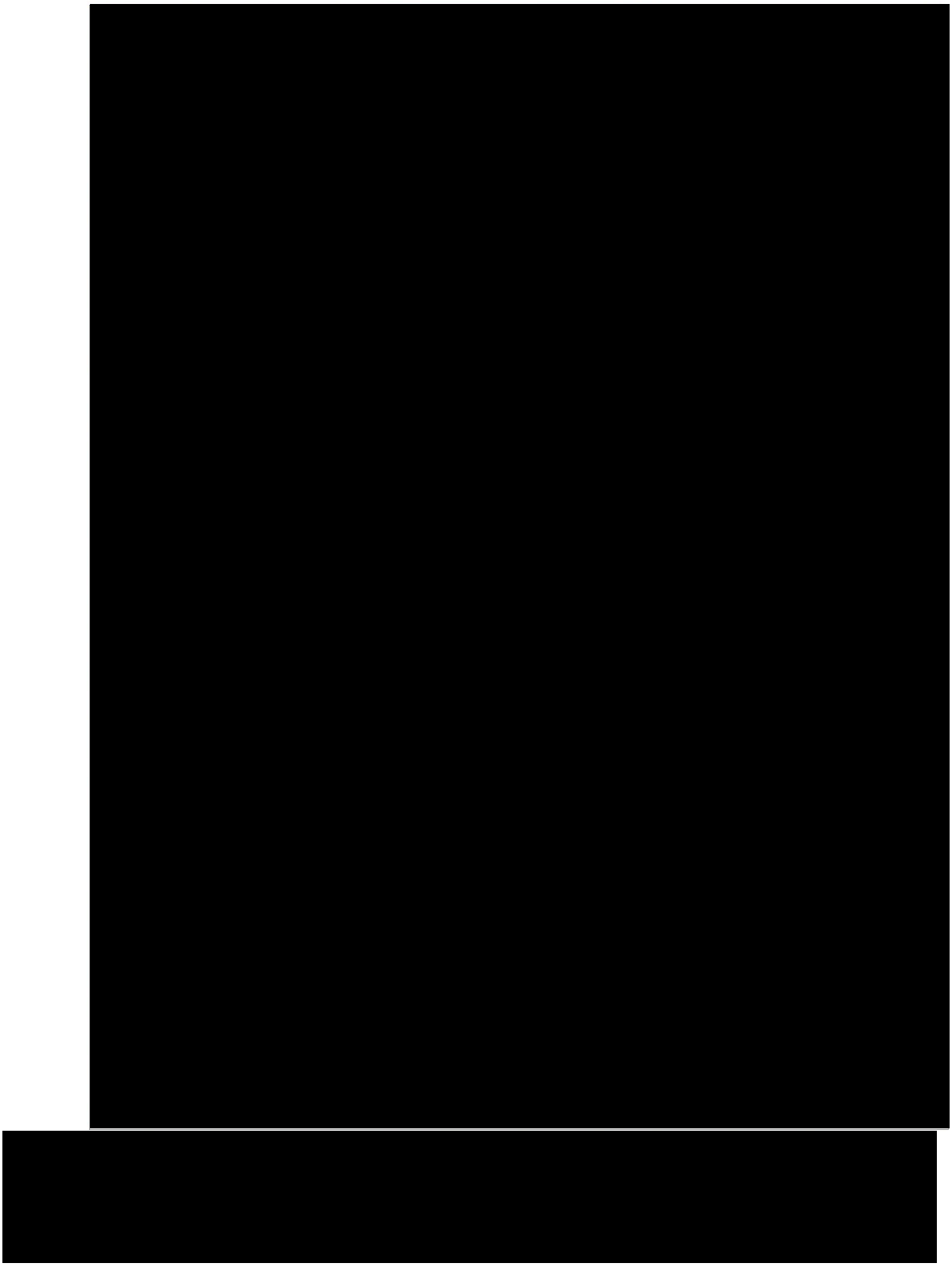
[redacted]

I.3.4.- Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.3.5. Acreditación profesional del responsable técnico

[redacted]



I.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.4.1. Información del proyecto

I.4.1.1. Naturaleza del proyecto

El predio en donde se desarrollará el proyecto “**ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)***”*, se ubica en el tablaje número 292 denominado San Diego Mulsay, de la localidad y municipio de Opichén, Yucatán.

El Proyecto consiste en el desarrollo, construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), con una potencia DC instalada aproximada de 72.56 MWp (101,490 módulos fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial), ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. La obra asociada de interconexión corresponde al eje P0–V1–P2 de 3,723.01 m, mediante derivación directa en la LT Maxcanú–Ticul II; forma parte del alcance ambiental solicitado.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa y considera una vida útil operativa de 25 años; al término, se prevé el desmantelamiento y la restauración del sitio, dada la instalación predominantemente mediante hincado/anclaje superficial, sin cimentaciones profundas ni sellamiento extensivo del suelo.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa acorde con los permisos y autorizaciones aplicables tramitados ante la Comisión Nacional de Energía (CNE). Tiene como objetivo satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica de la Gerencia de Control Regional Peninsular; Esta central eléctrica contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura energética regional y contribuyendo a la generación de empleo temporal y obtener un beneficio económico para los pobladores de la región al crear nuevos empleos.

Punto de interconexión

El punto de interconexión ambientalmente solicitado corresponde a la derivación directa de la línea aérea de 115 kV en la LT Maxcanú–Ticul II. El eje P0–V1–P2 mide 3,723.01 m y se encuentra contenido íntegramente en UGA076-APROV-ABA.

Configuración sometida a evaluación: LT aérea 115 kV, doble circuito, de aproximadamente 3.723 km, con derivación directa en la LT Maxcanú-Ticul II. El Trazo Propuesto para Evaluación es el eje georreferenciado P0–V1–P2 del anexo de interconexión, con longitud cartográfica de 3,723.01 m y ubicación íntegra en UGA076-APROV-ABA. La autorización solicitada se limita a esta propuesta. No se ejecutarán obras distintas o fuera del alcance autorizado.

Especificaciones de la Interconexión

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Nivel de Tensión del Punto de Interconexión (kV)	**115 kV**

ARQUITECTURA GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en un arreglo integrado de módulos solares fotovoltaicos cuya generación eléctrica es inyectada a la Red General de Transmisión (RGT) mediante inversores DC/AC de última generación.

Configuración General:

- Capacidad AC en POI: 60 MW
- Capacidad DC instalada aproximada: 72.56 MWp (101,490 módulos de 715 Wp)
- Relación DC/POI ≈ 1.21
- Tecnología: Fotovoltaica bifacial tipo TOPCon
- Sistema de montaje: Seguidores solares de un eje
- Vida útil del proyecto: 25 años

Al término de la vida útil, la central fotovoltaica será retirada (desmantelamiento) y el sitio será rehabilitado. Dada la ausencia de cimentaciones profundas (anclaje/hincado superficial) y la conservación del suelo superficial, se prevé la recuperación de la cobertura vegetal por regeneración natural y, cuando corresponda, mediante revegetación con especies nativas, conforme al Programa de Cierre y Restauración.

La relación DC/POI de 1.21 aproximadamente ha sido seleccionado para optimizar la producción energética anual bajo las condiciones de irradiancia de la Península de Yucatán, sin generar impactos relevantes por recorte de potencia (clipping).

Flujo de Energía:

1. Captación solar mediante módulos fotovoltaicos bifaciales

2. Conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) mediante inversores
3. Sincronización con la red eléctrica nacional
4. Inyección de energía a través de medidor independiente
5. Distribución hacia la RGT

Componentes Principales

Módulos Fotovoltaicos

Fabricante del Módulo Fotovoltaico	**Canadian Solar**
Modelo del módulo fotovoltaico	CS7N-715TB-AG
Potencia nominal del módulo fotovoltaico	715 Wp
Número de fotoceldas por inversor	**170 inversores con 480 módulos** **39 inversores con 510 módulos**
Número total de Módulos Fotovoltaicos	**101490**

Inversores DC/AC

El proyecto considera 209 inversores. La potencia de inyección se limita a 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), por lo que la potencia nominal acumulada de los inversores no debe confundirse con la capacidad autorizada de entrega a red.

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Huawei
Modelo:	SUN2000-330KTL-H1
Tipo:	Smart String Inverter
Potencia nominal:	330 kVA / 300 kW AC
Cantidad:	209 inversores
Tensión de salida:	800 Vac trifásica
MPPT:	6 independientes por inversor
Rango MPPT:	500 - 1,500 Vdc
Tensión máxima entrada:	1,500 Vdc
Eficiencia máxima:	≥99.03%
Potencia AC total:	68.97 MVA (209 × 330 kVA)

Estructuras de Soporte y Montaje

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	[PENDIENTE - Selección en proceso]
Modelo:	[PENDIENTE]
Tipo:	Seguidor de un eje (Single-Axis Tracker)
Configuración típica:	60 o 90 módulos por tracker
Rango de seguimiento:	±60° (120° total)
Algoritmo de seguimiento:	Backtracking para minimizar sombreado
Pitch:	6 metros
Protección por viento:	Posición de defensa automática 0°

Estaciones de Transformación (STS)

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Huawei
Modelo:	JUPITER-6000K-H1
Potencia:	6,600 kVA cada una
Cantidad:	11 unidades
Relación de transformación:	34.5 kV / 800 V
Inversores por STS:	19 inversores/STS
Potencia total STS:	72.6 MVA (11 × 6.6 MVA)
Tipo de transformador:	Sumergido en aceite, conservador
Vector group:	Dy11-y11

Ratio DC: AC del Sistema

El proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) considera una relación DC/POI aproximada de 1.21, valor optimizado para las condiciones de irradiancia de Yucatán:

CONCEPTO	VALOR
Capacidad DC instalada aproximada:	72.56 MWp
Capacidad AC en Punto de Interconexión (POI):	60 MWac
Relación DC/POI	1.21

Justificación: una relación DC/POI aproximada de 1.21 permite optimizar la producción energética anual bajo las condiciones de irradiancia de la Península de Yucatán, sin generar impactos relevantes por recorte de potencia (clipping).

La central fotovoltaica ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) contará con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI). Considerando una capacidad DC instalada aproximada de 72.56 MWp, la relación DC/POI será de aproximadamente 1.21. El Proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) se concibe como una infraestructura de generación limpia, con impactos ambientales que serán evaluados conforme a la normatividad ambiental vigente, diseñada para integrarse al entorno regional y a los criterios de desarrollo sustentable. El proyecto incorpora medidas de diseño, conservación, restauración y cierre. Durante la operación persistirán cambios de uso, hábitat y paisaje en la superficie intervenida; la recuperación posterior dependerá del desmantelamiento, restauración y seguimiento verificable.

Capacidad productiva o de servicios

La central fotovoltaica ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) contará con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI). Considerando una capacidad DC instalada aproximada de 72.56 MWp, la relación DC/POI será de aproximadamente 1.21.

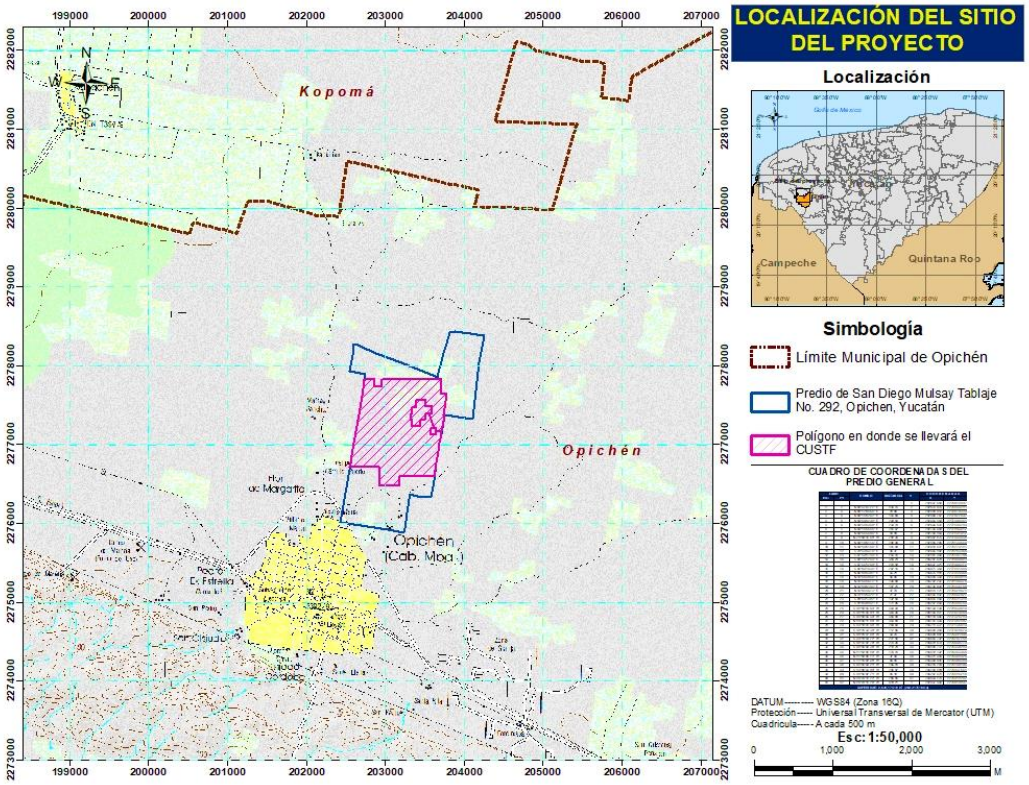


Figura I.2. ubicación del predio del proyecto.

Tabla I.1. Cuadro de coordenadas hacen la poligonal envolvente del Predio de San Diego Mulsay Tablaje No. 292, del municipio de Opichén, Yucatán

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				480	202576.023	2276843.281
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	202580.018	2276870.999
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	202604.747	2277022.597
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	202653.569	2277308.861
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	202693.531	2277545.203
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	202735.640	2277803.412
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	202750.863	2277891.912
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	202552.873	2277933.438
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	202586.204	2278139.666
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	202610.422	2278279.181

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	202653.802	2278263.955
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	202887.956	2278167.706
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	203207.620	2278040.088
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	203437.321	2277945.272
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	203671.369	2277851.444
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	203675.801	2277914.565
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	203686.344	2277969.615
464	463	N 16°45'46.72" E	194.00	463	203742.297	2278155.374
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	203796.038	2278334.750
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	203823.121	2278428.621
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	203893.832	2278442.027
319	320	S 80°49'13.82" E	192.50	320	204083.866	2278411.318
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	204252.844	2278384.763
297	298	S 08°50'44.63" W	349.30	298	204199.130	2278039.614
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	204146.827	2277679.440
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	204110.565	2277325.289
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	203751.336	2277382.807
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	203711.372	2277135.519
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	203694.950	2277024.679
286	287	S 08°25'22.54" W	33.23	287	203690.082	2276991.804
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	203653.792	2276767.258
288	289	S 08°31'42.70" W	223.96	289	203620.579	2276545.779
289	270	S 08°54'46.36" W	218.20	270	203586.772	2276330.209
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	203418.192	2276353.944
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	203321.955	2276368.926
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	203309.091	2276304.350
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	203283.289	2276140.104
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	203250.880	2275937.661
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	203242.478	2275884.215
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	203039.274	2275918.262
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	202437.456	2276019.097
A	0	N 09°32'37.22" E	835.75	480	202576.023	2276843.281
SUPERFICIE: 2,639,175.16 m^2 (263-91-75.16 Ha)						

I.4.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

Superficies definitivas del proyecto: predio total de 263.92 ha; polígono total de ocupación del parque de 122.812586 ha; área de conservación de 47.334765 ha; y 93.770165 ha no usadas del predio.

I.4.1.2.1. ubicación

El predio en donde se desarrollará el proyecto **“ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA ENERGY)”**, se ubica en el tablaje número 292 denominado San Diego Mulsay, de la localidad y municipio de Opichén, Yucatán. El Proyecto se desarrolla conforme al marco jurídico vigente en México, particularmente bajo la Ley del Sector Eléctrico (LSE) y demás disposiciones aplicables en materia energética, ambiental, social y de uso de suelo. El proyecto se interconectará al Sistema Eléctrico Nacional bajo la coordinación técnica del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), cumpliendo integralmente con el Código de Red y los procedimientos operativos aplicables.

“ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA ENERGY)” construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), con una potencia DC instalada aproximada de 72.56 MWp (101,490 módulos fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial), ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. La interconexión se localiza al poniente y sur de la subestación del proyecto, siguiendo el eje P0–V1–P2 de 3,723.01 m hasta la derivación directa propuesta en la LT Maxcanú–Ticul II.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa con permiso único ante la Comisión Nacional de Energía (CNE). Tiene como objetivo satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica de la Gerencia de Control Regional Peninsular; Esta central eléctrica contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura energética regional y apoyará los objetivos nacionales de transición energética hacia fuentes renovables.

Esto dentro de un área de **122.812586 hectáreas**, estableciendo áreas de conservación y/o protección con una superficie de **47.334765ha (473,347.65 m^2)** dentro de los límites de la propiedad que representa el 17.94% del total del predio más unas áreas para uso y desarrollo a futuro de 93.770165 ha (937,701.65 m^2) que represente el 35.53%, que en conjunto suman un 100%.

Tabla 2.2. Superficies del proyecto.

DESCRIPCIÓN	m^2	Ha	%
Área total del lote o terreno	**2,639,175.16**	**263.91752**	**100.00**
Área de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.812586	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.334765	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*

Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	**2,639,175.16**	**263.92**	**100.00**

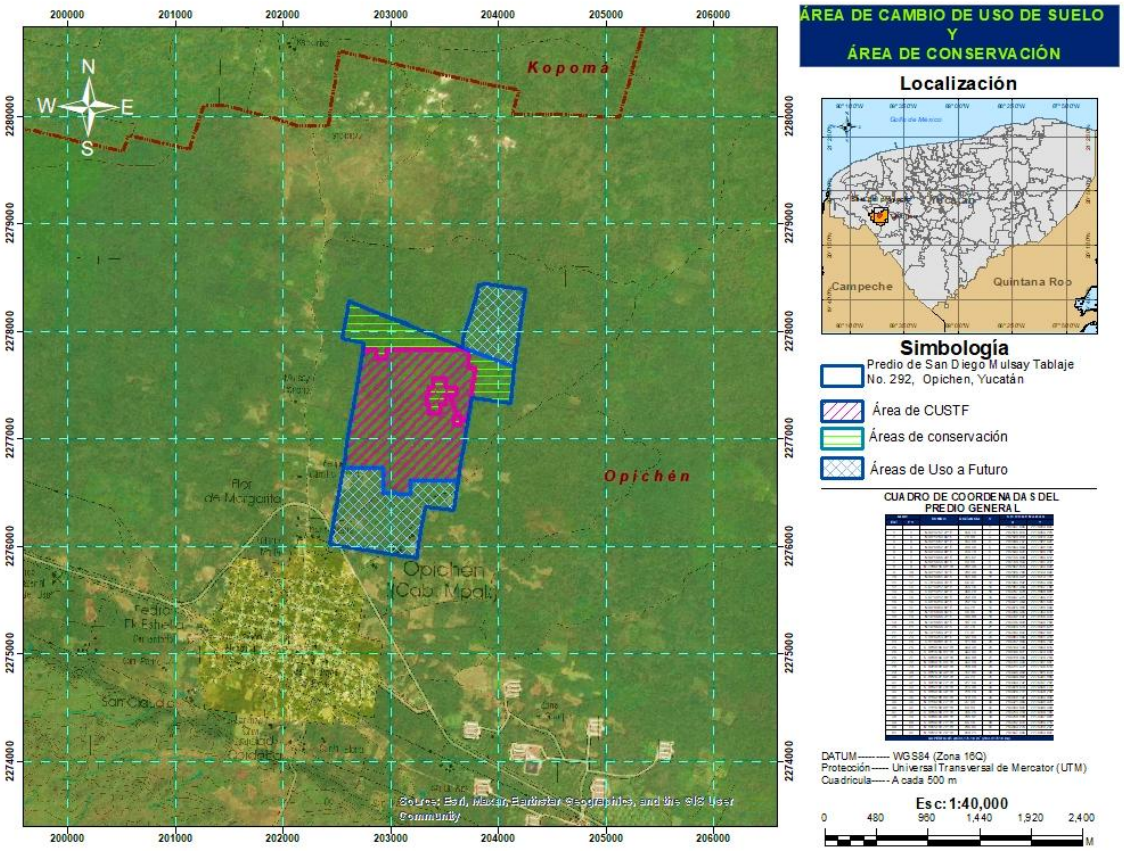


Figura I.3.- polígono del CUSTF y Áreas de conservación dentro de los vértices geográficos dentro de los límites de propiedad.

Tabla 2.3.- Cuadro de construcción del polígono del proyecto que integra el CUSTF y el Área de conservación y protección.

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
				1	202555.373	2276720.459
1	2	N 09°32'37.22" E	124.550	2	202576.023	2276843.281
2	3	N 08°12'05.65" E	28.000	3	202580.018	2276870.999
3	4	N 09°15'52.62" E	153.600	4	202604.747	2277022.597
4	5	N 09°40'42.98" E	290.400	5	202653.569	2277308.861
5	6	N 09°35'49.60" E	239.700	6	202693.531	2277545.203
6	7	N 09°15'44.35" E	261.620	7	202735.640	2277803.412
7	8	N 09°45'36.04" E	23.600	8	202739.641	2277826.675
8	9	S 89°54'33.24" E	122.870	9	202862.512	2277826.480
9	10	S 00°05'26.76" W	86.270	10	202862.375	2277740.209

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
10	11	N 89°56'53.30" E	96.570	11	202958.947	2277740.297
11	12	N 00°05'26.76" E	86.030	12	202959.083	2277826.327
12	13	S 89°54'33.24" E	760.650	13	203719.734	2277825.122
13	14	S 00°05'26.76" W	173.810	14	203719.459	2277651.312
14	15	S 89°54'33.24" E	68.440	15	203787.901	2277651.204
15	16	S 08°29'53.97" W	270.820	16	203747.880	2277383.360
16	17	S 80°54'11.85" E	3.500	17	203751.336	2277382.807
17	18	S 09°10'48.54" W	208.120	18	203718.132	2277177.349
18	19	S 83°33'05.83" W	67.430	19	203651.124	2277169.775
19	20	N 00°19'12.14" W	39.830	20	203650.902	2277209.603
20	21	N 89°54'33.24" W	33.090	21	203617.816	2277209.655
21	22	N 17°49'25.70" W	197.750	22	203557.287	2277397.912
22	23	N 89°54'04.40" E	45.280	23	203602.562	2277397.990
23	24	N 00°05'11.45" W	82.290	24	203602.438	2277480.277
24	25	S 89°57'55.25" W	86.560	25	203515.877	2277480.225
25	26	N 00°07'47.07" E	40.650	26	203515.969	2277520.878
26	27	N 89°55'35.96" W	4.630	27	203511.343	2277520.884
27	28	N 00°15'57.10" W	42.610	28	203511.145	2277563.492
28	29	N 89°47'23.90" W	113.890	29	203397.260	2277563.909
29	30	S 00°31'13.18" W	85.870	30	203396.480	2277478.038
30	31	N 89°59'39.31" W	47.500	31	203348.983	2277478.043
31	32	S 00°12'39.74" E	59.440	32	203349.202	2277418.606
32	33	S 10°27'46.94" W	28.190	33	203344.083	2277390.885
33	34	N 89°53'43.44" W	11.180	34	203332.901	2277390.906
34	35	S 00°08'11.30" E	42.390	35	203333.002	2277348.514
35	36	S 00°05'26.76" W	34.710	36	203332.947	2277313.803
36	37	S 89°54'33.24" E	18.090	37	203351.040	2277313.775
37	38	S 00°05'26.76" W	84.700	38	203350.905	2277229.078
38	39	S 89°54'33.24" E	104.230	39	203455.135	2277228.913
39	40	N 00°28'50.62" E	83.170	40	203455.833	2277312.081
40	41	S 89°53'50.57" E	54.930	41	203510.759	2277311.983
41	42	N 00°50'08.26" E	85.860	42	203512.012	2277397.834
42	43	N 89°54'04.40" E	45.280	43	203557.287	2277397.912
43	44	S 17°49'25.70" E	197.750	44	203617.816	2277209.655
44	45	N 89°54'33.24" W	33.090	45	203584.730	2277209.708
45	46	S 00°21'18.53" E	79.660	46	203585.223	2277130.052
46	47	S 89°54'33.24" E	66.120	47	203651.347	2277129.947
47	48	N 00°19'12.14" W	39.830	48	203651.124	2277169.775
48	49	N 83°33'05.83" E	67.430	49	203718.132	2277177.349
49	50	S 09°10'48.54" W	42.370	50	203711.372	2277135.519
50	51	S 08°25'39.38" W	112.050	51	203694.950	2277024.679

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
51	52	S 08°25'22.54" W	33.230	52	203690.082	2276991.804
52	53	S 09°10'49.72" W	227.460	53	203653.792	2276767.258
53	54	S 08°31'42.70" W	165.290	54	203629.280	2276603.798
54	55	N 89°57'38.61" W	443.640	55	203185.644	2276604.102
55	56	S 00°05'26.76" W	117.820	56	203185.457	2276486.286
56	57	N 89°54'33.24" W	251.760	57	202933.703	2276486.685
57	58	N 00°05'26.76" E	233.170	58	202934.072	2276719.859
58	1	N 89°54'33.24" W	378.700	1	202555.373	2276720.459
SUPERFICIE: 1,228,125.86 m² (122.812586 ha)						

I.4.1.2.2. Polígono (s) Área de conservación

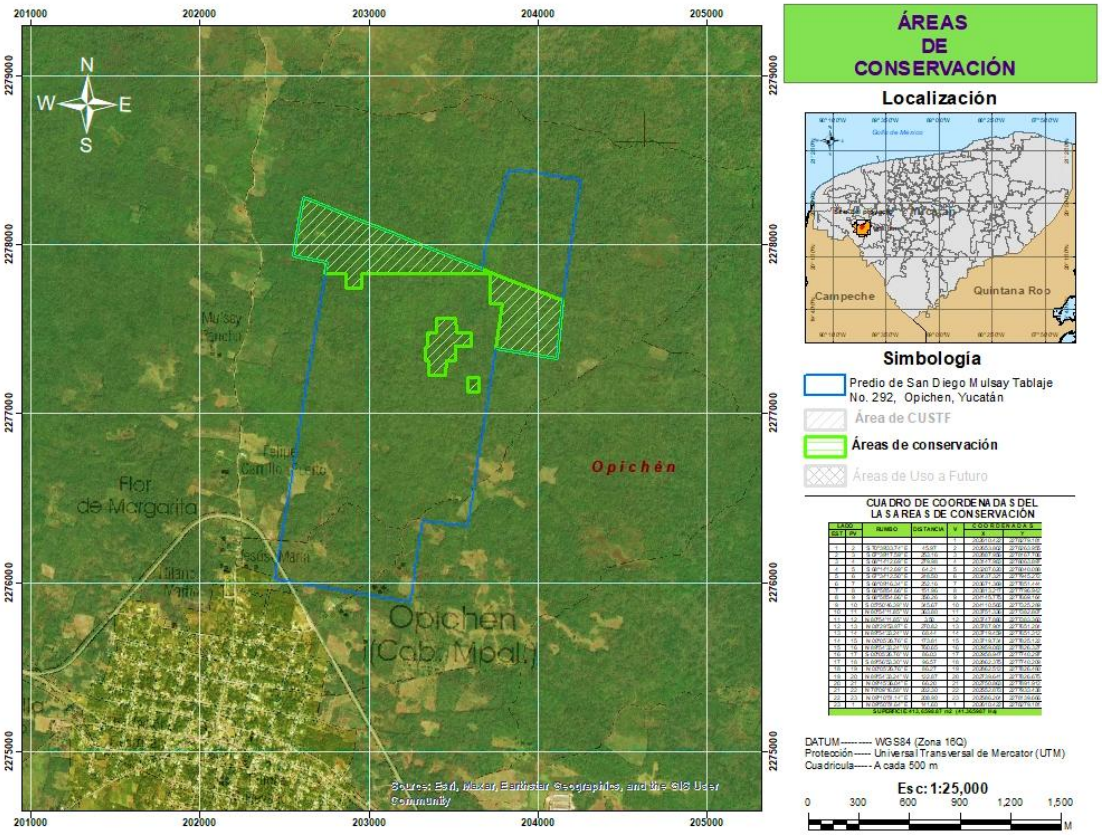


Figura 2.3.- polígono de las áreas de conservación dentro de los límites de propiedad.

En la Tabla 2.4, Tabla 2.5 y Tabla 2.6 se presentan los cuadros de construcción con las coordenadas del polígono que corresponden al **área de conservación 1, 2 y 3**

Tabla 2.4. Cuadros de coordenadas del polígono que corresponde al área de conservación 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	202610.422	2278279.181
1	2	S 70°39'33.74" E	45.97	2	202653.802	2278263.955
2	3	S 67°39'17.59" E	253.16	3	202887.956	2278167.706
3	4	S 68°14'12.69" E	279.98	4	203147.983	2278063.897
4	5	S 68°14'12.69" E	64.21	5	203207.620	2278040.088
5	6	S 67°34'12.50" E	248.50	6	203437.321	2277945.272
6	7	S 68°09'16.34" E	252.16	7	203671.369	2277851.444
7	8	S 68°58'54.66" E	151.96	8	203813.217	2277796.942
8	9	S 68°58'54.66" E	356.26	9	204145.775	2277669.164
9	10	S 05°50'46.39" W	345.67	10	204110.565	2277325.289
10	11	N 80°54'11.85" W	363.80	11	203751.336	2277382.807
11	12	N 80°54'11.85" W	3.50	12	203747.880	2277383.360
12	13	N 08°29'53.97" E	270.82	13	203787.901	2277651.204
13	14	N 89°54'33.24" W	68.44	14	203719.459	2277651.312
14	15	N 00°05'26.76" E	173.81	15	203719.734	2277825.122
15	16	N 89°54'33.24" W	760.65	16	202959.083	2277826.327
16	17	S 00°05'26.76" W	86.03	17	202958.947	2277740.297
17	18	S 89°56'53.30" W	96.57	18	202862.375	2277740.209
18	19	N 00°05'26.76" E	86.27	19	202862.512	2277826.480
19	20	N 89°54'33.24" W	122.87	20	202739.641	2277826.675
20	21	N 09°45'36.04" E	66.20	21	202750.863	2277891.912
21	22	N 78°09'16.58" W	202.30	22	202552.873	2277933.438
22	23	N 09°10'51.14" E	208.90	23	202586.204	2278139.666
23	1	N 09°50'51.64" E	141.60	1	202610.422	2278279.181
SUPERFICIE: 413,659.87 m² (41.365987 ha)						

Tabla I.5. Cuadros de coordenadas del polígono que corresponde al área de conservación 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				24	203719.459	2277651.312
24	26	S 00°05'11.45" E	82.29	25	203602.438	2277480.277
25	27	S 89°54'04.40" W	90.55	26	203602.562	2277397.990
26	28	S 00°50'08.26" W	85.86	27	203512.012	2277397.834
27	29	N 89°53'50.57" W	54.93	28	203510.759	2277311.983
28	30	S 00°28'50.62" W	83.17	29	203455.833	2277312.081
29	31	N 89°54'33.24" W	104.23	30	203455.135	2277228.913
30	32	N 00°05'26.76" E	84.70	31	203350.905	2277229.078
31	33	N 89°54'33.24" W	18.09	32	203351.040	2277313.775
32	34	N 00°05'26.76" E	34.71	33	203332.947	2277313.803

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
33	35	N 00°08'11.30" W	42.39	34	203333.002	2277348.514
34	36	S 89°53'43.44" E	11.18	35	203332.901	2277390.906
35	37	N 10°27'46.94" E	28.19	36	203344.083	2277390.885
36	38	N 00°12'39.74" W	59.44	37	203349.202	2277418.606
37	39	S 89°59'39.31" E	47.5	38	203348.983	2277478.043
38	40	N 00°31'13.18" E	85.87	39	203396.480	2277478.038
39	41	S 89°47'23.90" E	113.89	40	203397.260	2277563.909
40	42	S 00°15'57.10" E	42.61	41	203511.145	2277563.492
41	43	S 89°55'35.96" E	4.63	42	203511.343	2277520.884
42	44	S 00°07'47.07" W	40.65	43	203515.969	2277520.878
43	24	N 89°57'55.25" E	86.56	24	203515.877	2277480.225
SUPERFICIE: 54,418.79 m2 (5.441879 Ha)						

Tabla I.6. Cuadros de coordenadas del polígono que corresponde al área de conservación 3

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				44	203650.9016	2277209.603
44	45	S 00°19'12.14" E	79.66	45	203651.3465	2277129.947
45	46	N 89°54'33.24" W	66.12	46	203585.2234	2277130.052
46	47	N 00°21'18.53" W	79.66	47	203584.7297	2277209.708
47	44	S 89°54'33.24" E	66.17	44	203650.9016	2277209.603
SUPERFICIE: 5,268.99 m2 (0.526899 Ha)						

I.4.1.2.3. Polígono(s) de las Áreas a desarrollo a futuro

Dentro del predio general se contemplan dejar dos áreas a desarrollo a futuro, en estas áreas no se llevarán actividades y no sufrirán afectación por lo que no se evalúan en este estudio (Figura 2.4).

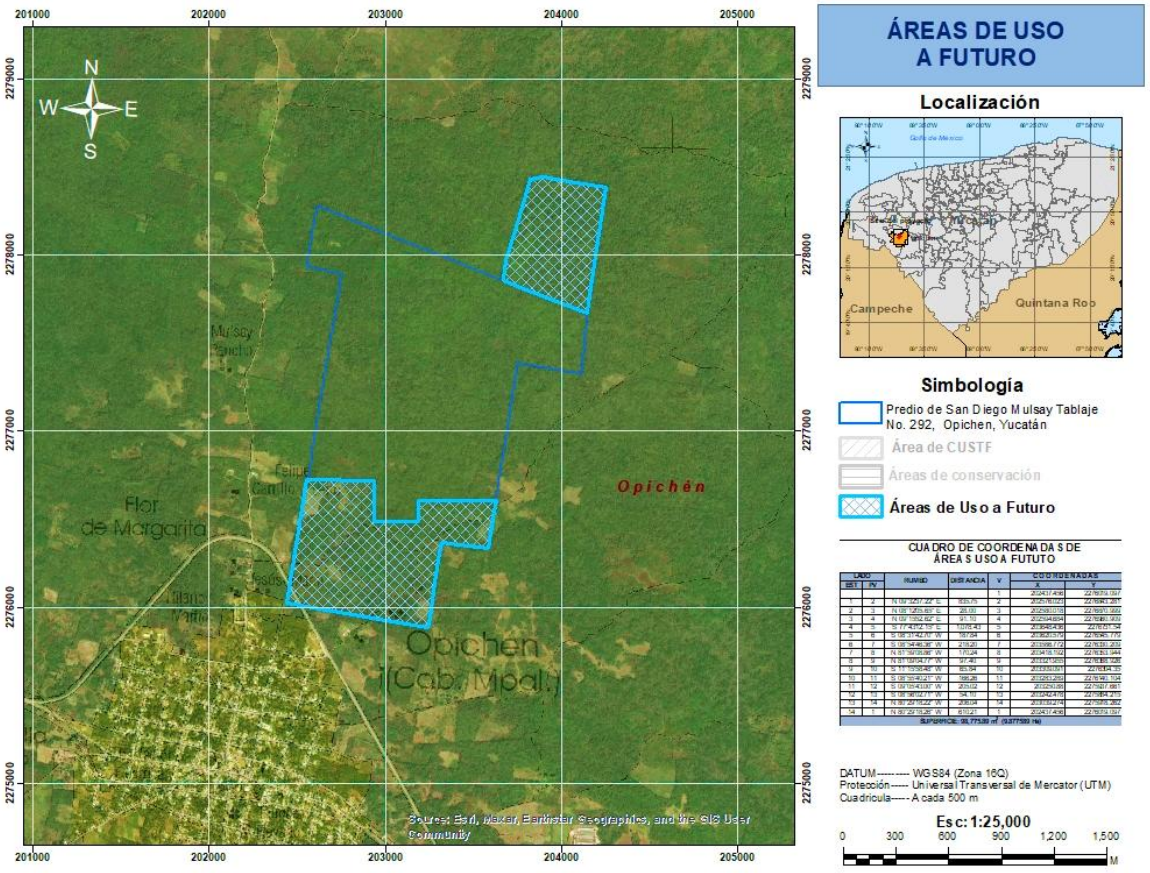


Figura I.5.- Polígonos de las áreas a uso futuro dentro de los límites de propiedad.

Tabla 2.7. Cuadros de coordenadas del polígono que corresponde al área de uso a futuro 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				X	Y
				1	202437.456	2276019.097
1	2	N 09°32'37.22" E	711.21	2	202555.373	2276720.459
2	3	S 89°54'33.24" E	378.70	3	202934.072	2276719.859
3	4	S 00°05'26.76" W	233.17	4	202933.703	2276486.685
4	5	S 89°54'33.24" E	251.76	5	203185.457	2276486.286
5	6	N 00°05'26.76" E	117.82	6	203185.644	2276604.102
6	7	S 89°57'38.61" E	443.64	7	203629.280	2276603.798
7	8	S 08°31'42.70" W	58.67	8	203620.579	2276545.779
8	9	S 08°54'46.36" W	218.20	9	203586.772	2276330.209
9	10	N 81°59'08.86" W	170.24	10	203418.192	2276353.944
10	11	N 81°09'04.77" W	97.40	11	203321.955	2276368.926
11	12	S 11°15'58.48" W	65.84	12	203309.091	2276304.350
12	13	S 08°55'40.21" W	166.26	13	203283.289	2276140.104

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
13	14	S 09°05'43.00" W	205.02	14	203250.880	2275937.661
14	15	S 08°56'02.71" W	54.10	15	203242.478	2275884.215
15	16	N 80°29'18.22" W	206.04	16	203039.274	2275918.262
16	1	N 80°29'18.26" W	610.21	1	202437.456	2276019.097
SUPERFICIE: 622,696.85 m2 (62.269685Ha)						

Tabla 2.8. Cuadros de coordenadas del polígono que corresponde al área de uso a futuro 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				17	204252.844	2278384.763
17	18	S 08°50'44.63" W	349.30	18	204199.130	2278039.614
18	19	S 08°15'45.01" W	363.95	19	204146.827	2277679.440
19	20	S 05°50'46.39" W	10.33	20	204145.775	2277669.164
20	21	N 68°58'54.66" W	356.26	21	203813.217	2277796.942
21	22	N 68°58'54.66" W	151.96	22	203671.369	2277851.444
22	23	N 04°00'59.02" E	63.28	23	203675.801	2277914.565
23	24	N 10°50'30.56" E	56.05	24	203686.344	2277969.615
24	25	N 16°45'46.72" E	194.00	25	203742.297	2278155.374
25	26	N 16°40'41.53" E	187.25	26	203796.038	2278334.750
26	27	N 16°05'36.73" E	97.70	27	203823.121	2278428.621
27	28	N 79°15'53.22" E	71.97	28	203893.832	2278442.027
28	29	S 80°49'13.82" E	192.50	29	204083.866	2278411.318
29	17	S 81°04'08.31" E	171.05	17	204252.844	2278384.763
SUPERFICIE: 315,004.80 m2 (31.500480 Ha)						

I.4.2. Naturaleza y justificación del Proyecto.

Naturaleza del Proyecto.

Como obra asociada e integrante funcional, el proyecto incluye una línea aérea de 115 kV, doble circuito, de 3,723.01 m, desde la subestación de la central hasta una derivación directa en la LT Maxcanú–Ticul II. Su eje P0–V1–P2 constituye el Trazo Propuesto para Evaluación.

Especificaciones de la Interconexión

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Nivel de Tensión del Punto de Interconexión (kV)	**115 kV**

ARQUITECTURA GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en un arreglo integrado de módulos solares fotovoltaicos cuya generación eléctrica es inyectada a la Red General de Transmisión (RGT) mediante inversores DC/AC de última generación.

Configuración General:

- Capacidad AC en POI: 60 MW
- Capacidad DC instalada aproximada: 72.56 MWp (101,490 módulos de 715 Wp)
- Relación DC/POI ≈ 1.21
- Tecnología: Fotovoltaica bifacial tipo TOPCon
- Sistema de montaje: Seguidores solares de un eje
- Vida útil del proyecto: 25 años

Al término de la vida útil, la central fotovoltaica será retirada (desmantelamiento) y el sitio será rehabilitado. Dada la ausencia de cimentaciones profundas (anclaje/hincado superficial) y la conservación del suelo superficial, se prevé la recuperación de la cobertura vegetal por regeneración natural y, cuando corresponda, mediante revegetación con especies nativas, conforme al Programa de Cierre y Restauración.

La relación DC/POI de 1.21 aproximadamente ha sido seleccionado para optimizar la producción energética anual bajo las condiciones de irradiancia de la Península de Yucatán, sin generar impactos relevantes por recorte de potencia (clipping).

Flujo de Energía:

6. Captación solar mediante módulos fotovoltaicos bifaciales
7. Conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) mediante inversores
8. Sincronización con la red eléctrica nacional
9. Inyección de energía a través de medidor independiente
10. Distribución hacia la RGT

Componentes Principales
Módulos Fotovoltaicos

Fabricante del Módulo Fotovoltaico	**Canadian Solar**
Modelo del módulo fotovoltaico	CS7N-715TB-AG
Potencia nominal del módulo fotovoltaico	715 Wp
Número de fotoceldas por inversor	**170 inversores con 480 módulos** **39 inversores con 510 módulos**
Número total de Módulos Fotovoltaicos	**101490**

Inversores DC/AC

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Huawei
Modelo:	SUN2000-330KTL-H1
Tipo:	Smart String Inverter
Potencia nominal:	330 kVA / 300 kW AC
Cantidad:	209 inversores
Tensión de salida:	800 Vac trifásica
MPPT:	6 independientes por inversor
Rango MPPT:	500 - 1,500 Vdc
Tensión máxima entrada:	1,500 Vdc
Eficiencia máxima:	≥99.03%
Potencia AC total:	68.97 MVA (209 × 330 kVA)

Estructuras de Soporte y Montaje

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	[PENDIENTE - Selección en proceso]
Modelo:	[PENDIENTE]
Tipo:	Seguidor de un eje (Single-Axis Tracker)
Configuración típica:	60 o 90 módulos por tracker
Rango de seguimiento:	±60° (120° total)
Algoritmo de seguimiento:	Backtracking para minimizar sombreado
Pitch:	6 metros
Protección por viento:	Posición de defensa automática 0°

Estaciones de Transformación (STS)

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Fabricante:	Huawei
Modelo:	JUPITER-6000K-H1
Potencia:	6,600 kVA cada una
Cantidad:	11 unidades
Relación de transformación:	34.5 kV / 800 V
Inversores por STS:	19 inversores/STS
Potencia total STS:	72.6 MVA (11 × 6.6 MVA)
Tipo de transformador:	Sumergido en aceite, conservador
Vector group:	Dy11-y11

Ratio DC: AC del Sistema

El proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) considera una relación DC/POI aproximada de 1.21, valor optimizado para las condiciones de irradiancia de Yucatán:

CONCEPTO	VALOR
Capacidad DC instalada aproximada:	72.56 MWp
Capacidad AC en Punto de Interconexión (POI):	60 MWac
Relación DC/POI	1.21

Justificación: una relación DC/POI aproximada de 1.21 permite optimizar la producción energética anual bajo las condiciones de irradiancia de la Península de Yucatán, sin generar impactos relevantes por recorte de potencia (clipping). La central fotovoltaica ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) contará con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI). Considerando una capacidad DC instalada aproximada de 72.56 MWp, la relación DC/POI será de aproximadamente 1.21.

El Proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) se concibe como una infraestructura de generación limpia, con impactos ambientales que serán evaluados conforme a la normatividad ambiental vigente, diseñada para integrarse al entorno regional y a los criterios de desarrollo sustentable.

El proyecto incorpora medidas de diseño, conservación, restauración y cierre. Durante la operación persistirán cambios de uso, hábitat y paisaje en la superficie intervenida; la recuperación posterior dependerá del desmantelamiento, restauración y seguimiento verificable.
Capacidad productiva o de servicios

La central fotovoltaica ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY) contará con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI). Considerando una capacidad DC instalada aproximada de 72.56 MWp, la relación DC/POI será de aproximadamente 1.21.

I.4.3. Inversión Requerida.

La inversión total requerida es de $170,000,000.00 pesos aproximadamente. El presupuesto señalado incluye los costos para la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos al ambiente, los cuales se aplicarían de manera independiente en caso de autorizarse el proyecto y conforme a las propuestas que se presentarán más adelante.

Para efectos de la Manifestación de Impacto Ambiental, se precisa que se dispondrá de los recursos necesarios para implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración y el plan de cierre/desmantelamiento conforme a los resolutivos y condicionantes aplicables.

I.4.4. Programa General de trabajo

1. ***Ejecución de los trabajos***

Se utilizará un equipo topográfico para delimitar el área de desmonte y despalme, posteriormente se removerá la vegetación junto con la primera capa de tierra y piedras; para esto se utilizará maquinaria pesada del tipo trascavo y/o maquinaria especializada, apoyándose con herramienta menor como hachas, machetes, palas y picos. Los residuos vegetales resultantes, así como las piedras y la tierra generada serán acumulados temporalmente dentro del área del proyecto, en espera de que se realice el traslado para su disposición final. Las piedras obtenidas podrán servir para las actividades posteriores de cimentación o relleno.

I.4.5. Utilización de explosivos

No se emplearán materiales explosivos en ninguna de las etapas del proyecto

I.4.6. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones

a la atmósfera

El material vegetal resultante de las actividades del desmonte será dispuesto temporalmente en el área hasta finalizar la fase de despalme. Los troncos y ramas mayores serán trozados con ayuda de herramienta manual y se mantendrán separados de otros tipos de residuos. Su traslado hacia el sitio de disposición final que le corresponde se realizará mediante camiones de 3 ton o camiones de volteo de 3-4 m3.

I.4.7. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Los residuos vegetales serán trasladados al sitio de disposición final que designe la autoridad competente. La piedra-tierra resultante del despalme será utilizada para las nivelaciones previas del terreno, así como también para los rellenos posteriores a ésta, por lo que permanecerán en el área de trabajo hasta la etapa de construcción.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Prevención, separación, almacenamiento, transporte y disposición

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 2 – 60 MW AC (FORTALEZA.ENERGY)
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Objetivo y alcance

El programa aplica a PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V., contratistas y subcontratistas durante preparación del sitio, construcción (16 meses), operación, mantenimiento y cierre del proyecto en Opichén, Yucatán.

- Prevenir generación y mezcla de residuos.
- Asegurar segregación, identificación y almacenamiento temporal seguro.
- Mantener trazabilidad hasta reúso, reciclaje, tratamiento o disposición autorizada.
- Evitar descargas, quema, entierro o abandono en suelo, cavidades kársticas, áreas de conservación y caminos.

2. Clasificación y controles

Corriente	Ejemplos	Control mínimo
RSU	Alimentos, sanitarios, papel no contaminado	Contenedores con tapa; retiro periódico por servicio autorizado
Manejo especial	Empaques, tarimas, chatarra, cable, vidrio, módulos fuera de especificación, RCD	Segregación por corriente; valorización y manifiestos/recibos
Peligrosos	Aceites, grasas, filtros, absorbentes, envases contaminados, baterías	Área techada, impermeable y con contención; etiquetado y entrega a autorizado
Suelo o material afectado	Material de respuesta a derrames	Aislamiento, caracterización y manejo conforme a resultado

3. Operación

- Inventario inicial y actualización mensual de puntos de generación.

- Contenedores codificados y señalizados en frentes, almacenes y oficinas.
- Registro de cantidad, fecha, origen, destino, transportista y documento de recepción.
- Inspección semanal de orden, integridad, capacidad, incompatibilidades y evidencia de fugas.
- Capacitación de inducción y refuerzo trimestral; cláusulas ambientales en contratos.

4. Residuos peligrosos y emergencias

Los residuos peligrosos se manejarán sólo por personal capacitado. El almacén deberá contar con acceso controlado, ventilación, señalización, extintor, kit de derrames, piso impermeable y contención compatible. Ante derrame: detener la fuente, contener, recuperar, aislar, registrar, disponer y evaluar suelo; se prohíbe lavar hacia suelo o drenaje.

5. Indicadores

Indicador	Meta	Evidencia
Frentes con separación correcta	≥95%	Lista de inspección y fotografías
Residuos con destino documentado	100%	Recibos, manifiestos y bitácora
Quema, entierro o descarga no autorizada	0 eventos	Reportes de supervisión
Derrames cerrados con acción correctiva	100%	Reporte de incidente y cierre

6. Responsabilidades

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V. conserva la responsabilidad última de recursos, supervisión y cumplimiento. El responsable ambiental administra registros, inspecciones y reportes; los contratistas aplican el programa en sus frentes y no pueden transferir su obligación por subcontratación.

FORTALEZA.ENERGY
DESARROLLAR UN MEJOR PLANETA

CAPÍTULO II

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

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

AGOSTO, 2026

C A P Í T U L O II.
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

II.1. VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO DEL MARCO JURÍDICO, DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO

Con la finalidad de asegurar el cumplimiento del marco legal que comprende el proyecto, se hace necesario la identificación y el análisis de las Leyes, Reglamentos, Programas y Normas que aplican y regulan las actividades que deberán realizarse para la actividad al proyecto **ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)**, conforme al marco jurídico vigente en México, particularmente bajo la Ley del Sector Eléctrico (LSE) y demás disposiciones aplicables en materia energética, ambiental, social y de uso de suelo.

Ficha técnica definitiva para la vinculación: 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), potencia DC instalada aproximada de 72.56 MWp, 101,490 módulos fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial, 209 inversores, 122.812586 ha de ocupación del parque, 47.334765 ha de conservación, 93.770165 ha no usadas y predio total de 263.92 ha.

II.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030

El PND tiene visión de futuro

El PND orienta los objetivos de la nación y define las acciones en el corto, mediano y largo plazo; instrumentos al Estado y a la sociedad para cumplir los compromisos.

La planeación democrática establecida en la CPEUM ayuda a enriquecer el PND, la formulación de los temas y programas, la instrumentación, el control y la evaluación del plan y los programas.

Por eso es importante destacar el diálogo y la consulta que se llevaron a cabo para analizar los problemas y proponer soluciones con la participación de más de 50 mil personas en 57 foros de consulta en los 32 estados. Sobresalió el foro indígena por su asistencia y entusiasmo, con la participación de cerca de 4 mil personas de los 68 pueblos indígenas y el afromexicano. Es la primera vez que se consulta a los pueblos indígenas.

Este PND se articula sobre cuatro ejes generales y tres ejes transversales que estructuran la política pública en su conjunto.

• Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
• Desarrollo con bienestar y humanismo.
• Economía moral y trabajo.
• **Desarrollo sustentable.**
• Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
• Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
• Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas.

Desarrollo y bienestar con cuidado al medio ambiente

El desarrollo y el bienestar del pueblo sólo pueden fortalecerse con el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales. Por lo anterior, será prioritario promover una transición hacia las energías limpias, al tiempo que se protegen los ecosistemas naturales, se garantiza el derecho al agua y se hace frente a los efectos del cambio climático.

EJE GENERAL 4

DESARROLLO SUSTENTABLE

El desarrollo sustentable requiere un enfoque integral en la protección y el uso responsable de los recursos naturales. Es prioritario implementar políticas para reducir y revertir el daño ambiental, proteger los ecosistemas estratégicos del país como bosques, selvas y cuerpos de agua y fomentar el aprovechamiento de residuos mediante la economía circular.

Esto implica incentivar el reciclaje de materiales, el aprovechamiento energético de residuos orgánicos y la gestión eficiente de desechos para reducir la contaminación y optimizar el uso de recursos.

Diagnóstico

República soberana y con energía sustentable

La política energética debe fomentar el uso eficiente de la energía, promoviendo medidas de ahorro y el consumo de productos de alta eficiencia energética. Es crucial ampliar la superficie conservada y alcanzar la meta global de proteger el 30% de los territorios terrestres y marinos, implementando esquemas efectivos de protección, conservación y gobernanza ambiental.

Vinculación: El proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)", cumple con el eje cuarto de Desarrollo Sustentable y de su diagnóstico en cuanto a fomentar energías limpias y sustentables a través de la construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad instalada de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), con una potencia DC instalada aproximada de 72.56 MWp (101,490 módulos fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial), ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. La central se interconectará al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) mediante una línea aérea de interconexión de 115 kV, doble circuito, de aproximadamente 3.723 km, desde la subestación de la central hasta el punto de derivación propuesto en la LT 115 kV Maxcanú-Ticul II.

II.1.2 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030 (DOF 8 DE SEPTIEMBRE DE 2025)

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT) deriva del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 y orienta la política federal hacia la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, la acción climática y el fortalecimiento de la gestión ambiental.

Vinculación: el proyecto se relaciona con el Eje General 4, Desarrollo Sustentable, y con el PROMARNAT 2025-2030 por su generación fotovoltaica y por las medidas de prevención, mitigación, conservación, rescate de flora y fauna, manejo de residuos y vigilancia ambiental. Esta congruencia programática no sustituye las autorizaciones ni permite omitir condicionantes territoriales, forestales o ambientales.

II.1.3 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO RENACIMIENTO MAYA 2024-2030

La planeación estratégica del estado de Yucatán se rige por principios de armonización y coherencia con las políticas nacionales e internacionales, garantizando un desarrollo integral y sostenible. Conforme al artículo 29 de la Ley Estatal de Planeación, el Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 debe alinearse con los instrumentos de planeación de mayor alcance, asegurando sinergia entre los objetivos del estado y las estrategias nacionales.

En este sentido, el primer ejercicio de alineación consiste en la articulación de las Directrices y Vertientes del Plan Estatal de Desarrollo 2024-2030 con los ejes generales y transversales del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, con el propósito de consolidar una agenda pública coordinada y efectiva, que fortalezca la congruencia entre la política nacional y las estrategias locales.

El segundo ejercicio de alineación responde al compromiso del estado con el desarrollo sostenible, integrando de manera transversal los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 en la planeación estatal. Este enfoque permite que cada política, programa y acción de gobierno contribuya a la construcción de un Yucatán más equitativo, próspero y resiliente.

A partir de la propuesta que realiza el Gobierno Federal de los Ejes Generales y Transversales, en el documento de planeación estatal se consideraron en las directrices todos los temas en función de las características gubernamentales, sociales, educativas, económicas, ambientales, culturales, de seguridad y justicia que buscan el bienestar para todas las yucatecas y los yucatecos.

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 fue aprobado y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025; por tanto, la vinculación se realiza contra su versión definitiva y no contra la iniciativa remitida al Congreso.

Vinculación: El proyecto cumple con el eje 4 y sus objetivos de desarrollo sustentable, ya que el proyecto se desarrollará en una sola etapa con permiso único ante la Comisión Nacional de Energía (CNE). Tiene como objetivo satisfacer parte de la demanda de energía eléctrica de la Gerencia de Control Regional Peninsular; esta central eléctrica contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura energética regional y apoyará los objetivos nacionales de transición energética hacia fuentes renovables.

II.1.4 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY).

Decreto 692/2023 por el que se formula y expide la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, publicado el 5 de diciembre de 2023.

Mediante el presente Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se establece el “Modelo de Ocupación del Territorio” para el Estado de Yucatán, con base en criterios de racionalidad y de equilibrio entre la eficiencia ecológica y el desarrollo económico-social del sistema territorial. Este modelo es una proyección espacial de una estrategia de desarrollo económico y social que contribuye al diseño de la ocupación del territorio a futuro y al cómo conseguirlo, representando la forma de concretar espacialmente los objetivos ambientales propuestos en términos de sustentabilidad.

El modelo incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen el uso racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado. Con base en lo anterior, se establece un Modelo del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán que incluye la zonificación funcional o propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes, el esclarecimiento de la intensidad de dicha utilización y el sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos en cada región del territorio.

El establecimiento del modelo considera la gestión de protección de los recursos naturales, al asignarle a cada área un valor funcional determinado y un régimen de explotación y transformación que lleva implícito medidas de conservación de los diferentes recursos. Al mismo tiempo, su construcción refleja el deseo manifiesto de trabajar por la disminución de las desigualdades socio-espaciales y el incremento sostenido de la calidad de vida de la población residente en el Estado.

Alcance de interconexión: para esta MIA-R, el proyecto incorpora una línea aérea de interconexión de 115 kV, doble circuito, de aproximadamente 3.723 km, desde la subestación de la central hasta el punto de derivación propuesto en la LT 115 kV Maxcanú-Ticul II. El eje georreferenciado P0–V1–P2 del anexo de interconexión mide 3,723.01 m y se mantiene íntegramente dentro de UGA076-APROV-ABA, en la cual el uso 11 Infraestructura es condicionado. La vinculación territorial y ambiental se refiere exclusivamente a esa configuración. El proyecto se ejecutará exclusivamente conforme al

trazo, características y alcance sometidos a evaluación y, en su caso, autorizados. Cualquier modificación se tramitará conforme a la normativa aplicable.

Control territorial de alcance: la verificación con la cartografía oficial POETY 2023 muestra que el polígono del predio general intersecta las UGA076-APROV-ABA y UGA092-PRES-ABA; la huella de intervención/CUSTF, las áreas de conservación verificadas y el Trazo Propuesto para Evaluación de la línea se mantienen dentro de UGA076. La superficie identificada como uso o desarrollo futuro que incide en UGA092 queda expresamente excluida del alcance de esta MIA-R y no podrá recibir obras, desmontes ni intervención al amparo de la autorización solicitada. La superposición, la exclusión y el control de la línea se documentan en la cartografía, tablas de áreas, KML y Nota de Delimitación del expediente.

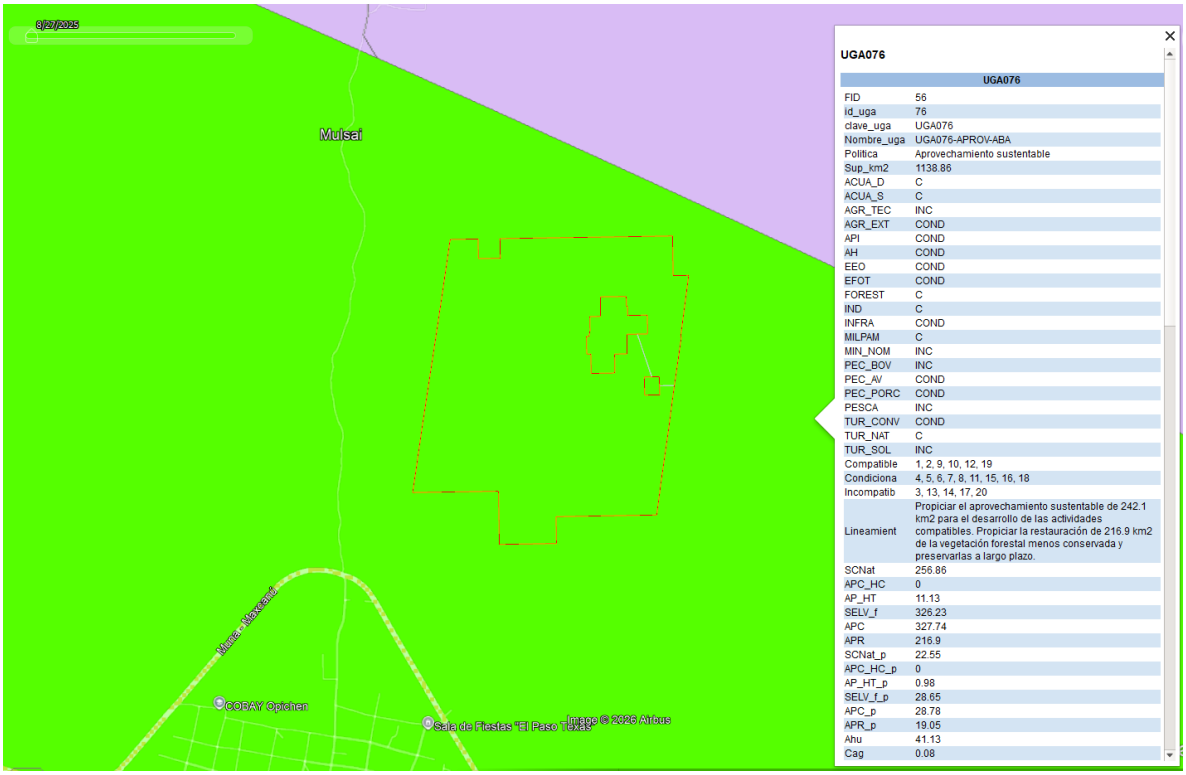


Figura 3.1: Localización del predio general respecto de las UGA076-APROV-ABA y UGA092-PRES-ABA; la huella de intervención se limita a la UGA076.

Los usos de suelo de las unidades de gestión ambiental que intersectan el predio general se presentan en la tabla siguiente. La huella solicitada se restringe a UGA076.

Tabla 3.3. Usos aplicables de las UGA076-APROV-ABA y UGA092-PRES-ABA.

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLITICA	COMPATIBLE	CONDICIONADO	INCOMPATIBLE

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLITICA	COMPATIBLE	CONDICIONADO	INCOMPATIBLE
UGA076	UGA076-APROV-ABA	Aprovechamiento sustentable	1.Acuacultura de agua dulce 2.Acuacultura salobre 9.Forestal 10.Industrial 12.Milpa maya 19.Turismo de naturaleza	4.Agricultura extensiva 5.Apicultura 6.Asentamientos humanos 7.Energia eólica **8.Energía fotovoltaica** 11.Infraestructura 15.Pecuario avícola 16.Pecuario porcino 18.Turismo convencional	3.Agricultura tecnificada 13.Mineria no metálica 14.Pecuario bovino 17.Pesca 20.Turismo de sol y playa
UGA092	UGA092-PRES-ABA	Preservación	5. Apicultura	12. Milpa maya 19. Turismo de naturaleza	1. Acuacultura de agua dulce 2. Acuacultura salobre 3. Agricultura tecnificada 4. Agricultura extensiva 6. Asentamientos humanos 7. Energía eólica 8. Energía fotovoltaica 9. Forestal 10. Industrial 11. Infraestructura 13. Minería no metálica 14. Pecuario bovino 15. Pecuario avícola 16. Pecuario porcino 17. Pesca 18. Turismo convencional 20. Turismo de

CLAVE UGA	NOMBRE UGA	POLITICA	COMPATIBLE	CONDICIONADO	INCOMPATIBLE
					sol y playa

Interpretación vinculante del alcance: en UGA076 la energía fotovoltaica es un uso condicionado; en UGA092 es incompatible. La factibilidad general del predio no habilita obras fotovoltaicas dentro de UGA092. Por ello, la intervención actual, el CUSTF, los accesos y toda infraestructura asociada deberán mantenerse fuera de esa UGA de preservación.

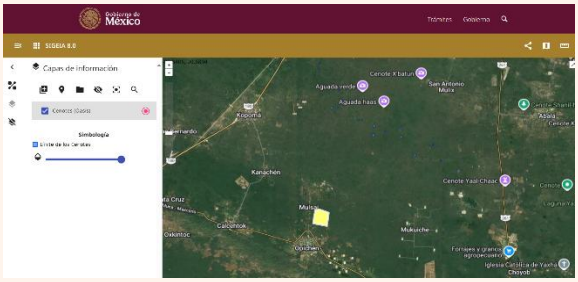
A continuación, se vinculan los **Criterios Ecológicos Generales**, cuya aplicación corresponden a acciones que todos los sectores deben realizar, independientemente de su localización; así como criterios específicos por sector:

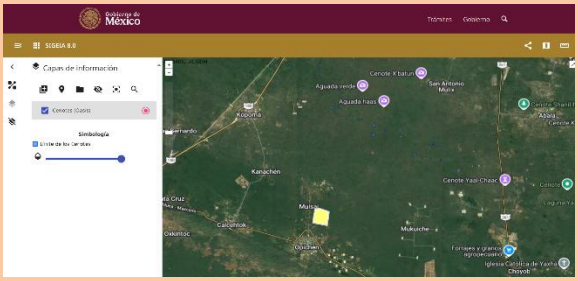
Tabla 3.4. Criterios Ecológicos generales vinculables de la UGA 076-APROV-ABA

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Todo proyecto, obra o actividad que genere aguas residuales, deberá contar con un sistema de drenaje y un sistema de tratamiento de aguas residuales o sistemas alternativos que cumplan con la normatividad aplicable previo a la disposición de aguas residuales. En todos los casos, el drenaje pluvial y el sanitario deberán estar separados.	***Sí aplica. Durante preparación y construcción se utilizarán sanitarios portátiles con retiro por prestador autorizado; durante operación no se efectuarán descargas al suelo o subsuelo. Cualquier instalación sanitaria permanente deberá mantener separados los drenajes pluvial y sanitario y cumplir la normativa y autorizaciones aplicables.***
2	Todo proyecto, obra o actividad que genere residuos sólidos urbanos (RSU), deberán contar	***Sí aplica. Se generarán residuos sólidos urbanos en las distintas etapas. Se aplicará separación, almacenamiento***

	con la infraestructura apropiada y con un programa de manejo integral para su recolección, tratamiento o disposición final, ya sea por cuenta propia, contratación de servicios especializados o a través de los servicios públicos municipales.	***temporal, recolección y entrega a prestadores o servicios autorizados, conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos.***
3	Todo proyecto, obra o actividad que generen residuos de manejo especial, deberán reportar su generación y estrategias de manejo a la dependencia estatal de conformidad con la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán.	***Si aplica.*** *En la etapa de construcción y de operación los residuos de manejo especial contarán con un programa integral. Se contratará a una empresa especializada para su recolección y destino final, se llevará un registro de los contratos a través de una bitácora y reportes de supervisión ambiental.*
4	Todo proyecto, obra o actividad que requieran el abastecimiento de agua subterránea quedarán supeditas a que se demuestre que no se afecta la disponibilidad ni la calidad del agua del acuífero mediante la presentación estudios que determinen los niveles estáticos, la profundidad del manto salino, la velocidad de saturación del suelo, los flujos y el aforo de extracción de agua. Así mismo deberá indicar el número de pozos de extracción necesarios para el proyecto y su distribución en el predio, el volumen de agua requerido en m^3/día y las velocidades de extracción en L/s de cada pozo.	***No aplica****. El proyecto se trata de una planta fotovoltaica la cual no aprovechará el agua subterránea.*
5	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de oquedades, las cuales se deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante derrumbes de zonas cavernosas.	***Sí aplica. Antes de abrir frentes de obra se realizará verificación de campo y geotecnia para identificar oquedades, cavernas, cenotes o depresiones kársticas; cualquier rasgo localizado se georreferenciará y excluirá o protegerá conforme a la medida aplicable.***
6	Todo proyecto, obra o actividad deberá determinar la presencia de zonas inundables, las cuales se	***Sí aplica. La ausencia de zonas inundables no se presumirá sólo por cartografía regional; se verificará en***

	deberán excluir de las áreas aprovechables con el objeto de reducir la vulnerabilidad ante efectos climáticos.	***campo y con la topografía de detalle, conservando el drenaje natural y excluyendo las zonas que presenten riesgo.***
7	Los proyectos que incluyan la construcción de caminos, carreteras y estacionamientos deberán integrar un sistema de drenes adecuados y suficientes que permitan el flujo natural del agua y considerar la viabilidad de utilizar materiales permeables para minimizar los impactos a la infiltración natural.	***Sí aplica a caminos internos, accesos y superficies de circulación. Su diseño conservará el flujo natural del agua, incorporará drenaje suficiente y privilegiará soluciones permeables donde sean técnicamente viables.***
8	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda realizar en terrenos que presenten vegetación forestal, deberán mantener los parches mejor conservados, fomentar la creación de franjas de vegetación para mejorar la conectividad, disminuir la fragmentación y funcionar como corredor biológico.	***Si aplica.*** *El proyecto contempla destinar un área de conservación equivalente a 47.334765 ha y 93.770165 ha como área de aprovechamiento a futuro que servirá como zona de amortiguamiento y recarga del manto acuífero (ver planos anexos).*
9	Todo proyecto, obra o actividad que requiera la realización de excavación como parte de su proceso construcción, deberá contemplar medidas de mitigación para reducir afectaciones por el material extraído, como puede ser su reutilización en las propias actividades constructivas.	***Si aplica.*** *El proyecto contempla excavaciones mínimas para la construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad instalada de 60 MWac en el punto de interconexión, ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. Entre las medidas de mitigación se contempla el uso del sustrato para reforestar las áreas de conservación.*
10	Todo proyecto, obra o actividad deberá privilegiar su desarrollo en terrenos eriales y preferentemente forestales y en última instancia sobre terrenos forestales previa autorización de la autoridad competente.	***Si aplica.*** *El proyecto se somete a la presente MIA-R y al mismo tiempo se someterá al Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.*
11	Todo proyecto, obra o actividad que se pretenda desarrollar en un predio, deberá identificar y caracterizar los humedales	***Sí aplica. La identificación de humedales y rasgos kársticos se sustenta en cartografía y deberá verificarse en campo antes de abrir frentes de obra. Todo***

	(cenotes, poljes, uvalas, cuevas, grutas, humedales costeros) que se encuentren en su interior, con lo cual deberá establecer las medidas necesarias para evitar los impactos directos, indirectos o a distancia de la obra o actividad que causen la desecación o la sedimentación de los humedales. En el caso de vías de transporte (veredas, caminos, carreteras, red ferroviaria), se deberá evitar la alteración de la hidrodinámica natural, tanto superficial como subterránea.	***rasgo localizado se georreferenciará, excluirá o protegerá, evitando alteraciones de la hidrodinámica superficial o subterránea.*** 
12	Todo proyecto, obra o actividad que extraigan agua salobre del acuífero subterráneo y requieran su desalinización para su uso, deberán presentar los estudios correspondientes que demuestren que no modificarán la integridad funcional de los ecosistemas y las características naturales de los acuíferos, considerando también la descarga de aguas de desecho.	***No aplica. El proyecto no extraerá agua salobre ni instalará sistemas de desalinización; el abastecimiento temporal de obra se realizará mediante proveedores autorizados.***
13	Todo proyecto, obra o actividad, deberá ubicar su sistema de tratamiento de aguas residuales en función del tipo de suelo y de la profundidad del acuífero, con el objeto de minimizar el riesgo que las aguas residuales fluyan al acuífero o a la superficie sin haber tenido un adecuado tratamiento. Asimismo, deberán asegurar la recolección periódica y disposición final adecuada de los lodos en caso de generarse.	***No aplica.*** *El proyecto no emplea sistemas de tratamiento de aguas residuales ya que se trata de una central fotovoltaica.*
14	Todo proyecto, obra o actividad deberá remitirse a los atlas de riesgos y peligros y demostrar que incorporan las medidas constructivas y operativas necesarias para disminuir la	***Si aplica.*** *El proyecto contempla un área de conservación equivalente a 47.334765 ha la cual preservará la vegetación original y nativa del sitio.* *a) El proyecto se ubica fuera de zonas de riesgo de inundación*

	vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos y a los efectos del cambio climático. Entre dichas medidas se incluyen las siguientes: a) Ubicar las obras y actividades en las zonas de menores niveles exposición. b) Minimizar la fragmentación de ecosistemas naturales que brindan protección ante eventos hidrometeorológicos extremos. c) Preservar la cobertura vegetal natural y la permeabilidad del suelo en los espacios no construidos. d) Adaptar los caminos a la topografía del terreno. e) Utilizar diseños y materiales que permitan el flujo de agua y sedimentos, así como la infiltración al subsuelo. f) Disminuir posibles afectaciones a las estructuras de cavernas y formaciones geológicas. j) Implementar diseños y estructuras constructivas que disminuyan la vulnerabilidad.	*b) Para evitar la fragmentación del hábitat el proyecto destinará un área de equivalente a 47.334765 ha y 93.770165 ha como área de aprovechamiento a futuro, el cual servirá como área de recarga del manto acuífero y conservación de la vegetación nativa.* *c) Para evitar la fragmentación del hábitat el proyecto destinará un área de equivalente a 47.334765 ha y 93.770165 ha como área de aprovechamiento a futuro, el cual servirá como área de recarga del manto acuífero y conservación de la vegetación nativa.* *d) Se utilizarán los caminos de acceso al predio y se conservarán como caminos blancos o sin pavimentar (permeables).* *e) Al ser un proyecto de central fotovoltaica no será necesario la pavimentación por lo que el suelo se mantendrá permeable.* *f) el proyecto se encuentra fuera de toda área que presenta cavernas o cenotes, así lo señalado en el SIGEIA.*  *J) El proyecto debido a su diseño evitará el daño al manto acuífero, al suelo y ecosistema a través de la implementación de un área de conservación equivalente a a 47.334765 ha y 93.770165 ha como área de aprovechamiento a futuro y de recarga del manto acuífero y conservación de la vegetación nativa.*
15	Todo proyecto, obra o actividad deberá implementar medidas que favorezcan la recarga del acuífero. Estas medidas podrán incluir la recuperación del suelo, la construcción de pozos de absorción de agua de lluvia y/o la reforestación de áreas	***Si aplica.*** *El proyecto contempla un área de conservación equivalente a 47.334765 Ha que representa el 17.94% de la superficie total del predio “Finca San Diego Mulsay” como área de conservación, que se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que*

	desmontadas o degradadas.	*representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual, la importancia de su preservación y conservación.*

Criterios ecológicos ambientales del Sector Energía Fotovoltaica

A continuación, se vinculan los criterios ambientales del **Sector Energía Fotovoltaica** de la **UGA 076-APROV-ABA.**

Tabla 3.5. Criterios ambientales vinculables al sector Energía Fotovoltaica de la UGA 076-APROV-ABA

NO	CRITERIO	VINCULACIÓN
1	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán sujetarse a las siguientes medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales: a) Minimizar el área del proyecto asociada a los módulos de paneles. b) Minimizar la fragmentación de hábitat privilegiando la instalación de líneas de distribución en caminos ya existentes, la revegetación con especies nativas y melíferas. c) Privilegiar las medidas mecánicas de control de la vegetación sobre el uso de herbicidas. d) Establecer un programa de monitoreo anual de biodiversidad con indicadores clave. f) Minimizar el consumo de	***Sí aplica. La huella de intervención se limita a 122.812586 ha; se preservan 47.334765 ha y el uso futuro queda fuera de la autorización solicitada. No se utilizarán herbicidas; la limpieza de módulos privilegiará métodos en seco o de bajo consumo; se ejecutará el Programa de Vigilancia Ambiental y la revegetación con especies nativas y melíferas.***

	agua para el enfriamiento y limpieza colectores, concentradores y generadores.	
2	La evaluación de los impactos y de los beneficios ambientales y sociales deberán considerarse de manera conjunta, para garantizar que los medios de vida y el bienestar de los pueblos indígenas y las comunidades locales no se verán afectados negativamente.	***Sí aplica. Los impactos ambientales y sociales se evaluarán conjuntamente; se mantendrán mecanismos de información, atención de quejas y seguimiento a comunidades locales, y se integrará la evaluación social que resulte exigible.***
3	Los proyectos de generación y distribución de energía solar deberán excluir las áreas prioritarias para la conservación como sitios aptos para su ubicación, por lo que deberán ubicarse en terrenos perturbados, degradados o desprovistos de cobertura forestal.	***Sí aplica. La huella de intervención se mantiene dentro de UGA076 y fuera de UGA092. Las áreas prioritarias para conservación, rasgos kársticos y sitios de valor arqueológico se excluirán de las obras y se conservarán conforme a los planos y programas anexos.***
4	Todo proyecto de instalación o ampliación de parques solar fotovoltaico deberá minimizar el área de desmonte, la fragmentación de hábitat y la afectación a corredores biológicos; así como distanciar de manera óptima los módulos fotovoltaicos, seguidores solares e infraestructura asociada.	Sí aplica. El diseño minimiza desmonte y fragmentación, conserva 47.334765 ha distribuidas en tres polígonos y mantiene fuera del alcance 93.770165 ha de uso futuro. La vigilancia ambiental verificará conectividad, supervivencia de revegetación y ausencia de invasión a las áreas excluidas.

DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El sitio del proyecto ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY), no se encuentra dentro de ningún área natural protegida. el ANP más cercana al sitio del proyecto es la Reserva Estatal Biocultural del Puuc que cuenta con una extensión de 135,848.85 Ha y que se ubica a aproximadamente 21 km del sitio del proyecto, al sur de la poligonal del proyecto.

Otra ANP es la Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes, la cual se ubica a más de 30 km al este del sitio del proyecto.

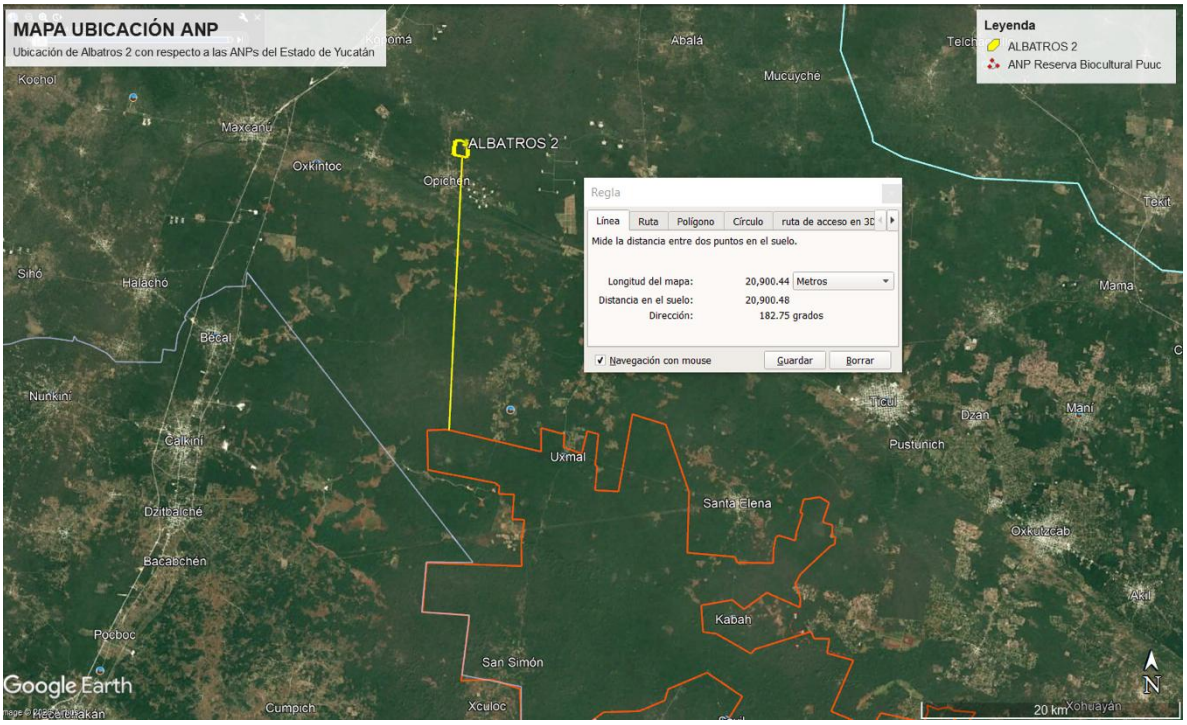


Figura 3.2: Ubicación del predio con respecto a las ANPs en el Estado de Yucatán

El proyecto se localiza fuera de las áreas naturales protegidas identificadas; por ello no se prevén impactos directos sobre sus polígonos. Los posibles efectos indirectos, acumulativos y sinérgicos se evalúan en el estudio y se controlarán mediante los programas de rescate, vigilancia y reforestación. Cualquier evidencia de conectividad funcional o afectación no prevista deberá detonar medidas adicionales y el aviso a la autoridad cuando corresponda.

De acuerdo con la evaluación disponible, no se prevé una afectación significativa al flujo hidrológico de las cercanías. Esta conclusión deberá verificarse durante la preparación, construcción y operación mediante la vigilancia ambiental y el seguimiento de las medidas aplicables. El proyecto conserva 47.334765 ha,

equivalentes al 17.94% de la superficie total del predio, y mantiene fuera del alcance actual 93.770165 ha de uso futuro.

II.1.6 INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLES

Se presenta a continuación la vinculación con las Normar Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto:

NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

Se llevará a cabo la verificación de las maquinarias observando que cumplan con sus mantenimientos preventivos de esta forma se previenen las emisiones excesivas.

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.

Se controlarán estas emisiones, mediante mantenimientos periódicos de la maquinaria.

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

No se planea realizar ningún tipo de mantenimiento de la maquinaria involucrada en el proyecto, en caso de ser necesario se realizarán sobre áreas cubiertas con tapetes plásticos para evitar el derrame de aceites u otro tipo de sustancias. Se mantendrá un control de los mantenimientos de la maquinaria utilizados en el proyecto.

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.

Se contempla un programa de rescate y reubicación de las especies encontradas en el sitio el proyecto que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez consultada la norma fueron identificadas especies en algún estatus

(tanto de flora como de fauna), mismas que se reportan en el Capítulo III del presente estudio. Sobre las cuales se aplicará lo siguiente:

1. Antes de realizar el desmonte se deberá ejecutar el programa de rescate y reubicación de flora, poniendo especial atención en las especies endémicas registradas en el predio. En flora no se identificaron especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se registraron cuatro especies endémicas, por lo que se aplicarán acciones de rescate, reubicación y manejo preventivo.

2. Se deberá realizar el desmonte de forma gradual para permitir el abandono de la fauna.

3. Antes de realizar el desmonte se deberá ejecutar el programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna, poniendo especial cuidado en las cinco especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: dos bajo Protección especial (Pr) y tres en categoría Amenazada (A), así como en cualquier ejemplar de fauna silvestre localizado durante las actividades de campo.

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

Se mantendrá una bitácora de los mantenimientos de la maquinaria involucrada en el proyecto con el fin de mantenerse en apego a lo establecido en la NOM-080 referente a los niveles permisibles de ruido.

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

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas y condiciones adecuadas de estos servicios para prevenir accidentes durante la obra.

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

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas adecuadas, equipo de seguridad y condiciones adecuadas de trabajo.
NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Pese a que no se contempla que los niveles de ruido sean muy altos y que puedan provocar daños a la salud, se proporcionara equipo de protección auditiva a los operadores de maquinaria.

NOM-017-STPS-2024. Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas adecuadas, equipo de seguridad y condiciones adecuadas de trabajo.

NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización). El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:
- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

Se proporcionará a los trabajadores las instalaciones adecuadas a fin de brindar las condiciones adecuadas de seguridad para evitar descargas eléctricas y sobrecorrientes.

NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. Establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos.

El proyecto cumplirá con los servicios eficientes de energía eléctrica mediante la utilización de equipos renovables y de tecnología de energias limpias.

NOM-008-ENER-2001. Aislamiento térmico de edificios.

Se contará con la infraestructura térmica con el objetivo de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

NOM-035-STPS-2018. Factor de riesgo psicosocial. Establecer los elementos para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo.

Se proporcionará a los trabajadores las herramientas adecuadas, equipo de seguridad y condiciones adecuadas de trabajo a través de capacitaciones constantes.

II.1.7 FACTIBILIDAD URBANA AMBIENTAL FUA 388/2026 Y CONTROL DEL ALCANCE TERRITORIAL

El Instituto de Movilidad y Desarrollo Urbano Territorial emitió el 10 de junio de 2026 la FUA 388/2026, notificada el 23 de junio de 2026, para la central fotovoltaica de 60 MW en el tablaje 292, con superficie general de 2,639,175.44 m². La resolución es factible sujeta a las condiciones expresamente señaladas y se incorpora como antecedente territorial; no sustituye la autorización federal de impacto ambiental, el CUSTF, las licencias municipales ni los derechos sobre los inmuebles.

La FUA reconoce que el predio general intersecta UGA076-APROV-ABA y UGA092-PRES-ABA. Su lectura debe armonizarse con el POETY: el uso fotovoltaico es condicionado en UGA076 e incompatible en UGA092. En consecuencia, la factibilidad no debe interpretarse como permiso para ocupar la porción de UGA092.

La huella activa de 122.812586 ha, el CUSTF y las áreas de conservación verificadas permanecen en UGA076. Las 93.770165 ha identificadas como uso o desarrollo futuro no forman parte de la autorización solicitada y, en la medida en que incidan en UGA092, se mantendrán sin obras ni desmontes.

La vigencia de la FUA es de un año contado desde el día hábil siguiente a su notificación, siempre que no entren en vigor instrumentos de planeación territorial que modifiquen las condiciones aplicables. Su vigencia deberá volver a comprobarse el día de presentación y antes de iniciar obras.

II.1.8 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA, TEXTO VIGENTE CONSULTADO EN LA CÁMARA DE DIPUTADOS)

ARTICULO 98.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
II.- El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;

III.- Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;
IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y
VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por si mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Se considera que el uso de suelo es compatible con lo expuesto con los Programas de ordenamiento aplicables; para el proceso de movimiento de tierras (suelo) propio de la etapa preparación del sitio, este se conservará en el predio para su posterior reincorporación en el área de conservación, de igual manera se considera que la primera capa de suelo (tierra) se reincorporará en el área de conservación.

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Para el cumplimiento de los dos artículos citados previamente únicamente se utilizarán vehículos automotores y maquinaria que se encuentren en óptimas condiciones con el objeto de mantener sus emisiones dentro de los niveles establecidos por las normas correspondientes para todas las etapas del Proyecto. De igual manera para el transporte de material se humedecerá la capa superficial del mismo y será cubierto por una lona plástica resistente para evitar la dispersión de partículas a la atmósfera.

ARTICULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar.
Dentro de las actividades del Proyecto en sus diferentes etapas se generarán residuos sólidos urbanos, estos, serán clasificados y colectados en contenedores plásticos con tapa para posteriormente ser colectados por vehículo de limpieza Municipal.

ARTÍCULO 139.- Toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes en los suelos se sujetará a lo que disponga esta Ley, la Ley de Aguas Nacionales, sus disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría.

De acuerdo con lo mencionado en los artículos anteriores, se prevendrá en todo momento la contaminación del suelo mediante medidas preventivas.

ARTÍCULO 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud.

Se considera la generación de ruido por parte de la maquinaria empleada para la etapa de preparación y operación; para este fin se les proporcionará el equipo adecuado de protección a los trabajadores involucrados en la obra (chalecos reflectantes, protectores auditivos, cascos y lentes de protección).

II.1.9. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

ARTÍCULO 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación…

ARTÍCULO 18. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat…

ARTÍCULO 30. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre…

Al respecto de los artículos anteriores, quedará estrictamente prohibida cualquier actividad fuera de las establecidas por el Proyecto y que implique la destrucción, daño o perturbación del ambiente. Así mismo, QUEDARA ESTRICTAMENTE PROHIBIDO TODO ACTO DE CRUELDAD CONTRA LA FAUNA SILVESTRE.

II.1.10. LEY FEDERAL DEL TRABAJO

ARTÍCULO 132. Indica que los patrones tienen la obligación de instalar todos los lugares laborales de acuerdo a los principios de seguridad e higiene para prevenir riesgos de trabajo y perjuicios al trabajador. Igualmente deben adoptar las medidas necesarias e instructivos que expidan las autoridades competentes. Para estos efectos deberán modificar en su caso, las instalaciones en los términos que señalen las propias autoridades.

El proyecto contempla la instalación de áreas de trabajo de acuerdo a los principios de seguridad e higiene.

II.1.11. REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA DOF 25 de noviembre de 1988, última reforma publicada en el DOF 03 de junio de 2006

ARTÍCULO 10. Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.

ARTÍCULO 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país
II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Para mantener la calidad del aire se llevarán a cabo medidas preventivas como la utilización de vehículos en buen estado y el humedecer los focos de trabajos para evitar la dispersión de partículas.

ARTÍCULO 28. La emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.

Los vehículos empleados durante la etapa de operación y mantenimiento de la obra deberán estar al día en cuanto a sus mantenimientos esto para evitar emisiones perjudiciales al medio ambiente. De igual manera para transportación de materiales de construcción principalmente polvos o partículas reducidas se humedecerá la capa superficial y se emplearán lonas para evitar su dispersión durante su transportación.

II.1.12. REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDO (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2000. Última reforma publicada DOF 28 de diciembre 2004).

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

Se utilizará maquinaria y vehículos en buen estado por lo que no se espera que se generen niveles de ruidos superiores a los permisibles.

II.1.13. REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO DE LA SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL

ARTÍCULO 13. Los patrones están obligados a adoptar, de acuerdo a la naturaleza de las actividades laborales... en los centros de trabajo, las medidas de seguridad e higiene pertinente, a fin de prevenir… accidentes en el uso de maquinaria, equipo, instrumentos y materiales enfermedades…

Es responsabilidad de la empresa el adoptar todas las medidas necesarias para elevar la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. Esto con el firme propósito de disminuir en la medida de lo posible la ocurrencia de accidentes laborales.

ARTÍCULO 109. La basura y los desperdicios que se generen en los centros de trabajo deberán identificarse, clasificarse, manejarse y en su caso, controlarse, de manera que no afecten la salud de los trabajadores y al centro de trabajo.

Cabe mencionar que se contará con señalamientos para las distintas áreas de trabajo; se mantendrá un control o programa de limpieza en donde se establecerá la forma de separación de los residuos, así como el sitio para su almacén temporal. Estos residuos serán transportados al sitio de disposición final autorizado.

ARTÍCULO 138. El personal encargado de la operación del equipo y la maquinaria... deberá contar con capacitación especializada para llevar a cabo sus actividades en condiciones de óptima seguridad e higiene.

El contratista será el encargado de proporcionar personal capacitado para el manejo de maquinaria.

II.1.14 LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

II.1.14.1 Ley General de Vida Silvestre.

Artículo 70. Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables.

Vinculación: *El proyecto contempla en sus medidas de mitigación, prevención y compensación el cumplir con la legislación y normatividad vigente durante las distintas etapas del proyecto para que no sea necesaria la intervención de la Secretaría.*

Artículo 73. Queda prohibido el uso de cercos u otros métodos, de conformidad con lo establecido en el reglamento, para retener o atraer ejemplares de la fauna silvestre nativa que de otro modo se desarrollarían en varios predios. La Secretaría aprobará el establecimiento de cercos no permeables y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.

Vinculación: *En el Proyecto no se contempla la colocación de cercos con el objetivo de retener o atraer ejemplares de fauna silvestre. En ningún momento se prevé la realización de actividades de aprovechamiento y/o extracción de especímenes de fauna silvestre.*

II.1.15. LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN

Artículo 81. Para la prevención y control de la contaminación del suelo se consideran los siguientes criterios: deberán ser controlados los residuos de cualquiera índole, en tanto que puedan constituir una fuente de contaminación de los suelos; racionalizar la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje...

Vinculación: *El proyecto contempla en su realización y operación la aplicación de medidas para el control de los residuos generados por sus actividades siempre teniendo presente no contaminar los suelos y buscando mantener la salud del medio ambiente.*

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA

Evitación, ahuyentamiento, rescate, liberación de frentes y seguimiento

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 2 – 60 MW AC (FORTALEZA.ENERGY)
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Objetivo y superficie

El programa aplica al proyecto promovido por PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V. en Opichén, Yucatán. Superficie predial: 263.917516 ha; superficie máxima de intervención: 122.812586 ha; superficie de conservación: 47.334765 ha.

El objetivo es reducir mortalidad y pérdida de ejemplares mediante delimitación previa, ahuyentamiento dirigido, rescate por personal competente, selección de sitios receptores y seguimiento verificable. La autorización ambiental no sustituye permisos específicos de colecta o manejo cuando sean exigibles.

2. Línea base controlada

- Se reportan 37 especies de flora pertenecientes a 16 familias; ninguna incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Se priorizan Acacia gaumeri, Jatropha gaumeri, Randia longiloba y Thouinia paucidentata, reportadas como endémicas en la línea base.
- Se reportan 73 especies de fauna: 12 reptiles, 48 aves y 13 mamíferos.
- Cinco especies se reportan en categorías de la NOM-059; se atenderán conforme a la tabla taxonómica del Capítulo III y a la normativa aplicable.

3. Secuencia obligatoria

Fase	Acción	Criterio de liberación
1. Delimitación	Marcar físicamente huella y áreas de exclusión	Sin señalamiento no se inicia recorrido
2. Inspección	Recorrido 24–48 h antes del frente; registrar nidos,	Bitácora y mapa del frente

	madrigueras, refugios y flora rescatable	
3. Ahuyentamiento	Avance unidireccional hacia hábitat seguro; sin persecución innecesaria	Ausencia de individuos móviles en riesgo inmediato
4. Rescate	Captura o extracción selectiva por personal capacitado	Registro individual o por lote
5. Reubicación	Sitio receptor compatible, fuera de huella y con capacidad	Coordenada, fotografía y condición de liberación
6. Liberación	Responsable ambiental autoriza por escrito el frente	Formato firmado antes de desmonte

4. Flora

- Priorizar plántulas, juveniles, cactáceas/suculentas, propágulos y semillas de especies nativas de interés.
- Evitar extracción indiscriminada; evaluar viabilidad, fenología y capacidad del sitio receptor.
- Etiquetar con código único, especie, origen, fecha, tratamiento, destino y responsable.
- Mantener vivero temporal con sombra, riego controlado, sustrato y cuarentena cuando proceda.
- Dar seguimiento a supervivencia; aplicar reposición o ajuste de técnica si el desempeño cae bajo la meta aprobada.

5. Fauna

- Prohibir captura por personal no autorizado, cacería, alimentación, comercio o manipulación innecesaria.
- Herpetofauna: manejo con ganchos, tubos o contenedores ventilados; especies venenosas sólo por especialista.
- Aves: priorizar ahuyentamiento y protección de nidos activos; detener el frente y definir medida específica.
- Mamíferos: facilitar escape; usar trampas únicamente con revisión frecuente, protección térmica y protocolos de bienestar.
- Registrar mortalidad, lesión y hallazgos NOM-059; activar aviso y atención veterinaria cuando corresponda.

6. Indicadores y evidencia

Indicador	**Meta**	**Evidencia**
Frentes inspeccionados antes de desmonte	100%	Formato de liberación

Ejemplares con trazabilidad origen–destino	100%	Bitácora, coordenadas y fotografías
Mortalidad atribuible durante rescate	Tendencia a cero	Reporte e investigación de causa
Supervivencia de flora reubicada	Meta por especie/técnica aprobada	Monitoreo a 1, 3, 6 y 12 meses
Intervención en áreas de conservación	0	Inspección georreferenciada

7. Regla de paro

El hallazgo de nido activo, especie en riesgo, madriguera ocupada, rasgo kárstico no previsto, individuo lesionado o intervención fuera de huella obliga a detener el frente, delimitar, notificar al responsable ambiental, documentar y autorizar por escrito la reanudación.

FORTALEZA.ENERGY
DESARROLLAR UN MEJOR PLANETA

CAPÍTULO III

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

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

AGOSTO, 2026

C A P Í T U L O III.
DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

III.1. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y DEL ÁREA DE ESTUDIO

La descripción del sistema ambiental en el área donde se pretende desarrollar el proyecto revela las diversas características propias del lugar, así como las condiciones bióticas y abióticas que se presentan actualmente en el sitio.

Durante este proceso, fue necesario observar de manera puntual el sistema ambiental que se desarrolla en la zona para determinar las interacciones presentes en el área del proyecto.

III.1.1. Delimitación del área de estudio

El predio en donde se desarrollará el proyecto “ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)”, se ubica en el tablaje número 292 denominado San Diego Mulsay, de la localidad y municipio de Opichén, Yucatán.
El Trazo Propuesto para Evaluación se identifica mediante el eje P0–V1–P2 del KML anexo, con longitud de 3,723.01 m y ubicación íntegra en UGA076-APROV-ABA. La delimitación del sistema ambiental regional y el análisis de impactos incorporan la central y esta obra lineal; las torres, cimentaciones, accesos, áreas de tendido y maniobra deberán permanecer vinculadas al eje y sujetas a las medidas ambientales del estudio.

El Proyecto “ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)” consiste en el desarrollo, construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad instalada de 60 MWac en el punto de interconexión, ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. Para efectos de esta MIA-R, la interconexión propuesta consiste en una línea aérea de interconexión de 115 kV, doble circuito, de aproximadamente 3.723 km, desde la subestación de la central hasta el punto de derivación propuesto en la LT 115 kV Maxcanú-Ticul II; esta configuración forma parte del alcance ambiental evaluado.

El proyecto se desarrollará en una sola etapa con permiso único ante la Comisión Nacional de Energía (CNE). El predio general intersecta las UGA076-APROV-ABA y UGA092-PRES-ABA; sin embargo, la huella de intervención evaluada, el CUSTF y las áreas de conservación verificadas se ubican en UGA076. La porción de uso o desarrollo futuro que incide en UGA092 queda fuera del alcance de esta MIA-R y no podrá recibir obras o desmontes al amparo de la autorización solicitada.

Actualmente a este predio no se ha dado algún tipo de uso, por lo que aún en su interior se pueden identificar elementos biológicos en sus diferentes estratos características de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia.

A pesar de que los predios colindantes a este terreno presentan fragmentación de hábitat y cambio de uso de suelo, se puede considerar que el estado de conservación del sitio es bueno.

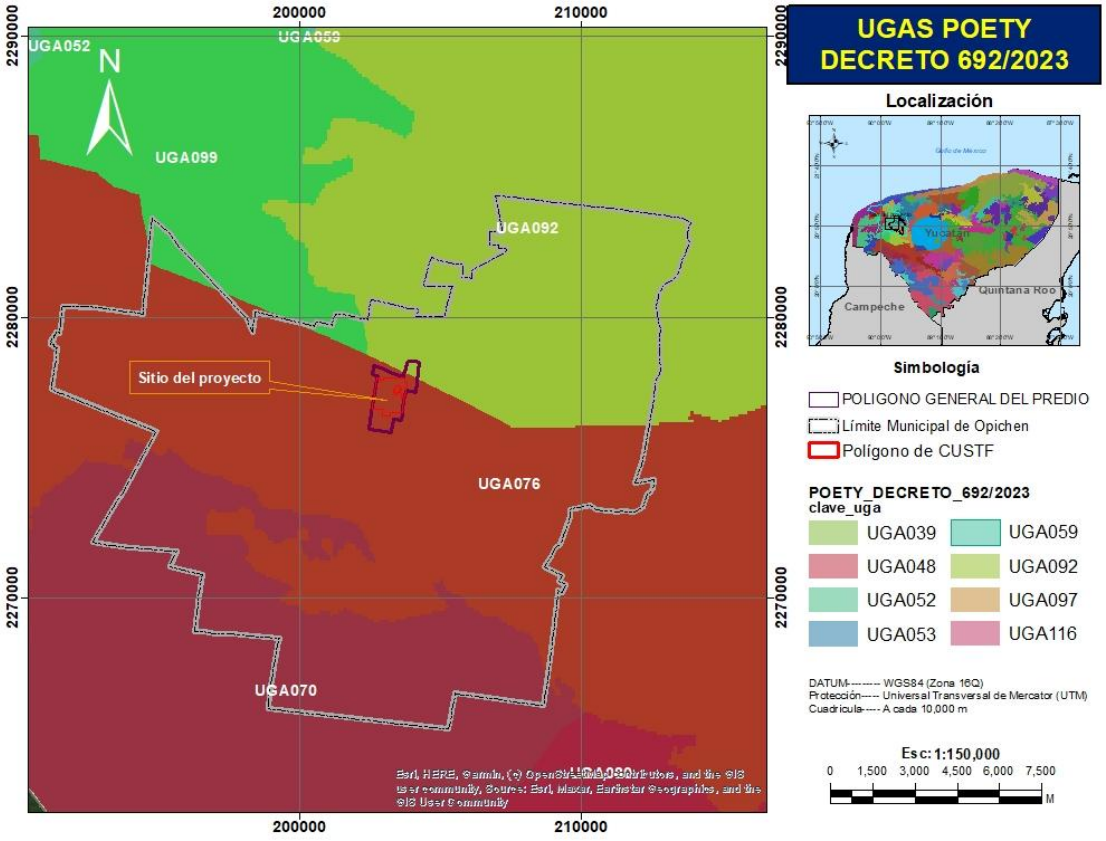


Figura 3.1. Mapa de ubicación geográfica y geopolítica del proyecto.

Fines a que está destinado el predio.

El predio se destinará a una central fotovoltaica con una superficie máxima de intervención de 122.812586 ha; se conservarán 47.334765 ha y permanecerán 93.770165 ha para uso o desarrollo futuro dentro de un predio de 263.917516 ha. La evaluación distingue ocupaciones temporales, huellas persistentes durante la operación e impactos residuales; no califica globalmente la intervención como temporal o íntegramente reversible.

III.2 Clima.

El clima es Cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw0), de menor humedad (97.37%) y semiárido muy cálido y cálido (2.66%).

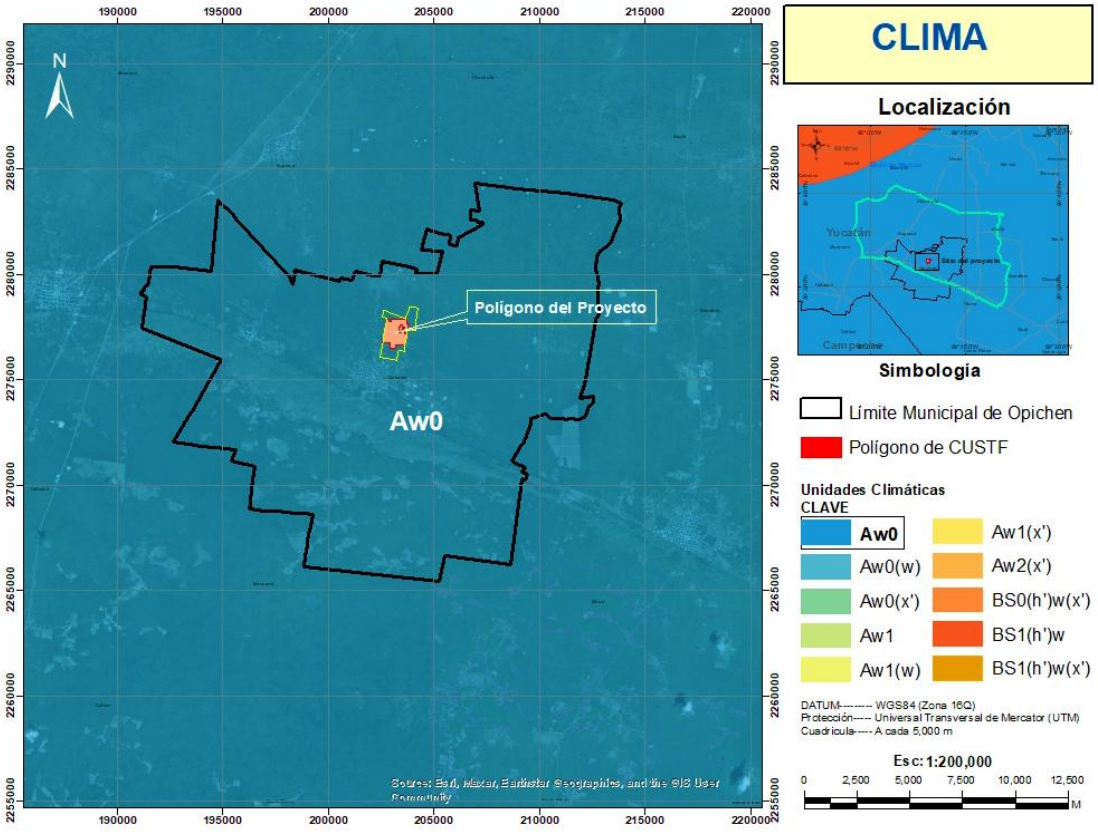


Figura 3.2. Unidad climática presente en el área proyecto.

La temperatura promedio anual de la zona es de 26.02° C, registrada durante el período 1959-2006, siendo el promedio en 1999 de 26.125° C.

En la serie histórica consultada, el año más caluroso reportó una temperatura promedio de 26.86 °C y el más frío de 25.3 °C. Las lluvias se concentran de mayo a octubre, con posible prolongación a noviembre. Para la estación climatológica 31043 Opichén, los registros disponibles integrados en la tabla siguiente muestran una precipitación media anual de 992.74 mm, con variabilidad interanual y años incompletos. Este resultado es consistente con el orden de 1,000 mm/año reportado para la zona.

La precipitación media anual de la Región es de 1,000 mm, superior a la media nacional (772 mm); en la subregión Candelaria es de 1,290 mm, en la Poniente de 1,180 mm y en la Oriente correspondiente a los estados de Quintana Roo y Yucatán de 1,232 y 1,006 mm, respectivamente. Puntualmente la precipitación

para el área en donde se ejecutará el cambio de uso de suelo, de acuerdo a los valores mensuales de precipitación de la estación meteorológica 31043 Opichén, Yuc.*https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacionclimatologica/informacion-estadistica-climatologica* (figura 3.3 y tabla 3.1).

Los valores observados responden a condiciones específicas de registro y variabilidad temporal, por lo que su interpretación se realiza en conjunto con información climática regional, a fin de contar con una caracterización representativa del sitio.

La referencia operativa adoptada para la caracterización del sitio es 992.74 mm/año, redondeable a 1,000 mm/año; no se utiliza como precipitación anual el promedio mensual de la serie.

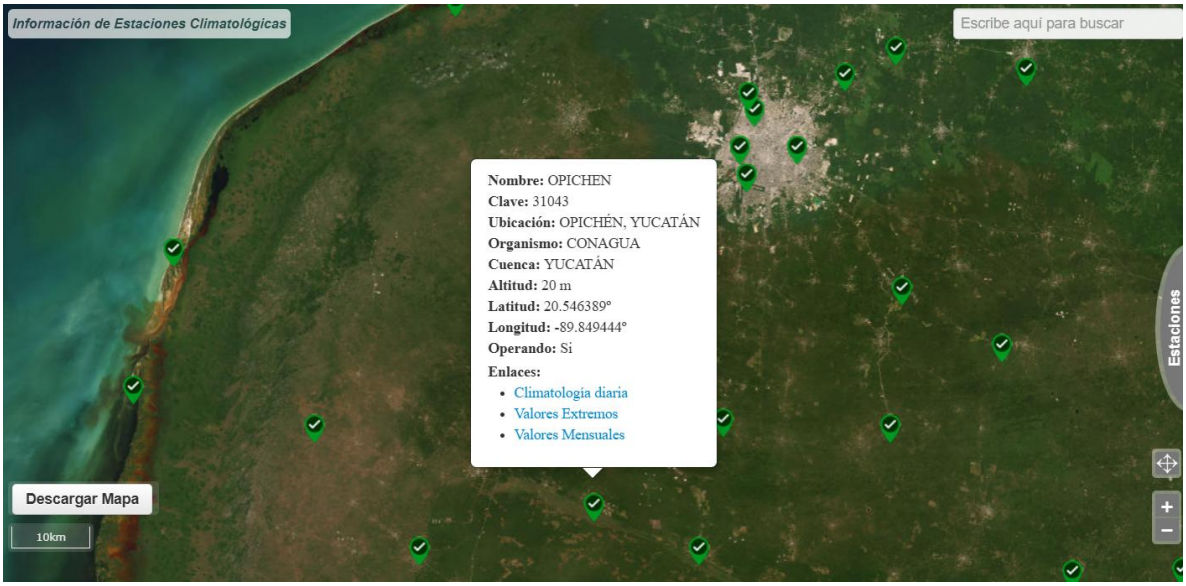


Figura 3.3. Estación climatológica 31043 Opichén, Yuc.

Tabla III.1. Registros disponibles de precipitación mensual y acumulada (mm) de la estación 31043 Opichén, 1990-2025; incluye años con datos incompletos.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	MEDIA
1990	24.9	8.7	113.7	77.6	63.6	76.3	98.8	114.1	150.8	67.4	2.4	45.9	844.20	70.4
1991	53.7	32.9	0	4.4	32.3	95.5	171.6	180	245.7	111.6	24.2	184.4	1,136.30	94.7
1992	23.2	48.1	39	114.5	6.3	101.6	127.7	137.3	221.7	130.3	201.3	3.9	1,154.90	96.2
1993	197.5	12.8	24.3	18.4	160.1	306.8	86.3	95.4	234.9	83.3	34.2	0.3	1,254.30	104.5
1994	105.2	33.3	12.9	132.5	109.2	185.5	97	214.8	182.5	71.7	53.5	46	1,244.10	103.7
1995	6.6	0	24.8	9.8	27.8	138.5	71.1	153.4	72.7	194.6	6	64.7	770.00	64.2
1996	4	1.3	76.3	27.4	21.3	204.4	127.1	76.7	63.3	141.6	15.9	81.6	840.90	70.1
1997	9.5	16.5	0	77.5	148.4	75.3	141.8	113.2	129.6	88.1	29.2	26.3	855.40	71.3
1998	26.5	34	22.7	24.7	75.5	118.5	143.4	210.1	111.4	173.3	133.5	8.5	1,082.10	90.2
1999	14.8	2.8	49.2	25.9	80.6	156.8	134.8	211.3	121.3	172.4	76.6	57.4	1,103.90	92
2000	2.6	5	14.5	0	19.6	109.6	107	162.4	87.1	139.8	40.6	5.5	693.70	57.8
2001	7.6	29.9	1.3	33.8	55.3	85	213.3	100.4	92.4	106.7	20.6	5.7	752.00	62.7

2002	6.5	94.7	2.8	4.7	9.1	193.3	137.4	65.2	402.9	199.6	8	28.3	1,152.50	96
2003	3.4	1.3	79.3	8.3	18.7	470.6	168.2	224.9	74.3	164.9	66.3	2.6	1,282.80	106.9
2004	2	23.2	0	108.8	96.7	170.8	115.1	232.1	281.2	32.3	0.5	0.7	1,063.40	88.6
2005	0	0.9	22	8.3	136	208.3	174	94.5	87.5	148.8	71.5	18.4	970.20	80.8
2006	60.6	0	39.3	0	131.09	31.8	105.4	239.3	231	87.4	77.6	77.4	1,080.89	90.1
2007	26.7	59.1	21.5	7.4	37	54.2	134.3	399.4	260.06	159.3	16.3	2	1,177.26	98.1
2008	17.7	164.9	30.4	13.4	15.1	203	108.5	5	231.9	18.6	1.5	4	814.00	67.8
2009	14.6	0.3	4.7	0	5.7	119.7	86.2	0	133	0	124.2	55.4	543.80	45.3
2010	15.3	9.5	6.6	21.2	111.1	197.1	180.6	241	253.4	59	3	5.2	1,103.00	91.9
2011	19	1.6	47.2	0	0	192.3				0			260.10	37.2
2014		53	6.2	24.3	53.4	100.1	153.6	173.7	169.9				734.20	91.8
2019	20.5	2.7	2.9	69.2	130.2	284.2	97.4	112.7	181.9	79.5	98.6	55.4	1,135.20	94.6
2020	10.5	19.3	0	10.6	225.7	606.1	163.9	159.5	185.7	490.1	25.4	10.7	1,907.50	159
2021	14.4	111.8	0.4	47.2	130.8	269.4	139.7	163.5	246.5	85.7	19.8	9.7	1,238.90	103.2
2022	12.8	61.2	46.9	15.1	8.1	159.1	120	196.4	241.2	67.2	119	43.7	1,090.70	90.9
2023	26.1	33.7	86.9	6.1	53.6	11.9	102.9		86.6	127.62	85.5	42.72	663.64	60.3
2024	23.8	9.9	0.2	1.3	1.6	360.8	83.3	211.2	202.62	245.8	21.21	9.33	1,171.06	97.6
2025	3.41	19.11	0.2	10.8	28.8	232.31	129.67	112.74					537.04	67.1
MÍNIMA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202.10	18.4
MÁXIMA	197.5	164.9	113.7	132.5	237.5	606.1	316.9	399.4	402.9	490.1	201.3	184.4	1,907.50	159
MEDIA	27.9	27.5	19.7	21.7	62.5	161.4	130.3	157.4	166.6	98.3	42.3	29.9	**992.74**	77.6
DESV.ST	38	34.5	24.6	30.9	58.8	111.6	67	79.8	90.6	94.9	43.1	34	307.80	23.5

III.3 Suelo.

La Provincia Fisiográfica de Yucatán se ubica en la Península de Yucatán (según E. Raisz) que comprende los estados de Yucatán, Quintana Roo y parte de Campeche. Está dividida por tres Subprovincias: Las Llanuras con Dolinas del Norte de la península, La plataforma de Yucatán al SSW de la misma y la Costa Baja hacia el SE de la Provincia.

El Estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en Yucatán la roca sedimentaria cubre 95.8% del territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

Constituyen una extensa planicie que forman parte de la Provincia geográfica de la llanura del Golfo y del Caribe, con características morfológicas y estructurales bastante uniformes. Los sedimentos calcáreos han dado lugar a una gran plataforma con elevaciones sobre el nivel mar generalmente bajas, siendo la máxima la correspondiente a la Sierra Yucateca, con altitud d 126.00m. Dicha plataforma se extiende bajo aguas del Golfo de México con una pendiente muy reducida, para formar el banco de Campeche.

Los rasgos fisiográficos más notables que se pueden observar en esta región son del tipo cárstico y corresponden a un estado intermedio dentro del ciclo geomorfológico.
En las calizas existen cavidades y conductos de disolución que varían desde pequeños poros hasta amplias cavernas. El colapso de los techos de las cavernas ha dado lugar a numerosas depresiones redondeadas (Dolinas) grandes y pequeñas.

A las formas cársticas que resultaron del colapso de la frágil corteza de roca caliza, dejando al descubierto el manto de agua subterránea que se denomina localmente “Cenotes”. La superficie de la roca está formada con pocas excepciones, por una capa muy compacta cuyo espesor varía de 0 a 4.00 m, alcanzando ocasiones espesores mayores.

En la Península de Yucatán no existen corrientes superficiales debido a la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida filtración del agua hacia el nivel freático. La erosión producida por el agua de disolución en la superficie, conductos y cavernas subterráneas de la cuales el agua fluye con un gradiente prácticamente paralelo al relieve casi horizontal del terreno.

El sentido del flujo es radial dentro de la Península hacia las costas; la existencia de manantiales de agua dulce cerca de la costa y aun en el mar corroboran esta afirmación.

En el aspecto sísmico, la Península queda comprendida dentro de la zona asísmica de la República Mexicana. Las rocas que conforman la Provincia son todas de tipo calcáreo diferenciadas entre sí por características locales y por sus edades. La roca más abundante en la entidad es la sedimentaría, tanto del Terciario (89.5%) como del Cuaternario (10.15) (figura 3.4).

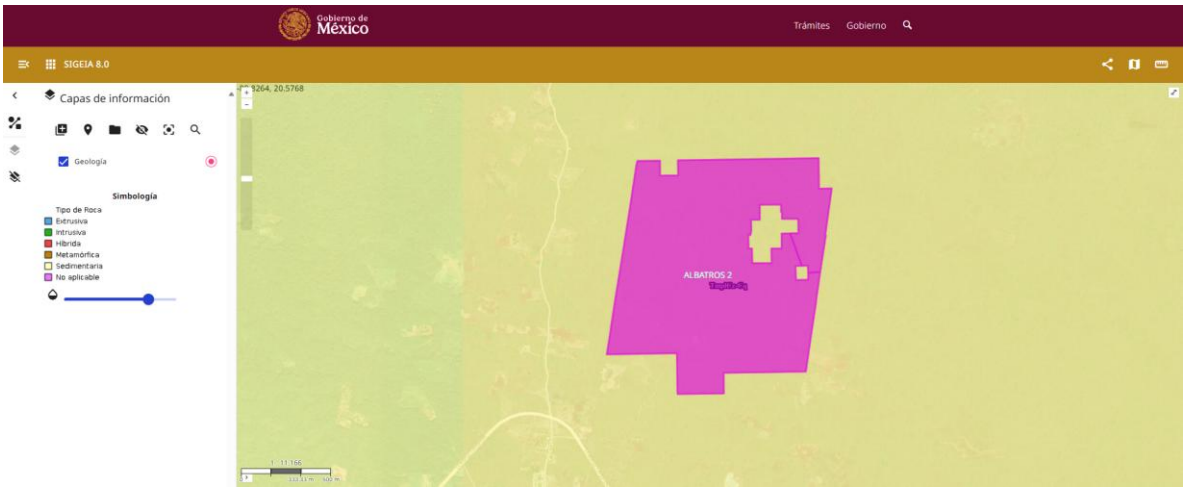


Figura 3.4. Fisiográfica del área sujeta a cambio de uso de suelo.

Los suelos en este sistema ambiental se caracterizan por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como Cambisol y litosol de clase textural media respectivamente.



Figura 3.5. Clasificación de Suelos FAO/UNESCO, presente en el área proyecto

Esta asociación de suelos jóvenes es poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino. Estos suelos que presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente y son poco evolucionados, por lo general están sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad.

Son suelos pedregosos a causa del basamento rocoso y calcáreo, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración del agua de lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas, dando origen a los cenotes, grutas y cavernas. Estos suelos presentan características que los hacen susceptibles a procesos erosivos, particularmente en ausencia de cobertura vegetal, lo cual ha sido considerado en el análisis técnico correspondiente.

Y de manera general el suelo que domina en el sistema ambiental y por consiguiente en el sitio del proyecto corresponde a los Leptosoles que son suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Puede sustentar cualquier tipo de vegetación, según el clima. Predominante es forestal, ganadero y excepcionalmente agrícola.

III.4 Pendiente media.

La topografía de Opichén, en el estado de Yucatán, es predominantemente plana, con una altitud promedio cercana a 20 metros sobre el nivel del mar y sin montañas ni elevaciones importantes. El terreno forma parte de la llanura kárstica típica de la península, compuesta por roca caliza, lo que favorece la presencia de cenotes y depresiones naturales en lugar de ríos superficiales, ya que el agua circula principalmente de manera subterránea. El predio presenta una topografía plana con una altitud promedio de 21 metros (figura 3.6).

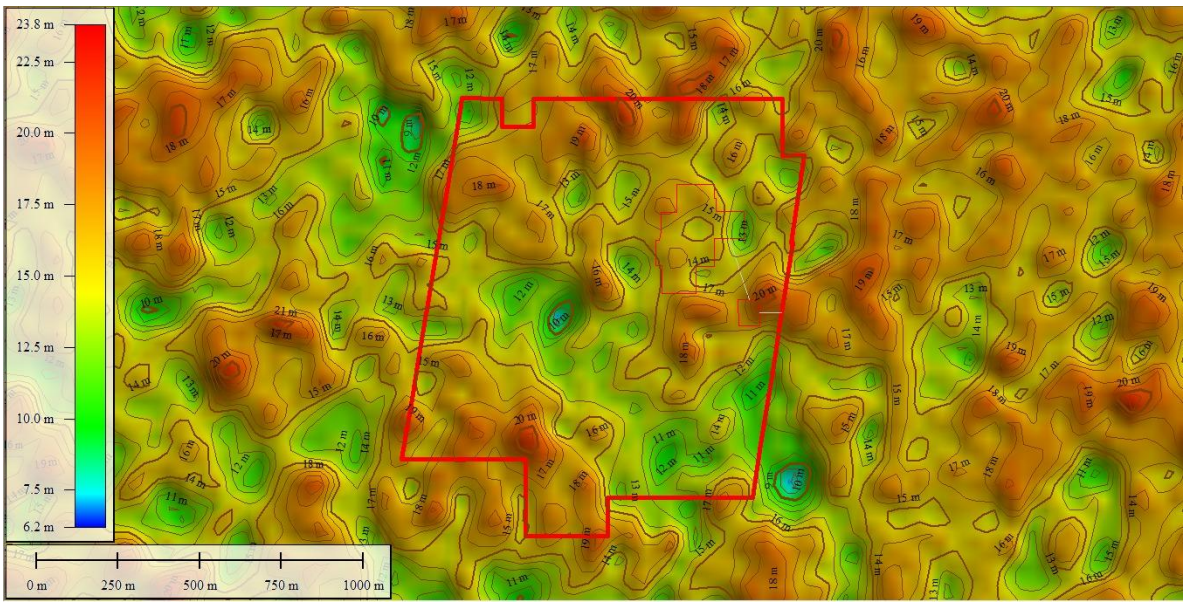


Figura 3.6. Curvas de nivel área del proyecto elaborado con el software Global Mapper v. 23.0 (NASA DEM Elevation Data (1-arc-second Resolution SRTM/ ASTER GDEM).

III.5 La Hidrografía.

Tanto en el predio como en el municipio de Opichén se carece de corrientes de agua superficiales permanentes. Los cenotes, lagunas y aguadas constituyen las principales manifestaciones de agua superficial; las dos últimas pueden originarse en zonas de inundación temporal o permanente. De acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, el predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte, y a la cuenca 32-B Yucatán.

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, esta característica permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008).

Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno. Acorde a lo mencionado, la carta de geohidrológica del INEGI (escala 1:250,000) muestra que el predio en estudio se encuentra ubicado sobre un material consolidado con posibilidades altas de formar un acuífero.

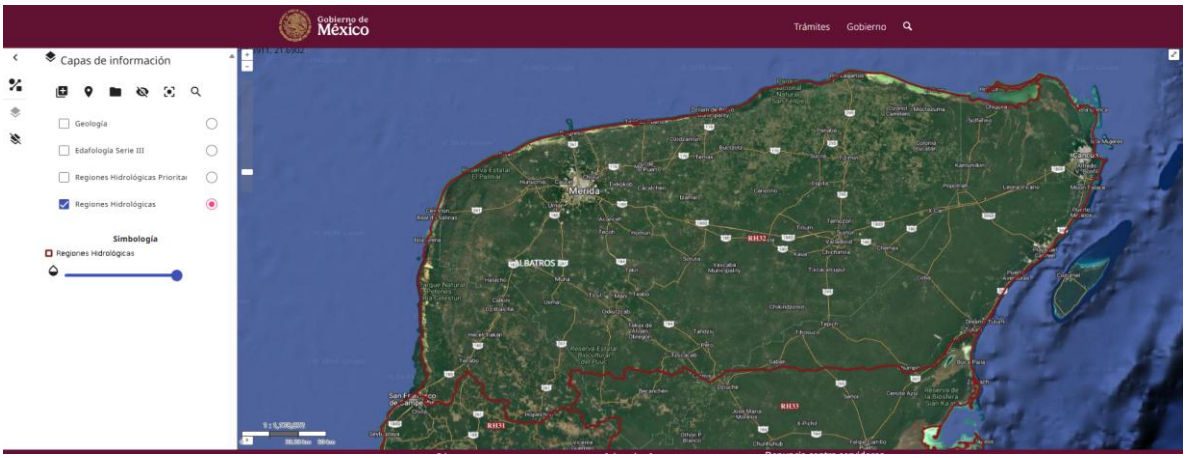


Figura 3.7. Región Hidrológica correspondiente al sitio del proyecto.

III.6 Tipos de vegetación.

La vegetación presente en un sitio pudiera verse comprometida al momento de realizar las obras o actividades que se desarrollaran durante el proyecto, por eso es importante definir como se encuentra en la actualidad, para tener una idea de las modificaciones posibles en la flora del lugar y tomar las medidas necesarias para minimizar o mitigar los posibles daños. Es de vital importancia señalar, ubicar

y describir las especies de importancia, las endémicas y/o en peligro de extinción, esto con el fin de regular el uso de suelo dado el acelerado ritmo de crecimiento de los centros de población y la intrusión humana que afectan los hábitats, siendo cada vez menos frecuente encontrar sitios que cumplan con el papel ecológico que les corresponde en beneficio del medio ambiente.

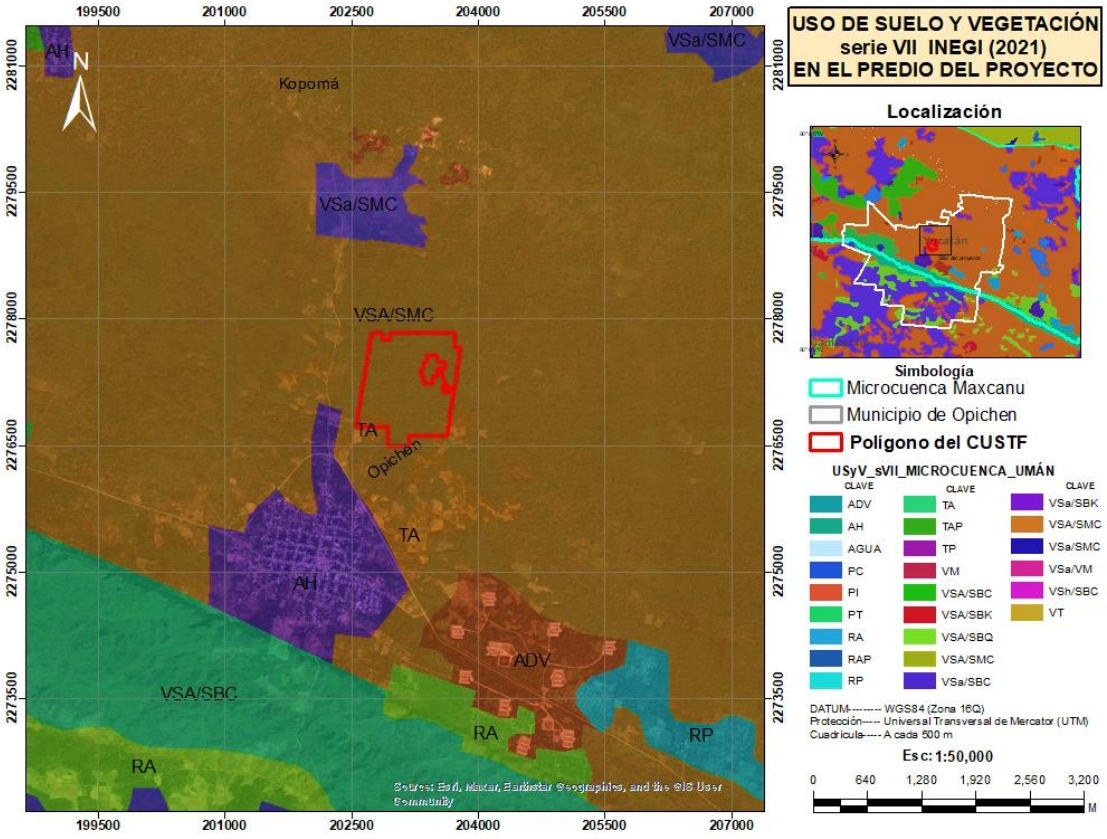


Figura 3.8. Uso de Suelo y Vegetación de la serie VII (INEGI,2018) dentro del sitio del proyecto (AI)

El tipo de vegetación que se presenta dentro del polígono del proyecto de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI serie VII (2018) presentada en el portal del SIGEIA, domina por superficie de ocupación es el tipo (VSA/SMC) Vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia (tabla 3.2).

Tabla 3.2.- Distribución de superficies de Usos de Suelo y Vegetación dentro del Sistema Ambiental

DESCRIPCIÓN	Ha	%
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL	273.41	0.16
AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y PERMANENTE	38.64	0.02

AGRICULTURA DE RIEGO PERMANENTE	4,364.04	2.63
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	5,397.41	3.26
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE	10.37	0.01
AGRICULTURA DE TEMPORAL PERMANENTE	9,806.89	5.92
ASENTAMIENTOS HUMANOS	12,055.89	7.28
CUERPO DE AGUA	11.72	0.01
DESPROVISTO DE VEGETACIÓN	2,633.14	1.59
MANGLAR	2,407.00	1.45
PASTIZAL CULTIVADO	2,262.93	1.37
PASTIZAL INDUCIDO	355.03	0.21
TULAR	698.52	0.42
VEGETACIÓN DE PETÉN	219.67	0.13
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	37,403.40	22.57
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	1,363.18	0.82
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA ESPINOSA SUBPERENNIFOLIA	4,801.46	2.90
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA	55,339.16	33.39
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE MANGLAR	6.12	0.00
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	18,302.66	11.04
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA ESPINOSA CADUCIFOLIA	2,335.93	1.41
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA BAJA ESPINOSA SUBPERENNIFOLIA	1,157.23	0.70
VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA	3,680.26	2.22
VEGETACIÓN SECUNDARIA HERBÁCEA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA	791.70	0.48
TOTAL	**165,715.77**	**100**

La vegetación dominante dentro del área de influencia corresponde al tipo VSA/SMC que representa el 33.39% (tabla 4.1).

III.6.1. Vegetación presente en el sitio del proyecto

Como se ha señalado, la huella activa del proyecto se encuentra en UGA076-APROV-ABA, mientras que el predio general también intersecta UGA092-PRES-ABA en una porción excluida de la intervención. La caracterización de vegetación y el muestreo se interpretan conforme a esta delimitación, sin atribuir obras presentes a UGA092.

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia se refiere a las comunidades vegetales que se desarrollan después de la perturbación de una selva mediana caducifolia primaria. Estas comunidades están compuestas por

árboles y arbustos que se establecen en áreas previamente ocupadas por la selva original, y su composición y estructura varían dependiendo del tiempo transcurrido desde la perturbación y las condiciones ambientales locales.

La vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia corresponde a una fase sucesional derivada de la perturbación de la selva mediana caducifolia primaria, cuya estructura original se caracteriza por árboles de 15 a 20 m de altura y por la pérdida del follaje de más de tres cuartas partes de sus elementos arbóreos durante la época seca (INEGI, 2004; INEGI, 2023).

Crece en lugares sujetos a la influencia de climas cálidos subhúmedos, (los de menor humedad entre los subhúmedos), con características térmicas similares a las selvas alta y medianas ya descritas, pero con precipitaciones anuales marcadamente inferiores, cercanas a 1 000 mm en promedio.

En el sitio, este tipo de vegetación se desarrolla sobre el sustrato calcáreo y los suelos someros característicos de la península de Yucatán. Su composición y estructura están determinadas por el régimen cálido subhúmedo, la estacionalidad de lluvias, la pedregosidad y el historial de perturbación; no se atribuye a sustratos metamórficos.

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

Metodología

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

Se realizaron 25 transectos de 20 x 50 metros distribuidos de manera sistemática para abarcar toda el área posible del sitio del proyecto y así que la muestra fuera

representativa. En la siguiente tabla 3.2 se presentan las coordenadas de cada uno de los sitios de muestreo, los cuales pueden apreciarse en la imagen satelital subsecuente. En los cuales se tomaron los siguientes datos: Puntos georreferenciados de su posición con un Garmin Etrex para posterior elaboración de mapa señalando los cuadrantes.

Tabla 3.3. Coordenadas UTM Datum WGS84 zona 16 de los 25 sitios/transectos de muestreo dentro del predio

Cuadrante	Vértice	X	Y
T-1	Inicio	202797.41	2277501.60
	Final	202795.60	2277451.66
T-2	Inicio	202998.45	2277546.84
	Final	203046.93	2277562.28
T-3	Inicio	203243.67	2277379.01
	Final	203214.02	2277336.75
T-4	Inicio	202852.12	2277860.76
	Final	202837.78	2277810.49
T-5	Inicio	203059.99	2277867.10
	Final	203091.29	2277825.33
T-6	Inicio	203196.65	2277739.94
	Final	203243.42	2277758.85
T-7	Inicio	203401.29	2277758.51
	Final	203390.55	2277704.18
T-8	Inicio	203174.49	2278035.14
	Final	203168.51	2277984.75
T-9	Inicio	202924.06	2278025.31
	Final	202927.22	2277973.66
T-10	Inicio	203588.11	2277503.41
T-13	Inicio	202679.39	2277077.88
	Final	202689.69	2277030.21
T-14	Inicio	202731.51	2277171.39
	Final	202770.03	2277205.02
T-15	Inicio	203003.24	2277153.48
	Final	203026.52	2277199.93
T-16	Inicio	203495.80	2276820.76
	Final	203550.42	2276817.92
T-17	Inicio	203333.02	2276962.02
	Final	203373.76	2276996.17
T-18	Inicio	203084.82	2276998.40
	Final	203114.54	2276952.81
T-19	Inicio	202888.04	2276995.10
	Final	202835.40	2277004.96
T-20	Inicio	203581.49	2276939.66
	Final	203625.64	2276972.40
T-21	Inicio	203502.28	2277075.14
	Final	203519.21	2277126.24
T-22	Inicio	203616.70	2277232.73

	Final	203538.54	2277520.78
T-11	Inicio	203487.04	2277326.56
	Final	203536.74	2277334.00
T-12	Inicio	203355.13	2277182.93
	Final	203357.97	2277130.36

	Final	203645.96	2277186.37
T-23	Inicio	203710.88	2277528.72
	Final	203713.42	2277580.74
T-24	Inicio	203662.98	2277798.66
	Final	203632.38	2277757.82
T-25	Inicio	203445.94	2277870.74
	Final	203394.95	2277886.25

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

Se registró la altura y diámetro de los individuos que presentaron un DAP superior a los ≥5.5 cm.

Se registró la altura y diámetro de los individuos que presentaron un DAP superior a los ≥5.5 cm.

Posteriormente se realizaron muestreos en todo el predio para identificar los niveles de conservación y realizar los listados de flora correspondientes; el predio general se subdividió en 1218 unidades de 1,000 m^2 (0.1 ha), empleando un nivel de confianza del 95% de confianza, margen de error del 20% y teniendo una población finita de 1218 unidades se tiene un total de tamaño de muestra (n) de 25 sitios de 1,000 m^2 (0.1 ha), como si indica a continuación (figura 4.9).



Figura 3.9. Sitios y/o cuadrantes de muestreo dentro del predio.

Intensidad de muestreo

Para obtener los sitios de muestreo se utilizó el cálculo de tamaño de muestra, la cual se obtiene de la siguiente manera

Tamaño de Muestra = Z2 * (p) * (1-p) / c2

Donde:
Z = Nivel de confianza (95% o 99%)
p = .5
c = Margen de error (.04 = ±4)



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

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

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

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

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

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

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

$$IVI = Ar + Fr + Dr$$

Donde:
IVI = Índice de valor de importancia
Ar = Abundancia relativa
Fr = Frecuencia relativa de la especie i
Dr = Dominancia relativa de la especie i

Posteriormente de calcularán los índices de diversidad y equidad:

Índice de Diversidad de Shannon – Weaver

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

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

Donde:

S = número de especies (riqueza de especies)
pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia de la especie i), ni/N
ni = número de individuos de la especie i
N = número de todos los individuos de todas las especies.

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

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

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

Resultados

Composición florística

En el predio se registraron un total de 37 especies entre pertenecientes a 16 familias vegetales. A continuación, se presenta el listado florístico del sitio. Es de mencionar que no se encontró ninguna especie dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, sin embargo, si contamos con 4 especies endémicas.

En la siguiente tabla 3.4 se presenta el listado florístico de las especies presentes en el sitio:

Tabla 3.4. Listado florístico dentro del predio.

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus
1	Leguminosae	*Acacia gaumeri Blake*	Boxkatzim	Endémica
2	Leguminosae	*Albizia tomentosa (Micheli) Standl.*	Juub che'	
3	Leguminosae	*Bauhinia divaricata L.*	Pata de vaca	
4	Boraginaceae	*Bourreria pulchra Millsp.*	Bacalche'	
5	Sapotaceae	*Bumelia mayana*	Chak k'ak'al	

			che'	
6	Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana Griseb.*	Sipche'	
7	Burseraceae	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chakaj	
8	Salicaceae	*Casearia corymbosa Kunth*	ix iim che'	
9	Salicaceae	*Casearia laetioides (A. Rich.) Northr.*	ta'may	
10	Euphorbiaceae	*Croton reflexifolius HBK.*	Peez kutz	
11	Ebenaceae	*Diospyros anisandra Blake*	Cacal che'	
12	Ebenaceae	*Diospyros cuneata Standley*	Silil	
13	Leguminosae	*Diphysa carthagenensis Jacq.*	Susuk	
14	Boraginaceae	*Ehretia tinifolia L.*	Beek	
15	Erythroxylaceae	*Erythroxylun rotundifolium Lunan*	Ik'che	
16	Rubiaceae	*Guettarda gaumeri Standley*	Subin'tel	
17	Leguminosae	*Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose*	chukum	
18	Sterculiaceae	*Helicteres baruensis Jacq.*	Sutut	
19	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri Greenm.*	Pomol che'	Endémica
20	Leguminosae	*Lonchocarpus rugosus Benth.*	Kanasin	
21	Leguminosae	*Lonchocarpus xuul Lundell*	Xu'ul	
22	Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.*	Tzalam	
23	Rubiaceae	*Machaonia acuminata H. &. B.*	Kampocolche	
24	Leguminosae	*Mimosa bahamensis Benth.*	Sak catzin	
25	Nyctaginaceae	*Neea psyichotroides Donn. Smith*	Tats'i'	
26	Leguminosae	*Piscidia piscipula (L.) Sarg.*	Ja'abin	
27	Leguminosae	*Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth*	Sakchukum	
28	Leguminosae	*Pithecellobium leucospermum Brandegee*	Yax'ek	
29	Leguminosae	*Platymiscium yucatanum Standl.*	Granadillo	
30	Rubiaceae	*Psychotria pubescens Swartz*	Lun che'	
31	Rubiaceae	*Randia longiloba Hemsley*	Ka'ax	Endémica
32	Celastraceae	*Semialarium mexicanum (Miers) Mennega*	Chun tok'	
33	Leguminosae	*Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby*	Alcaparra	
34	Leguminosae	*Senna racemosa (P.Miller) Irwin & Barneby.*	Kanhabin	
35	Apocynaceae	*Thevetia gaumeri Hemsl.*	Akits'	
36	Sapindaceae	*Touhinia paucidentata Radlk.*	Kanchunup	Endémica
37	Meliaceae	*Trichilia arborea C. DC.*	Chob'enche'	

Estructura de la composición por familias

La familia mejor representada fue la Leguminosae con el 65%, seguido de la familia Boraginaceae y Burseraceae con el 8% cada uno.

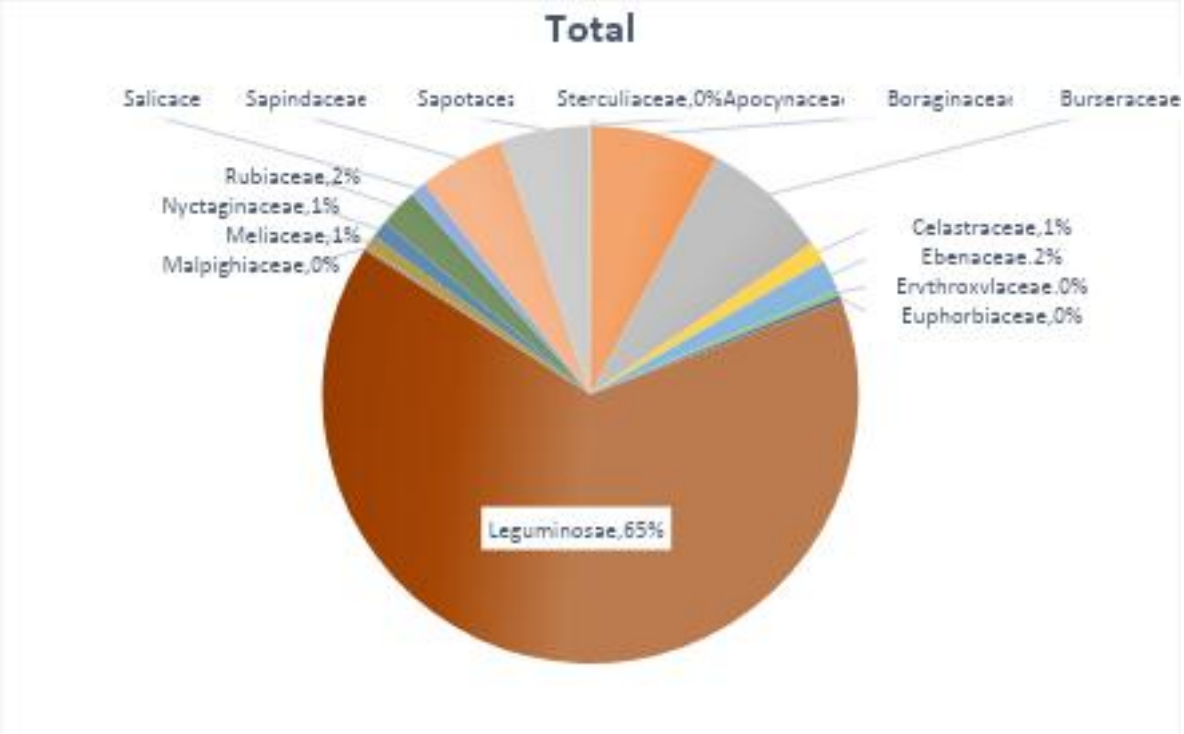


Figura 3.10. Gráfica de la composición por familias.

- **Estructura horizontal de la vegetación**

Estrato arbóreo

En el estrato arbóreo se encontraron 37 especies de las cuales las especies que presentan un mayor Índice de importancia son *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. con el 66.191%, seguido de *Lonchocarpus xuul* Lundell con el 42.172% y por último *Bursera simaruna* con el 34.637%.

Tabla 3.5. Estimadores obtenidos en los sitios de muestreo del estrato arbóreo

Especies	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI al 300%
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Rel	
Acacia gaumeri Blake	86	2.841	96.00	5.811	0.732	2.440	11.092
Albizia tomentosa (Micheli) Standl.	7	0.231	16.00	0.969	0.092	0.308	1.508
Bauhinia divaricata L.	5	0.165	20.00	1.211	0.013	0.044	1.420
Bourreria pulchra Millsp.	183	6.046	88.00	5.327	1.089	3.630	15.003
Bumelia mayana	163	5.385	100.00	6.053	0.672	2.238	13.676

Bunchosia swartziana Griseb.	6	0.198	24.00	1.453	0.016	0.053	1.704
Bursera simaruba (L.) Sarg.	233	7.697	100.00	6.053	6.267	20.886	34.637
Casearia corymbosa Kunth	5	0.165	12.00	0.726	0.017	0.058	0.950
Casearia laetioides (A. Rich.) Northr.	24	0.793	12.00	0.726	0.307	1.022	2.542
Croton reflexifolius HBK.	8	0.264	20.00	1.211	0.022	0.074	1.549
Diospyros anisandra Blake	3	0.099	12.00	0.726	0.009	0.031	0.857
Diospyros cuneata Standley	54	1.784	92.00	5.569	0.372	1.241	8.594
Diphysa carthagenensis Jacq.	14	0.463	32.00	1.937	0.089	0.296	2.696
Ehretia tinifolia L.	50	1.652	56.00	3.390	1.013	3.377	8.419
Erythroxylun rotundifolium Lunan	11	0.363	20.00	1.211	0.047	0.157	1.731
Guettarda gaumeri Standley	47	1.553	52.00	3.148	0.159	0.531	5.231
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose	8	0.264	20.00	1.211	0.122	0.406	1.881
Helicteres baruensis Jacq.	2	0.066	8.00	0.484	0.007	0.024	0.575
Jatropha gaumeri Greenm.	2	0.066	8.00	0.484	0.009	0.031	0.581
Lonchocarpus rugosus Benth.	56	1.850	48.00	2.906	0.365	1.215	5.971
Lonchocarpus xuul Lundell	678	22.398	100.00	6.053	4.117	13.720	42.172
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	7	0.231	20.00	1.211	0.213	0.710	2.152
Machaonia acuminata H. &. B.	12	0.396	20.00	1.211	0.044	0.148	1.755
Mimosa bahamensis Benth.	7	0.231	20.00	1.211	0.029	0.096	1.538
Neea psyichotroides Donn. Smith	33	1.090	36.00	2.179	0.159	0.528	3.798
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	850	28.081	100.00	6.053	9.620	32.058	66.191
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth	90	2.973	60.00	3.632	0.418	1.392	7.997
Pithecellobium leucospermum Brandegee	51	1.685	100.00	6.053	0.690	2.299	10.037
Platymiscium yucatanum Standl.	35	1.156	60.00	3.632	0.404	1.346	6.134
Psychotria pubescens Swartz	5	0.165	20.00	1.211	0.106	0.352	1.728
Randia longiloba Hemsley	6	0.198	12.00	0.726	0.014	0.048	0.972
Semialarium mexicanum (Miers) Mennega	38	1.255	36.00	2.179	0.219	0.729	4.163
Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby	30	0.991	48.00	2.906	0.234	0.778	4.675
Senna racemosa (P.Miller) Irwin & Barneby.	35	1.156	68.00	4.116	0.286	0.953	6.225
Thevetia gaumeri Hemsl.	3	0.099	12.00	0.726	0.043	0.144	0.969
Touhinia paucidentata Radlk.	157	5.187	80.00	4.843	1.794	5.978	16.008
Trichilia arborea C. DC.	23	0.760	24.00	1.453	0.198	0.659	2.872
Total general	**3027**	**100**	**1652**	**100**	**30.01**	**100.00**	**300**

Las especies que presentaron una mayor frecuencia, es decir que aparecieron en más número de cuadrantes y a golpe de vista son: Bumelia mayana, *Bursera*

simaruba (L.) Sarg., Lonchocarpus xuul Lundell, Piscidia piscipula (L.) Sarg. y Pithecellobium leucospermum Brandegee,

Estrato arbustivo

En el área de estudio se registró que varias de las especies identificadas en el estrato arbóreo también se presentan en el estrato arbustivo, lo que indica una estructura vertical compartida y una dinámica de regeneración activa dentro del ecosistema. Esta coincidencia sugiere que dichas especies poseen plasticidad ecológica y capacidad de establecerse en diferentes etapas de crecimiento, formando parte tanto del dosel como de los niveles inferiores de la vegetación.
Esta condición contribuye a la continuidad estructural del sitio y refleja procesos naturales de sucesión y reclutamiento, relevantes para la caracterización ambiental del proyecto.

- **Diversidad y Equidad**

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

También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.
Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H'max,).
Diversidad y equidad del Estrato arbóreo.

Tabla 3.6. Valores de diversidad y equidad para la flora del área de muestreo del estrato arbóreo.

No.	Especies	*i*	*Pi*	*lnPi*	*lnPl*Pi*
1	*Acacia gaumeri Blake*	86	0.028	3.561	0.101
2	*Albizia tomentosa (Micheli) Standl.*	7	0.002	6.069	0.014
3	*Bauhinia divaricata L.*	5	0.002	6.406	0.011

4	*Bourreria pulchra Millsp.*	183	0.060	2.806	0.170
5	*Bumelia mayana*	163	0.054	2.922	0.157
6	*Bunchosia swartziana Griseb.*	6	0.002	6.224	0.012
7	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	233	0.077	2.564	0.197
8	*Casearia corymbosa Kunth*	5	0.002	6.406	0.011
9	*Casearia laetioides (A. Rich.) Northr.*	24	0.008	4.837	0.038
10	*Croton reflexifolius HBK.*	8	0.003	5.936	0.016
11	*Diospyros anisandra Blake*	3	0.001	6.917	0.007
12	*Diospyros cuneata Standley*	54	0.018	4.026	0.072
13	*Diphysa carthagenensis Jacq.*	14	0.005	5.376	0.025
14	*Ehretia tinifolia L.*	50	0.017	4.103	0.068
15	*Erythroxylun rotundifolium Lunan*	11	0.004	5.617	0.020
16	*Guettarda gaumeri Standley*	47	0.016	4.165	0.065
17	*Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose*	8	0.003	5.936	0.016
18	*Helicteres baruensis Jacq.*	2	0.001	7.322	0.005
19	*Jatropha gaumeri Greenm.*	2	0.001	7.322	0.005
20	*Lonchocarpus rugosus Benth.*	56	0.019	3.990	0.074
21	*Lonchocarpus xuul Lundell*	678	0.224	1.496	0.335
22	*Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.*	7	0.002	6.069	0.014
23	*Machaonia acuminata H. &. B.*	12	0.004	5.530	0.022
24	*Mimosa bahamensis Benth.*	7	0.002	6.069	0.014
25	*Neea psyichotroides Donn. Smith*	33	0.011	4.519	0.049
26	*Piscidia piscipula (L.) Sarg.*	850	0.281	1.270	0.357
27	*Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth*	90	0.030	3.516	0.105
28	*Pithecellobium leucospermum Brandegee*	51	0.017	4.084	0.069
29	*Platymiscium yucatanum Standl.*	35	0.012	4.460	0.052
30	*Psychotria pubescens Swartz*	5	0.002	6.406	0.011
31	*Randia longiloba Hemsley*	6	0.002	6.224	0.012
32	*Semialarium mexicanum (Miers) Mennega*	38	0.013	4.378	0.055
33	*Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby*	30	0.010	4.614	0.046
34	*Senna racemosa (P.Miller) Irwin & Barneby.*	35	0.012	4.460	0.052
35	*Thevetia gaumeri Hemsl.*	3	0.001	6.917	0.007
36	*Touhinia paucidentata Radlk.*	157	0.052	2.959	0.153
37	*Trichilia arborea C. DC.*	23	0.008	4.880	0.037
Total general		**3027**	**1**	**H'= -∑pi ln pi**	**2.471**
			Diversidad		
			Equidad	**J'= H'/Hmax**	**0.684**

Este índice subestima la diversidad específica si la muestra es pequeña. En la ecuación se utilizan logaritmo natural, las unidades se expresan como bits/ind., pero pueden emplearse otras bases como e (nits/ind.) o 10 (decits/ind.). **H´= 2.471,** el valor obtenido refleja una diversidad característica de ecosistemas de

vegetación secundaria, con especies representativas de la región y procesos de regeneración natural consistentes con vegetación secundaria arbórea.

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

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

J´= 0.684, según lo antes planteado podemos inferir que en el área de estudio intenta llegar a una similar abundancia, pero con presencia de varias especies dominantes, por lo tanto, no en promedio tiende a ser homogénea.

Vegetación del predio.





Trabajo de muestreo de vegetación







III.7. Fauna en el sitio del proyecto

Introducción

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

Estos ecosistemas cargan en si un complicado ensamble biológico, en donde alteraciones leves provocadas por actividades antropocéntricas, pueden desencadenar un desequilibrio ecológico que puede conllevar a la pérdida numerosas especies de fauna y flora. Los estudios previos a una construcción, pertinentes a los estudios de Impacto Ambiental (MIAS) y de cambio de uso de suelo forestal (ETJ y DTU), para los grupos de fauna silvestre, permiten elaborar un inventario con las especies registradas y potenciales en el sitio, que posteriormente a la obtención de resultados, darán paso a una toma de decisiones factibles para minimizar al máximo la perturbación en las comunidades animales

en el predio, o en su caso elaborar estrategias para el rescate y reubicación de estas.

Dentro de la caracterización ambiental se encuentra como uno de los propósitos principales conocer el ensamble de fauna que se encuentra en el predio en cuestión, esto para llevar a cabo la correcta toma de decisiones en cuanto a las medidas preventivas, mitigatorias y/o de compensación que conllevaría el Proyecto para el aprovechamiento forestal.
Un problema fundamental para la conservación de la diversidad biológica es su magnitud.

Con el reconocimiento de que existe poco tiempo y que los recursos para evitar la pérdida masiva de especies y ecosistemas son muy limitadas, se han incrementado esfuerzos para determinar prioridades de conservación a niveles regional, nacional o global (e.g. Ceballos y Brown, 1995).

La mayoría de estos esfuerzos se han concentrado en la identificación de áreas que por alguna característica pueden ser consideradas de mayor prioridad o importancia. Estos métodos tienen como objetivo lograr una mayor efectividad en uso de recursos limitados si estos se destinan a las áreas que tienen una gran riqueza de especies o ecosistemas en general.

En este contexto, para poder realizar un buen manejo de los ecosistemas presentes en estas áreas es importante conocer los procesos biológicos de su flora y fauna. Estos dos términos, son los indicadores perfectos de desequilibrios ecológicos que estén ocurriendo por la intervención de diferentes factores tanto naturales, como inducidos por el hombre.

Objetivo

El objetivo del presente estudio es aplicar las metodologías pertinentes, en su esfuerzo de campo adecuado para la obtención de datos suficientes que permitan realizar una comparativa del estado actual del ecosistema o los ecosistemas que se distribuyen en la superficie del predio.

Objetivos específicos

-Registro e identificación de fauna empleando:
-Observación directa con binoculares para aves
- Rastreo activo en diferentes ecosistemas
- Transectos lineales para anfibios y reptiles
- Transectos lineales para mamíferos para la identificación de rastros

- Colocación de trampas Sherman para la identificación de mamíferos pequeños
- Colocación de cámara trampa para la captura de especies de fauna

Bibliográfico de las condiciones bióticas del sitio de estudio

Fauna

México es considerado un país “megadiverso”, ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor cantidad y diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Para algunos autores el grupo lo integran 12 países: México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia. Otros, suben la lista a más de 17, añadiendo a Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela (CONABIO,2017).

México es uno de los tres países megadiversos (junto con Estados Unidos y Colombia) con litorales tanto en el Atlántico como en el Pacífico.

Tabla 4.7. Posición de México con respecto a otros países megadiversos. Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.

País	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Lugar de México	3	11*	2	5
Brasil	648*	1,712	630	779
Colombia	456	1,815	520	634
China	502	1,221	387	334
Indonesia	670*	1,604	511	300
México	564*	1123-1150*	864*	376*
Venezuela	353	1,392	293	315
Ecuador	271	1,559	374	462
Perú	441	1,781	298	420
Australia	376	851	880	224
Madagascar	165	262	300	234
Congo	166	597	268	216

Dicha cualidad se debe principalmente a que el País presenta los siguientes factores:

Posición geográfica: Muchos se encuentran en la zona tropical en donde existe mayor diversidad de especies. El trópico de Cáncer (23° 26´ 22´´) atraviesa México que se extiende de los 32° Norte (Baja California Norte) a los 14° Norte (Chiapas).

Diversidad de paisajes: La complejidad de los paisajes con montañas, confieren diversidad de ambientes, de suelos y de climas. México es un país eminentemente montañoso. Además, está rodeado de mares. Aislamiento: La separación de islas y continentes ha permitido el desarrollo de flora y fauna únicas. En México se conjuntan la fauna y flora de dos continentes que estuvieron mucho tiempo aislados (Norteamérica y Sudamérica).

Tamaño: A mayor tamaño, mayor diversidad de paisajes y de especies. México ocupa el lugar número 14 de acuerdo con su tamaño (1,972,550 km^2). Historia evolutiva: Algunos países se encuentran en zonas de contacto entre dos regiones biogeográficas en donde se mezclan fauna y flora con diferentes historias. En México confluyen la zona neártica y la neotropical.

Cultura: A pesar de que el desarrollo de la cultura es reciente con relación a la formación de las especies, la domesticación de plantas y animales ha contribuido a la riqueza natural. En México se hablan 66 lenguas indígenas además de muchas variantes y es uno de los principales centros de domesticación en el mundo. Hablando específicamente para el Estado de Yucatán se reconoce la presencia de un gran número de especies de vertebrados.

Los anfibios con solo 18 especies registradas son el grupo menos diverso en el Estado, aunque también es importante mencionar que los estudios de este grupo son significativamente menores en comparación con los otros grupos de vertebrados. Para el caso de los reptiles se tiene registro de 87 especies entre las que destacan 2 cocodrilos, 5 tortugas marinas y 47 serpientes. En cuanto a Avifauna, se cuenta con un registro total de 456 especies. Para el caso de la Mastofauna se ha registrado un total de 89 especies que representan el 17% del total de registros a nivel nacional.

En la fauna silvestre mexicana existen especies de la que pueden ser considerados como organismos indicadores del estado de los ecosistemas. Estos organismos se denominan indicadores porque tomando en cuenta la biología específica de cada especie o grupo, pueden de una u otra forma darnos una idea si se encuentran conservados o perturbados.
Por ejemplo, algunas especies (como los grandes felinos) distribuidas en el territorio mexicano que necesitan grandes extensiones de territorio para satisfacer todas sus necesidades biológicas, así como otras especies que son muy específicas en sus necesidades, pudiéndolas encontrar solamente en aquellos ecosistemas que cumplan con sus requisitos específicos.

Ingresar un listado de especies potenciales para el sitio de estudio sería subjetivo, ya que en el mismo se podrían distribuir cualquier especie que utilizará o pudiere utilizar los tipos de vegetación mencionados anteriormente.

Tabla 4.8. Tabla comparativa de la fauna a nivel nacional y regional

GRUPO DE FAUNA	MÉXICO	PENÍNSULA DE YUCATÁN	YUCATÁN
Anfibios	361	43	18
Reptiles	804	139	87
Aves	1060	543	456
Mamíferos terrestres	525	89	89
Total	2,75	814	650

Esfuerzo de campo

Análisis previo a los trabajos de campo

Esfuerzo de muestreo de la fauna

Para los diferentes grupos de fauna se emplearon diferentes metodologías específicas, sin embargo, el transecto en línea con ancho de banda fijo fue la principal metodología empleada, toda vez que nos permite realizar una valoración rápida pero concisa, obteniendo un mayor número de registros en una superficie no homogénea y con una vegetación que presentaba diferentes mosaicos.

Análisis de los grupos de fauna presentes en el sitio de estudio

Metodologías de muestreo

Como se mencionó previamente se estableció como objetivo particular para el caso de la fauna silvestre el extraer datos suficientes para poder conocer el ensamble de fauna silvestre a manera de inventario que ocupa el predio en cualquier modalidad (sitio de anidamiento, áreas de madrigueras, de paso, alimentación, letrinas, etc.). A continuación, se describen las diferentes metodologías empleadas en el área de estudio para los diferentes grupos de fauna:

Transecto en línea con ancho de banda fijo

La principal metodología empleada fue la técnica de detección en silencio siguiendo transectos en línea con ancho de bando fijo (5 m), toda vez que esta nos permite realizar una valoración rápida y suficiente, obteniendo un mayor número de registros en una superficie no homogénea y con diferentes tipos de vegetación en diferentes estados sucecionales. Se recorrieron diferentes senderos

y brechas en horario diurno. Dicha metodología se emplea principalmente en aves y mamíferos, sin embargo, en este caso de igual manera nos adecuamos para el registro de especies de anfibios y reptiles.

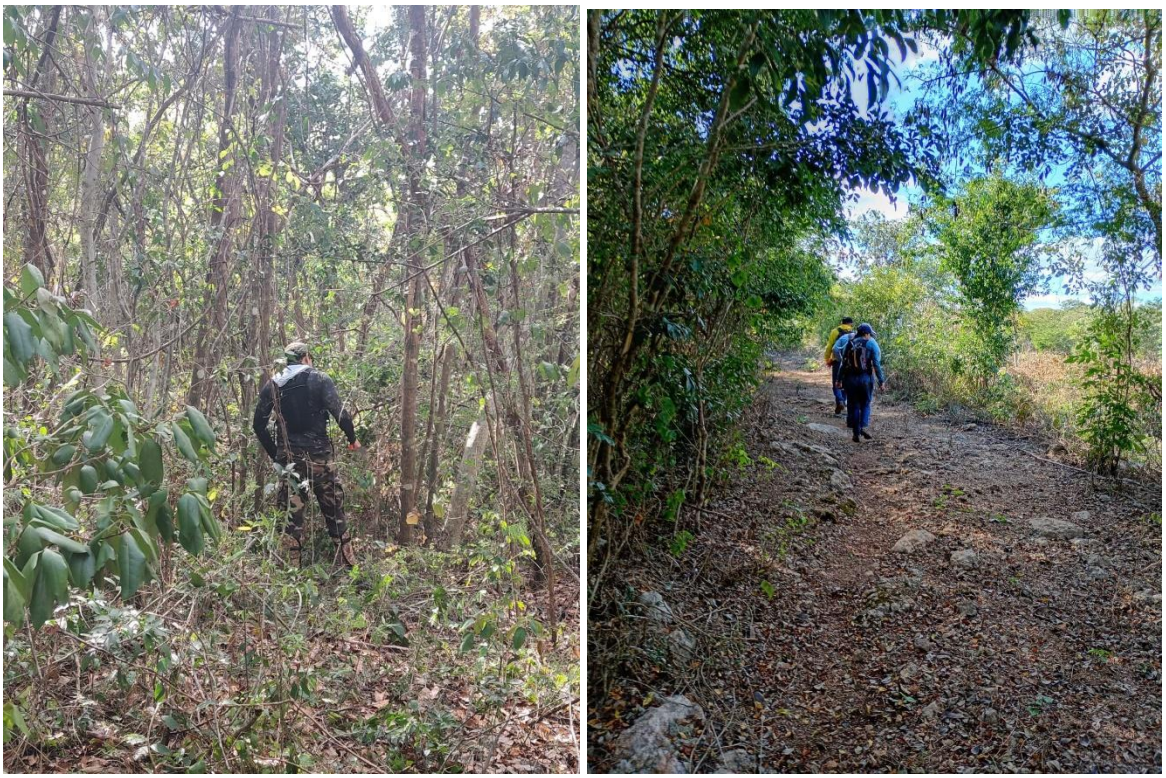


Figura 3.11. Detalle de los senderos y caminos usados a manera de transecto lineal con bando de ancho fijo.

Aves

El registro para aves se realizó mediante avistamientos directos, registros por canto, registros fotográficos. De igual manera se menciona que se cuenta con la bibliografía adecuada (guías de campo) para la correcta identificación a nivel de especie de los individuos avistados. Los cantos que no se lograban identificar *in situ* fueron grabados y corroborados mediante la base de datos de Xeno-Canto (http://www.xeno-canto.org/) así como el uso de diferentes aplicaciones especializadas para el grupo de las aves.

Método de conteo por puntos.

Los conteos extensivos se efectúan desde puntos situados como mínimo a intervalos de 250 m, normalmente a lo largo de carreteras o caminos y cubriendo toda un área. La siguiente descripción está basada en Hilden *et al*. (1991) y Ralph *et al.* (1995), y fueron adaptadas por el Grupo de Monitoreo del Programa de

Conservación de Migrantes Neotropicales (Point Count Workshop of the Monitoring Group of the Neotropical Migratory Bird Conservation Program), celebrado en Beltsville, Maryland, E.U.A., en noviembre de 1991.

Equipo y Tiempo

Para realizar el censo, el observador contará con unos binoculares, una libreta de notas, lápiz, un reloj con segundero y un mapa de la zona. Los puntos de conteo estarán indicados en el mapa y, marcadas en el campo con cinta plástica de color, de manera que los puntos puedan ser encontrados en los años siguientes. Entre punto y punto, el observador se desplazará a pie. El tiempo necesario para censar la ruta de puntos no va a superar las cuatro horas matinales, aunque dependerá de la distancia entre los puntos y la forma de desplazamiento.

Debido a que el censo es meramente de inventario y se efectuarán unos pocos puntos, 10 min por punto serán apropiados. Los datos obtenidos durante los primeros 3min separaran de los registrados en el tiempo restante, de manera que puedan ser comparados con los censos de temporada reproductora. Los datos para tomarse serán; número del punto, la fecha y la hora del día. Las especies van a hacer anotadas en el orden en que son detectadas. Para cada especie se anotarán separadamente los individuos detectados dentro y fuera del radio fijo, es decir, a menos o a más de 50 m.

Las aves que huyen en el momento en que el observador llega al punto de censado, se contará en el punto de partida. Las aves de paso que vuelan por encima del área sin detenerse deben ser anotadas aparte en la hoja de datos. Para la estimación de las distancias en el campo se requerirá por lo que los censadores principiantes practiquen en la detección de aves a diferentes distancias previamente medidas en distintos tipos de terreno. El uso de marcas naturales o artificiales situadas a modo de puntos de referencia en el terreno pueden facilitar las estimaciones. Al detectarse varios machos de una misma especie cantando alrededor de un punto determinado, se apuntará en el margen de la página la posición relativa de cada uno, así como sus desplazamientos a fin de no confundirlos. Un ave detectada a menos de 50 m del punto de censado cuando el observador se dirige o se aleja del punto, debe ser contada si ningún otro individuo de la misma especie se detecta durante el censo. Sin embargo, es recomendable anotarla aparte.

Cuando se detecta una bandada de aves, ésta puede ser localizada al finalizar el periodo de censado para determinar su tamaño y composición exactas. La bandada no debe ser seguida por más de 10 minutos. Si un ave emite un canto o

una llamada desconocida durante el censo también puede ser localizada para su identificación una vez finalizado éste. No deben utilizarse cebos ni grabaciones de reclamos para atraer aves al punto de conteo, excepto en recuentos de especies específicas.

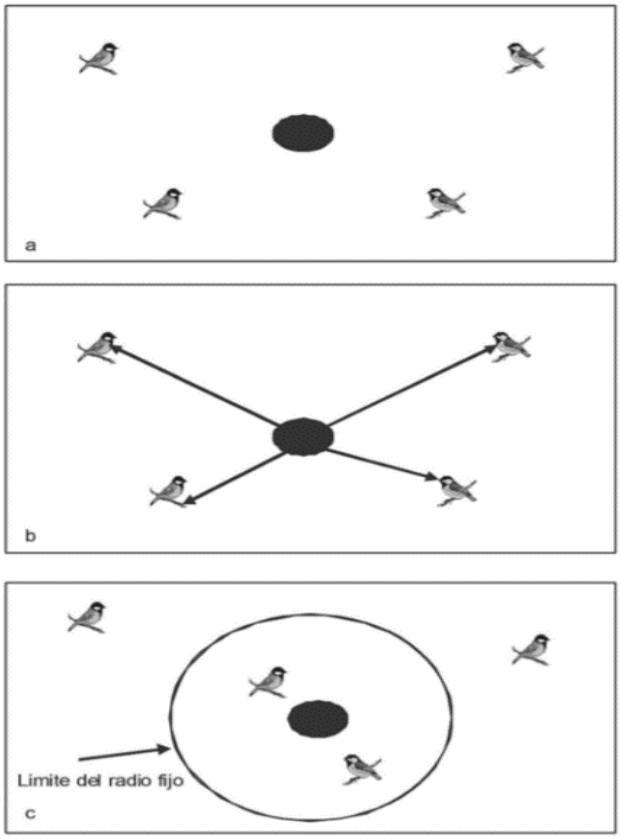


Figura 3.12. Censando aves: a) un conteo en punto sin estimación de distancia; b) un conteo en punto con radio variable donde el observador estima la distancia entre él y todas las aves; c) un conteo en punto de radio fijo en que se en cuentan las aves

Mamíferos terrestres medianos y grandes

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

De esta forma se utilizó la metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes, ya que es la forma más sencilla y directa de establecer ausencias y presencias en diferentes sitios del predio. Para este caso se necesitan tomar varias consideraciones para minimizar el grado de error al máximo, como son la anatomía general de las extremidades, incluyendo el

apoyo al andar, número y tamaño de dedos, cojinetes, garras, uñas, pezuñas; la marcha que puede ser caminata, trote y salto; la influencia del terreno; paso del tiempo y condiciones ambientales.

Cualquier rastro que pueda ser claramente identificado hasta nivel específico es una evidencia confiable de la presencia de una especie en un lugar determinado. Por consiguiente, se registró todo rastro (huella, excreta, pelos) que pudiera ser plenamente identificado y que se encontraran dentro de los transectos establecidos. De igual manera, el personal involucrado corrió la metodología de avistamiento directo siguiendo los recorridos diarios establecidos para el predio. Para esta metodología recorrían los mismos, una sola persona moderando su patrón de caminata procurando minimizar el ruido para aumentar la probabilidad de un avistamiento.

Anfibios y reptiles

La metodología que se utilizó fue la revisión de micro-ecosistemas en estratos arbóreos, a ras del suelo y cuerpos de agua durante el recorrido de los transectos en línea. Se localizaban sitios durante los recorridos en el transecto lineal de ancho fijo, en donde las condiciones podrían albergar especímenes pertenecientes a cualquiera de estos dos grupos y se hacía una revisión del mismo.

Se utilizó un gancho y bastón herpetológico para la manipulación cuando esta fue requerida. Anfibios y reptiles son un grupo realmente difícil de trabajar, su biología les ha concedido perfectos sistemas de mimetismo que dificultan el hecho de avistarlos y capturarlos.

Análisis de información.

Para caracterizar la biodiversidad del área del proyecto, se evaluaron las comunidades de vertebrados terrestres identificadas en los distintos transectos, por medio de los principales indicadores de la biodiversidad alfa o local (riqueza, abundancia e índice de Shannon Wienner).

Riqueza de especies. Mediante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies observadas dentro y fuera de los transectos. Así mismo, se consideraron datos sobre registros indirectos como es el caso de huellas, excretas, madrigueras, entre otros con el fin de poder confirmar la presencia del mayor número de especies.

Abundancia. Expresada como el número total de individuos encontrados por cada especie dentro de los transectos de muestreo.

Densidad e índice de abundancia relativa. La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área.

Para la metodología de transecto en franja se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{D} = \frac{\mathrm{n}}{(\mathrm{L})(2 * \mathrm{w})} (\mathrm{fc})$$

Dónde:
D= Densidad
n= Promedio del número de individuos registrados dentro del transecto
L= Largo total de los transectos en metros
w= Ancho del transecto en metros
fc= Factor de conversión.

Asimismo, dichos datos sirvieron para la realización de las estimaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wienner (H') y equidad de Pielou (J) por grupos de fauna silvestre, tomando en cuenta lo siguiente:

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'): es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies un determinado hábitat. Porque considera que los individuos son muestreados al azar y todas las especies están representadas en las muestras (Moreno, 2001). Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\Sigma Pi * Ln\ Pi$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener
Pi = Abundancia relativa
Ln = Logaritmo natural

Índice de Equidad de Pielou (J): mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$\mathbf{J = H'/H'\ máx}$$

Dónde:
J= Índice de equidad de Pielou
H’= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H’ máx.= Ln (S)
S= Número de especies

Análisis de Datos
Abundancia relativa
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/10 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 aves detectadas.
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 vistos o escuchados 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.

ESFUERZO DE CAMPO

Análisis previo a los trabajos de campo
Esfuerzo de muestreo de la fauna

Para los diferentes grupos de fauna se emplearon diferentes metodologías específicas, sin embargo, el transecto en línea con ancho de banda fijo fue la principal metodología empleada, toda vez que nos permite realizar una valoración rápida pero concisa, obteniendo un mayor número de registros en una superficie no homogénea y con una vegetación que presentaba diferentes mosaicos. En total se realizaron 25 transectos dentro del predio para el monitoreo de fauna.

A continuación, se indica en cartografía los recorridos realizados en el sitio de interés:



Figura 3.13. Mapa de la ubicación de los transectos de fauna dentro del predio

Tabla 3.9. Ubicación de transectos dentro del sitio de estudio. Coordenadas en UTM.

Cuadrante	Vértice	X	Y		Cuadrante	Vértice	X	Y
T-1	Inicio	202797.41	2277501.60		T-13	Inicio	202679.39	2277077.88
	Final	202795.60	2277451.66			Final	202689.69	2277030.21
T-2	Inicio	202998.45	2277546.84		T-14	Inicio	202731.51	2277171.39
	Final	203046.93	2277562.28			Final	202770.03	2277205.02
T-3	Inicio	203243.67	2277379.01		T-15	Inicio	203003.24	2277153.48
	Final	203214.02	2277336.75			Final	203026.52	2277199.93
T-4	Inicio	202852.12	2277860.76		T-16	Inicio	203495.80	2276820.76
	Final	202837.78	2277810.49			Final	203550.42	2276817.92
T-5	Inicio	203059.99	2277867.10		T-17	Inicio	203333.02	2276962.02
	Final	203091.29	2277825.33			Final	203373.76	2276996.17
T-6	Inicio	203196.65	2277739.94		T-18	Inicio	203084.82	2276998.40
	Final	203243.42	2277758.85			Final	203114.54	2276952.81
T-7	Inicio	203401.29	2277758.51		T-19	Inicio	202888.04	2276995.10
	Final	203390.55	2277704.18			Final	202835.40	2277004.96
T-8	Inicio	203174.49	2278035.14		T-20	Inicio	203581.49	2276939.66

	Final	203168.51	2277984.75			Final	203625.64	2276972.40
T-9	Inicio	202924.06	2278025.31		T-21	Inicio	203502.28	2277075.14
	Final	202927.22	2277973.66			Final	203519.21	2277126.24
T-10	Inicio	203588.11	2277503.41		T-22	Inicio	203616.70	2277232.73
	Final	203538.54	2277520.78			Final	203645.96	2277186.37
T-11	Inicio	203487.04	2277326.56		T-23	Inicio	203710.88	2277528.72
	Final	203536.74	2277334.00			Final	203713.42	2277580.74
T-12	Inicio	203355.13	2277182.93		T-24	Inicio	203662.98	2277798.66
	Final	203357.97	2277130.36			Final	203632.38	2277757.82
					T-25	Inicio	203445.94	2277870.74
						Final	203394.95	2277886.25

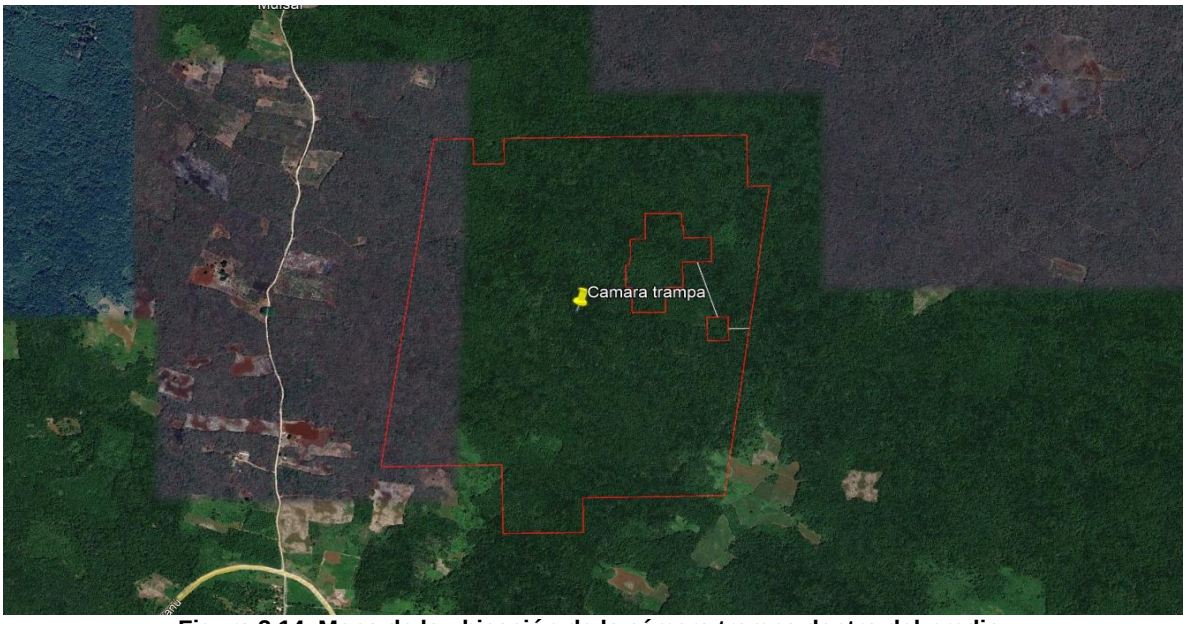


Figura 3.14. Mapa de la ubicación de la cámara trampa dentro del predio.

Tabla 3.10. Ubicación de la cámara trampa. Coordenadas en UTM.

CÁMARA	UTM	
	X	Y
1	203149.12	2277444.26

Resultados.

Se obtuvo el registro de 73 especies de fauna, correspondientes a 12 reptiles, 48 aves y 13 de mamíferos (figura 3.15).

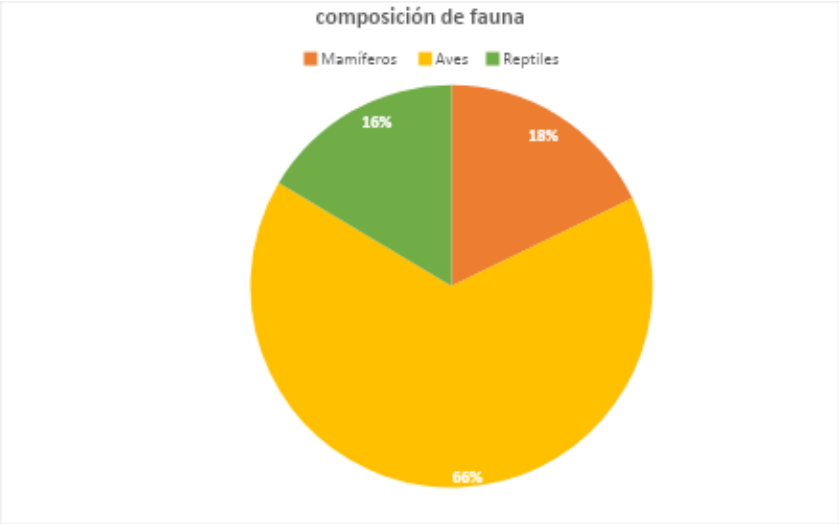


Figura 3.15 Composición de fauna registrada en el área del proyecto

Especies de importancia para la conservación.

Se registraron 5 especies consideradas de importancia para la conservación, de acuerdo a 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 (DOF,2010), de las cuales 2 son consideradas bajo Protección especial (Pr) y 3 se encuentran amenazadas (A) (Tabla 3.11).

Tabla 3.11. Especies de importancia dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, registradas en el área del proyecto.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM 059 SEMARNAT 2010
Reptiles	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
	Boa constrictor	Boa constrictora	A
Aves	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr
	Crypturellus cinnamomeus	Tinamú canelo	Pr
	Meleagris ocellata	Pavo ocelado	A

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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; **Pr**: Protección especial; **A**: Amenazada.

Reptiles y anfibios

Se registraron **12** especies de reptiles dentro del área del proyecto. Con respecto a su importancia para la conservación de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), se registraron 2 especies perteneciente a la

Iguana negra (*Ctenosaura similis*) y la boa constrictora (*Boa constrictor*) (Tabla 3.12).

Tabla 3.12. Composición de herpetofauna registrada en el área del proyecto.

ANFIBIOS Y REPTILES			
FAMILIA	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**	**NOM 059 SEMARNAT 2010**
BOIDAE	*Boa constrictor*	1	**A**
CORYTOPHANIDAE	*Basiliscus vittatus*	2	
DIPSADIDAE	*Conophis lineatus*	1	
EMYDIDAE	*Terrapene carolina*	1	
GEKKONIDAE	*Hemidactylus frenatus*	10	
IGUANIDAE	*Ctenosaura similis*	28	**A**
IGUANIDAE	*Norops rodriguezii*	3	
PHRYNOSOMATIDAE	*Sceloporus chrysostictus*	8	
POLYCHROTIDAE	*Anolis sagrei*	6	
TEIIDAE	*Holcosus undulatus*	2	
TEIIDAE	*Aspidoscelis angusticeps*	3	
VIPERIDAE	*Crotalus tzabcan*	1	

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Con base en los índices de diversidad se pudo determinar que el área del proyecto, las especies del componente de herpetofauna, con un valor de **H' = 1.8703 bits/ind**.

Tabla 3.13. Análisis de diversidad de reptiles en el área del proyecto.

No de sp.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi*)
1	*Boa constrictor*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
2	*Basiliscus vittatus*	2	0.0303	-3.4965	-0.1060
3	*Conophis lineatus*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
4	*Terrapene carolina*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
5	*Hemidactylus frenatus*	10	0.1515	-1.8871	-0.2859
6	*Ctenosaura similis*	28	0.4242	-0.8575	-0.3638
7	*Norops rodriguezii*	3	0.0455	-3.0910	-0.1405
8	*Sceloporus chrysostictus*	8	0.1212	-2.1102	-0.2558
9	*Anolis sagrei*	6	0.0909	-2.3979	-0.2180
10	*Holcosus undulatus*	2	0.0303	-3.4965	-0.1060
11	*Aspidoscelis*	3	0.0455	-3.0910	-0.1405

	angusticeps				
12	*Crotalus tzabcan*	1	0.0152	-4.1897	-0.0635
	Total	**66**	1	**Diversidad**	**1.8703**
				Equidad	**0.7527**
				J' = H'/ Hmax	

La abundancia por especie fue homogénea para ambas especies (Figura 3.16).

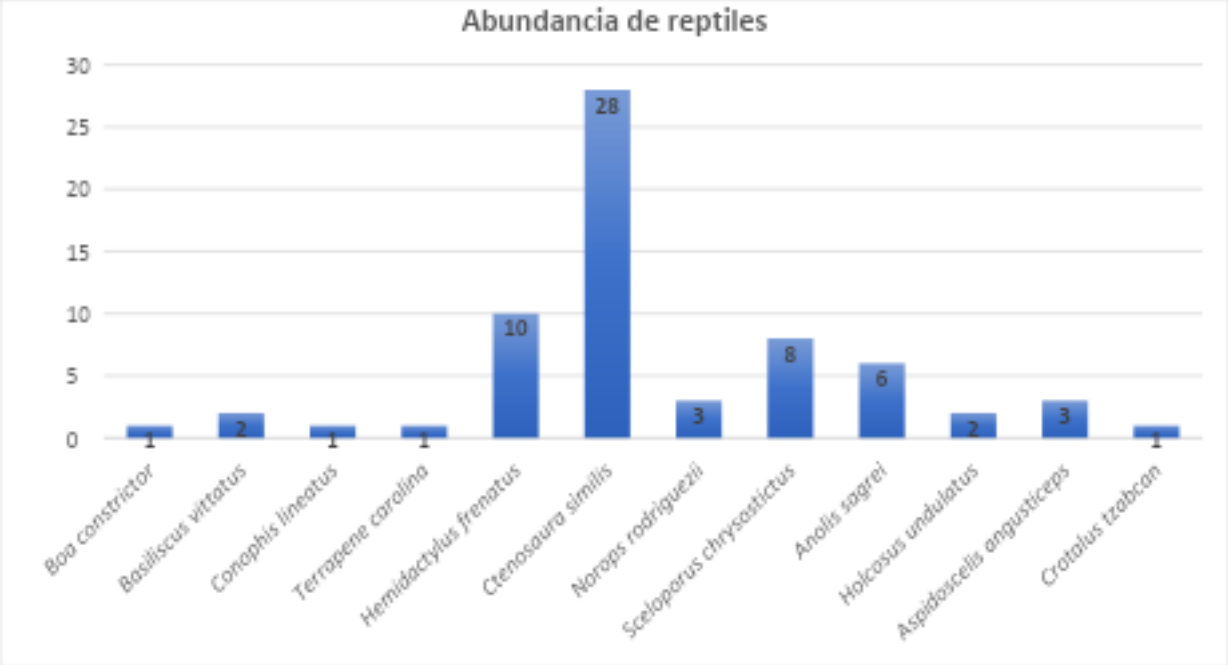


Figura 3.16 Abundancia de especies de reptiles, dentro del área del proyecto.

Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

Para el área de aprovechamiento se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 5 km/persona registrando un total de 12 especies de reptiles. Para el caso de reptiles la abundancia fue homogénea con un valor de 0.01 a 0.22 IKA (ind/km).

Tabla 3.14. Densidad de Ind/ha IKA para reptiles y anfibios

Familia	Nombre común	Nombre científico	Individuos	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)
BOIDAE	Boa constrictora	*Boa constrictor*	1	0.00	0.01
CORYTOPHANIDAE	Basilisco Marron	*Basiliscus vittatus*	2	0.00	0.02
DIPSADIDAE	Serpiente caminera	*Conophis lineatus*	1	0.00	0.01
EMYDIDAE	Pochitoque	*Terrapene carolina*	1	0.00	0.01

GEKKONIDAE	Geco casero	*Hemidactylus frenatus*	10	0.00	0.08
IGUANIDAE	Iguana negra	*Ctenosaura similis*	28	0.00	0.22
IGUANIDAE	Anolis	*Norops rodriguezii*	3	0.00	0.02
PHRYNOSOMATIDAE	Merech	*Sceloporus chrysostictus*	8	0.00	0.06
POLYCHROTIDAE	Abaniquillo pardo del caribe	*Anolis sagrei*	6	0.00	0.05
TEIIDAE	Lagartija arcoiris	*Holcosus undulatus*	2	0.00	0.02
TEIIDAE	Huico yucateco	*Aspidoscelis angusticeps*	3	0.00	0.02
VIPERIDAE	Cascabel yucateca	*Crotalus tzabcan*	1	0.00	0.01

Aves.

Se identificaron **48** especies de aves, de las cuales **3** se encuentran dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010, todas en la categoría de protección especial (Pr).

Tabla III.15. Composición de aves registradas en el área del proyecto.

AVES			
FAMILIA	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**	**NOM 059 SEMARNAT 2010**
FRINGILLIDAE	*Euphonia affinis*	3	
PHASIANIDAE	*Meleagris ocellata*	4	**A**
ACCIPITRIDAE	*Buteo nitidus*	2	
ACCIPITRIDAE	*Rupornis magnirostris*	2	
APODIDAE	*Chetura vauxi*	5	
CARDINALIDAE	*Passerina cyanea*	2	
CATHARTIDAE	*Cathartes aura*	14	
CATHARTIDAE	*Coragyps atratus*	10	
COLUMBIDAE	*Columbina talpacoti*	23	
COLUMBIDAE	*Columbina passerina*	8	
COLUMBIDAE	*Leptotila verrauxi*	14	
COLUMBIDAE	*Zenaida asiatica*	36	
CORVIDAE	*Cyanocorax yucatanicus*	31	
CORVIDAE	*Cyanocorax yncas*	17	
CRACIDAE	*Ortalis vetula*	16	
CUCULIDAE	*Crotophaga sulcirostris*	28	
CUCULIDAE	*Piaya cayana*	1	
HIRUNDINIDAE	*Petrochelidon fulva*	6	
ICTERIDAE	*Molothrus aeneus*	8	

ICTERIDAE	*Icterus cucullatus*	19	
ICTERIDAE	*Quiscalus mexicanus*	18	
ICTERIDAE	*Dives dives*	12	
MIMIDAE	*Mimus gilvus*	33	
MOMOTIDAE	*Momotus momota*	9	
MOMOTIDAE	*Eumomota superciliosa*	5	
PARULIDAE	*Setophaga petechia*	2	
PARULIDAE	*Setophaga dominica*	7	
PASSERELLIDAE	*Arremonops rufivirgatus*	8	
PICIDAE	*Melanerpes aurifrons*	12	
PICIDAE	*Melanerpes pigmeus*	4	
POLIOPTILIDAE	*Polioptila caerulea*	16	
PSITTACIDAE	*Eupsittula nana*	28	**Pr**
STRIGIDAE	*Glaucidium brasilianum*	4	
THAMNOPHILIDAE	*Thamnophilus doliatus*	2	
THRAUPIDAE	*Thraupis episcopus*	6	
THRAUPIDAE	*Volatinia jacarina*	2	
THRAUPIDAE	*Tiaris olivaceus*	1	
TINAMIDAE	*Crypturellus cinamomeus*	2	**Pr**
TROCHILIDAE	*Amazilia rutila*	6	
TURDIDAE	*Turdus grayi*	15	
TYRANNIDAE	*Tirannus melancholicus*	9	
TYRANNIDAE	*Myiarchus tuberculifer*	6	
TYRANNIDAE	*Pitangus sulphuratus*	17	
TYRANNIDAE	*Myiarchus tirannulus*	2	
TYRANNIDAE	*Tolmomyias sulphurescens*	1	
TYRANNIDAE	*Myiozetetes similis*	12	
VIREONIDAE	*Cyclarhis gujanensis*	10	
VIREONIDAE	*Vireo griseus*	3	

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Con base en los índices de diversidad se pudo determinar que el área del proyecto, las especies del componente de avifauna, el predio se puede considerar con una diversidad media, esto en función del valor medio de **H' = 3.5238 bits/ind**., el cual es mayor al valor promedio de 2.50 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla 3.16). Con respecto a la Equidad, se observa que en el sistema ambiental hubo una distribución más homogénea de las abundancias, con pocas especies dominantes.

Tabla 3.16. Análisis de diversidad de aves en el área del proyecto.

No de sp.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi)*
1	*Euphonia affinis*	3	0.0060	-5.1180	-0.0306
2	*Meleagris ocellata*	4	0.0080	-4.8303	-0.0386
3	*Buteo nitidus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
4	*Rupornis magnirostris*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
5	*Chetura vauxi*	5	0.0100	-4.6072	-0.0460
6	*Passerina cyanea*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
7	*Cathartes aura*	14	0.0279	-3.5775	-0.1000
8	*Coragyps atratus*	10	0.0200	-3.9140	-0.0781
9	*Columbina talpacoti*	23	0.0459	-3.0811	-0.1414
10	*Columbina passerina*	8	0.0160	-4.1372	-0.0661
11	*Leptotila verrauxi*	14	0.0279	-3.5775	-0.1000
12	*Zenaida asiatica*	36	0.0719	-2.6331	-0.1892
13	*Cyanocorax yucatanicus*	31	0.0619	-2.7826	-0.1722
14	*Cyanocorax yncas*	17	0.0339	-3.3834	-0.1148
15	*Ortalis vetula*	16	0.0319	-3.4440	-0.1100
16	*Crotophaga sulcirostris*	28	0.0559	-2.8844	-0.1612
17	*Piaya cayana*	1	0.0020	-6.2166	-0.0124
18	*Petrochelidon fulva*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
19	*Molothrus aeneus*	8	0.0160	-4.1372	-0.0661
20	*Icterus cucullatus*	19	0.0379	-3.2722	-0.1241
21	*Quiscalus mexicanus*	18	0.0359	-3.3262	-0.1195
22	*Dives dives*	12	0.0240	-3.7317	-0.0894
23	*Mimus gilvus*	33	0.0659	-2.7201	-0.1792
24	*Momotus momota*	9	0.0180	-4.0194	-0.0722
25	*Eumomota superciliosa*	5	0.0100	-4.6072	-0.0460
26	*Setophaga petechia*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
27	*Setophaga dominica*	7	0.0140	-4.2707	-0.0597
28	*Arremonops rufivirgatus*	8	0.0160	-4.1372	-0.0661
29	*Melanerpes aurifrons*	12	0.0240	-3.7317	-0.0894
30	*Melanerpes pigmeus*	4	0.0080	-4.8303	-0.0386
31	*Polioptila caerulea*	16	0.0319	-3.4440	-0.1100
32	*Eupsittula nana*	28	0.0559	-2.8844	-0.1612
33	*Glaucidium brasilianum*	4	0.0080	-4.8303	-0.0386
34	*Thamnophilus doliatus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
35	*Thraupis episcopus*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
36	*Volatinia jacarina*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
37	*Tiaris olivaceus*	1	0.0020	-6.2166	-0.0124
38	*Crypturellus cinamomeus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
39	*Amazilia rutila*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
40	*Turdus grayi*	15	0.0299	-3.5086	-0.1050

41	*Tirannus melancholicus*	9	0.0180	-4.0194	-0.0722
42	*Myiarchus tuberculifer*	6	0.0120	-4.4248	-0.0530
43	*Pitangus sulphuratus*	17	0.0339	-3.3834	-0.1148
44	*Myiarchus tirannulus*	2	0.0040	-5.5235	-0.0220
45	*Tolmomyias sulphurescens*	1	0.0020	-6.2166	-0.0124
46	*Myiozetetes similis*	12	0.0240	-3.7317	-0.0894
47	*Cyclarhis gujanensis*	10	0.0200	-3.9140	-0.0781
48	*Vireo griseus*	3	0.0060	-5.1180	-0.0306
	Total	**501**	1	**Diversidad**	
				H' = -Σ *pi* ln*pi*	**3.5238**
				Equidad	
				J' = H'/ H_{max}	**0.9103**

La abundancia por especie permite establecer que la especie más abundante del grupo de las aves fue la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), seguido del Cenzontle (*Mimus gilvus*).

Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

Para el área de aprovechamiento se obtuvo un esfuerzo total de muestreo de 5 km/persona registrando un total de 48 especies de aves. Para las aves la mayor representativa y abundante fue paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), con un valor de 0.29 IKA (ind/km) seguido del Cenzontle (*Mimus gilvus*) con un valor de 0.26 IKA (ind/km).

Mamíferos.

Se identificaron **13** especies de mamíferos, de las cuales ninguna está dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Tabla III.17. Composición de mamíferos registrados en el área del proyecto.

MAMIFEROS			
FAMILIA	**ESPECIE**	**ABUNDANCIA**	**NOM 059 SEMARNAT 2010**
CANIDAE	*Urocyon cinereoargenteus*	1	
CERVIDAE	*Odocoileus virginianus*	1	
DASYPODIDAE	*Dasypus novemcinctus*	2	
DASYPROCTIDAE	*Dasyprocta punctata*	1	
DIDELPHIDAE	*Didelphis marsupialis*	2	

GEOMYIDAE	*Orthogeomys hispidus*	3	
LEPORIDAE	*Silvigalus floridanus*	2	
MELPHITIDAE	*Spilogale putorius*	1	
MURIDAE	*Mus musculus*	8	
PROCYONIDAE	*Nasua narica*	1	
SCIURIDAE	*Sciurus yucatanensis*	6	
TAYASSUIDAE	*Tayassu tajacu*	2	

Simbología: NOM: Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre 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.

Con base en los índices de diversidad se pudo determinar que el área del proyecto, las especies del componente de mastofauna, el predio se puede considerar que se aproxima a la media, esto en función del valor promedio de **H' = 2.2988 bits/ind**., el cual es menor al valor promedio de 2.5 bits/ind, siendo el valor máximo de 5 bits/ind (Tabla 3.18). Con respecto a la Equidad, se observa que en el sistema ambiental hubo una distribución más homogénea de las abundancias, con pocas especies dominantes. Con respecto a la Equidad, se observa que en el sistema ambiental hubo una distribución más homogénea de las abundancias, con pocas especies dominantes.

Tabla III.18. Análisis de diversidad de mamíferos en el área del proyecto

No de sp.	Especies	Abundancia *ni*	*pi*	ln *pi*	*pi*(ln *pi*)
1	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
2	*Odocoileus virginianus*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
3	*Dasypus novemcinctus*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
4	*Dasyprocta punctata*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
5	*Didelphis marsupialis*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
6	*Orthogeomys hispidus*	3	0.0909	-2.3979	-0.2180
7	*Silvigalus floridanus*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
8	*Spilogale putorius*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
9	*Mus musculus*	8	0.2424	-1.4171	-0.3435
10	*Nasua narica*	1	0.0303	-3.4965	-0.1060
11	*Sciurus yucatanensis*	6	0.1818	-1.7047	-0.3100
12	*Tayassu tajacu*	2	0.0606	-2.8034	-0.1699
13	*Mazama pandora*	3	0.0909	-2.3979	-0.2180
	Total	**33**	1	**Diversidad**	**2.2988**
				H' = -Σ *pi* ln*pi*	
				Equidad	**0.8963**
				J' = H'/ H_{max}	

La abundancia por especie permite establecer que la abundancia fue homogénea para ambas especies, dentro del área de estudio (Figura 3.17).



Figura 3.17. Abundancia de especies de mamíferos, dentro del área del proyecto.

Densidad e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA)

La mastofauna registrada en el área de aprovechamiento durante el periodo de muestreo, estuvo representada por 13 especies, de las cuales son endémicas para México: *Sciurus yucatanensis, Dasypus novemcintus*. Y la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) obtuvo un valor mayor 0.05 IKA (ind/km).

Tabla 3.19. Densidad de Ind/ha IKA para mamíferos.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Individuos	Densidad (Ind/ha)	IKA (Ind/Km)
CANIDAE	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	1	0.00	0.01
CERVIDAE	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	1	0.00	0.01
DASYPODIDAE	Armadillo nueve bandas	*Dasypus novemcinctus*	2	0.00	0.02
DASYPROCTIDAE	Sereque	*Dasyprocta punctata*	1	0.00	0.01
DIDELPHIDAE	Zarigüella común	*Didelphis marsupialis*	2	0.00	0.02
GEOMYIDAE	Tuza	*Orthogeomys hispidus*	3	0.00	0.02
LEPORIDAE	Conejo castellano	*Silvigalus floridanus*	2	0.00	0.02
MELPHITIDAE	Zorrilo manchado común	*Spilogale putorius*	1	0.00	0.01
MURIDAE	Ratón común	*Mus musculus*	8	0.00	0.06
PROCYONIDAE	Coatí	*Nasua narica*	1	0.00	0.01

SCIURIDAE	Ardilla Yucateca	*Sciurus yucatanensis*	6	0.00	0.05
TAYASSUIDAE	Pecarí de collar	*Tayassu tajacu*	2	0.00	0.02
CERVIDAE	Temazate	*Mazama pandora*	3	0.00	0.02

III.8. Conclusión y problemática ambiental detectada

Se obtuvo el registro 73 especies de fauna, correspondientes a 12 reptiles, 48 aves y 13 de mamíferos. Se registraron 5 especies consideradas de importancia para la conservación, de acuerdo a 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 (DOF,2010), de las cuales 3 son consideradas como amenazadas y 2 bajo Protección especial.

De acuerdo con los resultados presentados se puede indicar que la mayoría de las especies verificadas dentro del predio se consideran especies residentes y endémicas. El mayor número de especies lo obtuvo el grupo de aves.

Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia, tipo de vegetación presente en el sitio de estudio, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación, estas especies pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como ciertas zonas presentes en el sitio de estudio y su sistema ambiental (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000, Flota-Bañuelos, 2018).

Los índices de diversidad no tuvieron una diferencia significativa para el grupo de mamíferos y reptiles, presentando una baja biodiversidad, sin embargo, el grupo de las aves presento una biodiversidad media, lo que indica que las condiciones ambientales varían entre los grupos faunísticos dentro del sitio de estudio.

Dentro de la caracterización ambiental se encuentra como uno de los propósitos principales conocer el ensamble de fauna que se encuentra en el predio en cuestión, esto para llevar a cabo la correcta toma de decisiones en cuanto a las medidas preventivas, mitigatorias y/o de compensación que conllevaría el Proyecto.
El sitio de estudio por las características presenta un estado de conservación considerable, aún y cuando se encuentra cercano a la zona urbana de la localidad de Mulsay, municipio de Opichén, Yucatán.

La vegetación de selva secundaria arbórea mediana caducifolia se puede considerar en buen estado de conservación. Por lo que las características del sitio antes mencionadas resultan en una diversidad “considerable” de fauna que está sujeta a conservación y que se encuentra presente en el sitio.

Las condiciones descritas permiten establecer que el área presenta características compatibles con el uso propuesto, bajo un esquema de intervención controlada, mitigable y ambientalmente viable.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Figura 3.18. Georeferenciación de la cámara trampa



Figura 3.19 Colocación de la cámara trampa



Figura 3.20. Rastros y madriguera de coatí



Figura 3.21. Recorrido de los transectos para fauna



Figura 3.22. Rastros: “Rascadero” de venado cola blanca

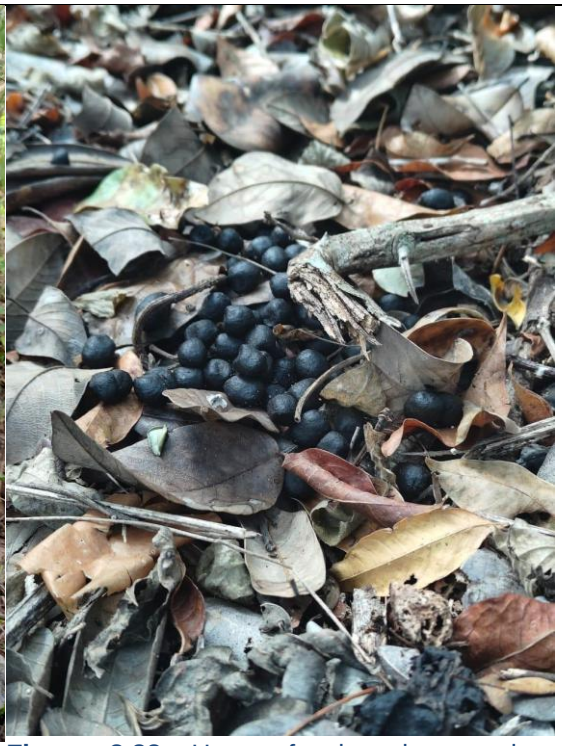


Figura 3.23. Heces fecales de venado cola blanca

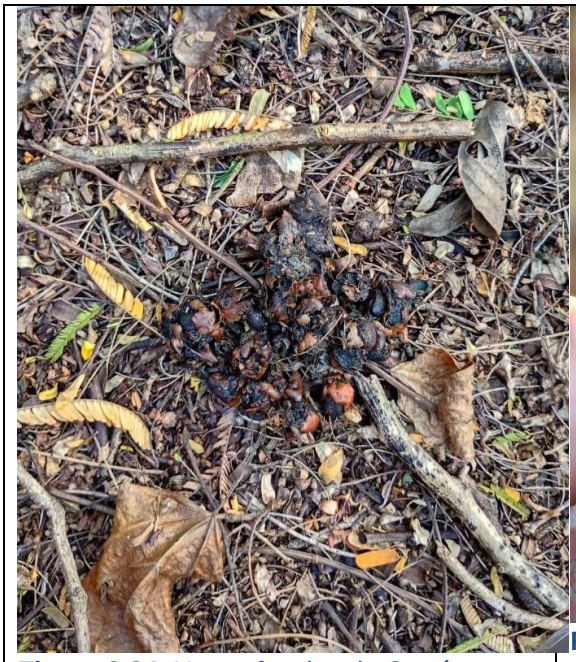


Figura 3.24. Heces fecales de Coatí



Figura 3.25. Individuo de Abaniquillo pardo de caribe (*Anolis sagrei*).

FOTOTRAMPAS



Figura 3.26. Individuo de hembra Venado Cola blanca (*Odocoileus virginianus*).



Figura 3.27. Hembra con cría de Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).



Figura 3.28. Individuo de Jabalí o pecari de collar (*Tayassu tajacu*).



Figura 3.29. Individuo de Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).



Figura 3.30. Individuo de pavo ocelado (*Meleagris ocellata*).



Figura 3.31. Individuo de temazate (*Mazama pandora*).



Figura 3.32. Individuo de hembra temazate (*Mazama pandora*).

Literatura citada

Flota-Bañuelos, C; B. Candelaria-Martínez, S. Mejenes-López, L. Vázquez-May, L. Castillo-Sánchez y E. López-Coba. 2018. Avifauna en áreas

agropecuarias y de regeneración en Tizimín, Yucatán, México. Agro Productividad, 11(6), 24–30.

Brosset, A., Charles-Dominique, P., Cockle, A., Cosson, J.F., Masson, D., 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. Canadian Journal of Zoology 74, 1974–1982.

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

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

Chablé-Santos, J, y R. Paso-Enríquez. Aves. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

Diario Oficial de la Federación. 2010. 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.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. Biological Conservation 103, 237–245.

Howell, S.N.G. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. Oxford.

Kaufman, K. 2005. Guía de campo Kaufman a las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin. Boston, Massachusetts.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the mayan world, The lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize. 1st Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.

Macswiney, M. C., P. Vilchis, F. M. Clarke, Y P. A. Racey. 2007. The importance of cenotes in conserving bat assemblages in the Yucatan, Mexico. Biological Conservation 136:499-509.

Magurran, A.E. (1988). Diversity indices and species abundance models. In: Ecological Diversity and Its Measurement. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0_2

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Reid, F. A. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast. México. Oxford University Press, Nueva York, 334 pp.

Santamaría, W. 2011. Efectos de la estructura del paisaje sobre la riqueza y abundancia de diferentes gremios de alimentación de aves al sur del estado de

Yucatán, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica de Yucatán.

Smith, A., J. Salgado y R. Robertson (2001). Distribution patterns of migrant and resident birds in successional forests of the Yucatan Península, Mexico. Biotropica, 33, 153-170.

Torres-Mejía, X; J. Pérez-Rivero, L. Olvera-Vargas, E. Barragán-Hernández, J. Martínez-Maya y A. Aguilar-Setién. 2021. La coexistencia de Desmodus rotundus con la población humana en San Luis Potosí, México. Revista Mexicana de Ciencia Pecuarias. 12(3):694-709.

Wood, P. (2010). Aves de tres mundos. Editado por Pronatura Península de Yucatán A.C. Mérida, 34 p.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Cumplimiento, indicadores, evidencia y gestión adaptativa

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 2 – 60 MW AC (FORTALEZA.ENERGY)
Fecha de control	31 de agosto de 2026

1. Alcance

El PVA aplica a la totalidad de las obras y actividades del proyecto en Opichén, Yucatán: 122.812586 ha de intervención, 47.334765 ha de conservación y obras asociadas descritas en la MIA-R. PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V. es responsable de asegurar recursos, supervisión y corrección de desviaciones.

2. Matriz de seguimiento

Componente	Qué se verifica	Frecuencia	Evidencia
Huella y conservación	Límites, accesos, invasiones, condición de áreas protegidas	Semanal en obra; trimestral en operación	Mapa, lista y fotografías
Flora y fauna	Liberación de frentes, rescates, mortalidad, supervivencia, NOM-059	Cada frente; mensual consolidado	Bitácora y reporte
Suelo y erosión	Despalme, acopios, compactación, arrastre, restauración	Después de lluvia y semanal	Inspección y acciones
Agua y medio kárstico	Consumo, saneamiento, derrames, rasgos sensibles	Semanal/mensual	Recibos, bitácora, mapa
Residuos	Segregación, almacenamiento, retiro, manifiestos	Semanal/mensual	Inventario y comprobantes
Aire, ruido y tránsito	Polvo, velocidad, quejas, mantenimiento	Diario en obra; por evento	Bitácora y evidencia
Paisaje y cierre	Restauración, revegetación, retiro de temporales	Mensual y al cierre de frente	Comparativo fotográfico

3. Gestión de desviaciones

- Clasificar el hallazgo por severidad y riesgo ambiental.
- Aplicar contención inmediata y asignar responsable y fecha de cierre.
- Investigar causa, corregir y verificar eficacia.
- Escalar incumplimientos recurrentes a dirección y suspender el frente cuando exista riesgo de daño.
- Conservar evidencia trazable y comunicar a la autoridad cuando lo exija el resolutivo o la normativa.

4. Informes

Durante construcción se emitirá un informe interno mensual y un consolidado conforme a la periodicidad que determine la autorización. En operación se mantendrá un informe anual con resultados, tendencias, incidentes, acciones correctivas, fotografías georreferenciadas y anexos de laboratorio o prestadores cuando correspondan.

5. Indicadores de desempeño

Indicador	**Meta mínima**
Obras dentro de huella autorizada	100%
Frentes con liberación ambiental previa	100%
Condicionantes con evidencia en plazo	100%
Residuos con destino documentado	100%
Descargas no autorizadas y quema	0 eventos
Desviaciones críticas sin cerrar	0

6. Control documental

Cada registro deberá identificar proyecto, frente, fecha, coordenada cuando aplique, responsable, evidencia, acción y cierre. Las versiones se conservarán con respaldo, permisos de acceso y manifiesto de integridad; no se sustituirá evidencia original.

FORTALEZA.ENERGY
DESARROLLAR UN MEJOR PLANETA

CAPÍTULO IV

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

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

AGOSTO, 2026

C A P Í T U L O IV.
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

IV.1. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El alcance evaluado comprende la central fotovoltaica y el Trazo Propuesto para Evaluación de la línea aérea de interconexión de 115 kV mediante derivación directa a la LT Maxcanú–Ticul II. Para la obra lineal se consideran el replanteo, desmonte selectivo, accesos, excavaciones y cimentaciones, montaje de estructuras, tendido, tensado, pruebas, operación, mantenimiento y retiro; sus impactos se integran a los componentes de atmósfera, hidrología, ruido, suelo, vegetación, fauna, paisaje, residuos y medio social analizados en este capítulo.

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

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

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

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como artículos públicos, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros.

Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y mesura de los impactos radica en que, basados en los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una

metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

IV.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

IV.1.1.1 INDICADORES DE IMPACTO.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

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

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

Se realizó un listado de las actividades que se realizaran durante el desarrollo del proyecto “ALBATROS 2 - 60 MW (FORTALEZA.ENERGY)”, para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación (Tabla 4.1):

Tabla 41. Lista de actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
Preparación del sitio	Verificación topográfica. Desmonte y/o despalme. Trazo topográfico Relleno y nivelación.
Construcción	Desarrollo, construcción y operación de una Central Eléctrica de Generación Solar Fotovoltaica con una capacidad de 60 MWac en el Punto de Interconexión (POI), con una potencia DC instalada aproximada de 72.56 MWp (101,490 módulos

	fotovoltaicos de 715 Wp, tecnología TOPCon bifacial), ubicada en el municipio de Opichén, Estado de Yucatán, México. Incluye la construcción del Trazo Propuesto para Evaluación de la LT aérea de 115 kV: habilitación controlada de accesos, cimentaciones, montaje de torres, tendido y tensado de conductores y cable de guarda, pruebas y restauración de superficies temporales.
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento general de la central Fotovoltaica, se llevará a cabo conforme a un programa integral de dos componentes: preventivo y correctivo.

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

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso (Tabla 2).

Tabla 5.2. Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Delimitación del terreno
	Limpieza (desmonte y despalme)
	Excavación, nivelación y compactación
	Estudio geotécnico
	Delimitación del área de conservación
	Empleos temporales
Construcción	Instalación de los módulos solares
	Empleos temporales
	Reforestación de las áreas afectadas y aplicación de los programas de reubicación y rescate de flora y fauna
Operación Mantenimiento	Mantenimiento del área de conservación y vegetación endémica.
Preparación del sitio	**Delimitación del eje P0–V1–P2, accesos y áreas temporales de la línea de interconexión**

Construcción	**Desmonte selectivo, excavaciones y cimentaciones para estructuras de la línea de interconexión**
Construcción	**Montaje de torres, tendido, tensado y pruebas de la línea aérea de 115 kV**
Operación y Mantenimiento	**Inspección, mantenimiento preventivo y control de vegetación sin herbicidas en la línea**

IV.1.1.2 Lista descriptiva de los indicadores de impacto para el proyecto.

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.

Estabilidad del suelo. Son las modificaciones que ocasionara el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos en el sitio.

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

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

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

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

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

Especies protegidas: Daños que pudieran sufrir las especies vegetales y animales incluidas en NOM-059-SEMARNAT-2010 que estuvieran presentes en el área del proyecto.

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

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

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

Empleo y mano de obra: Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Infraestructura y Servicios: Hace referencia a servicios e infraestructura adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas para mantenimientos.

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

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

IV.1.2. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGIA SELECCIONADA

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle-Columbus, con

resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (*Conesa Fdez-Vitora Vicente, Madrid 2000*).

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

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos nos permitirán obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

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

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

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

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

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

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

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

Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.

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

Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

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

Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales.

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

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

Tabla 4.3. Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

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

	ámbito específico en que actúa.	(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	Efecto.			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa –efecto.	(1)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(0)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

(MO)	Momento del impacto.			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	Acumulación.			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
MC)	Recuperabilidad.			El efecto puede recuperarse parcialmente.
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iníciales (previas a la	(1)	Recuperable de inmediato.	
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.

	acción) por medio de la intervención humana.			
(RV)	Reversibilidad.			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iníciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iníciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	Periodicidad.			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	Importancia del efecto.			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	**IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]**		
(CLI)	Clasificación del impacto.			
	Partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto (IM).	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

IV.1.3 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO.

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

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

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

Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado (Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Impactos identificados.

Componente	ID	Impacto ambiental	PS	C	OM
Atmósfera	1	Generación de gases contaminantes a la atmósfera producida por el uso de maquinaria y equipo de combustión interna	X	X	
	2	Generación de humos, material particulado y/o polvo en la zona	X	X	
Hidrología	3	Reducción de zonas de infiltración y captación de agua	X	X	
	4	Generación de aguas residuales	X	X	**X**
	5	Abastecimiento de Agua	X	X	**X**
	6	Alteración de la calidad del agua por infiltración de contaminantes solidos	X	X	**X**

Ruido	7	Generación de ruidos y vibraciones	X	X
Suelo	8	Modificación de las características del suelo	X	X
	9	Contaminación del suelo por residuos sólidos y derrames	X	X **X**
Vegetación	10	Reducción de la cobertura vegetal del predio	X	X
	11	Determinación de áreas verdes y de conservación	X	X
	12	Enriquecimiento de las áreas verdes		X **X**
Fauna	13	Desplazamiento de la fauna silvestre	X	X
	14	Movimientos pendulares de la fauna		X **X**
Hábitat	15	Influencia en el Hábitat	X	X **X**
Paisaje	16	Modificación en las condiciones actuales del sitio	X	X **X**
Economía	17	Oferta de empleos	X	X **X**
	18	Derrama económica en la región	X	X **X**
Servicios	19	Requerimiento de servicios urbanos		X **X**
Demográfico	**20**	**Dinamismo en la zona**		**X X**

En el siguiente apartado se describen los impactos generados por el proyecto de análisis.

Rubro: Atmósfera

Impacto ambiental	PS	C	OM
1.- Generación de gases contaminantes a la atmosfera producida por el uso de maquinaria y equipo de combustión interna	**X**	**X**	

En la etapa de preparación y construcción del sitio se usarán vehículos y maquinaria de combustión interna que liberarán gases contaminantes a la atmósfera, generando una afectación principalmente durante el tiempo en que son operados; ante esta situación, estos deberán ser sometidos a mantenimientos periódicos en talleres especializados y contar con los aditamentos que contribuyan a la reducción o control de los gases.

Impacto ambiental	PS	C	OM
2.- Generación de humos, material particulado y/o polvo en la zona	**X**	**X**	

El llevar material pétreo para el proyecto, generará polvos o material particulado, que por acción del viento, movimiento o rodamiento podrán dispersarse en varias partes del predio y generar molestias a la población circundante, sin embargo, se aplicarán las medidas de prevención para evitar afectaciones al medio.

Rubro: Hidrología

Impacto ambiental	PS	C	OM
3.- Reducción de zonas de infiltración y captación de agua	**X**	**X**	

El proyecto destina 47.334765 ha como área de conservación, lo que contribuirá a mantener infiltración, cobertura y estabilidad del suelo frente a los efectos del desmonte asociado con la instalación de la central fotovoltaica. Las actividades de acondicionamiento de la obra, limpieza y despalme, movimiento de tierras, nivelado, compactación e impermeabilización, influirán inherentemente en la reducción de infiltración del recurso hidrológico, sin embargo, no se verán afectados significativamente debido a que en las condiciones previas han incidido en la captación de agua para el acuífero.

Impacto ambiental	PS	C	OM
4.- Generación de aguas residuales	**X**	**X**	**X**

El proyecto contempla el uso de sanitarios portátiles para el uso de los empleados. Las descargas de aguas residuales sin previo tratamiento son fuente de contaminación directa del manto acuífero. Estas podrán generarse en diferentes etapas de la obra, en un primer momento por las descargas fisiológicas de los trabajadores y en otro instante por las descargas sanitarias de los usuarios del proyecto. Ante esta situación, se deberá dar un adecuado manejo y tratamiento para evitar riesgos de contaminación del manto acuífero

Impacto ambiental	PS	C	OM
5.- Abastecimiento de agua	**X**		

En la etapa de Preparación y Construcción del proyecto, la utilización del agua será para humedecer el área de trabajo y evitar la dispersión de polvos. El suministro de agua será a través de pipas, las cuales serán contratadas a una empresa especializada.

Impacto ambiental	PS	C	OM

6.- Alteración de la calidad del agua por infiltración de contaminantes solidos	**X**	

Durante los trabajos se prevé la generación de diversos residuos, tanto los generados por los empelados como residuos sólidos urbanos, que, de no poner atención a su generación, disposición y acumulación, pueden generar un impacto por escorrentía del lixiviado, producto de la descomposición de residuos orgánicos.

Rubro: Ruido

Impacto ambiental	PS	C	OM
7.- Generación de ruidos y vibraciones	**X**		

Los vehículos y maquinaria que intervendrán, incrementarán los niveles de ruido y vibraciones en la zona generando influencia en la población cercana al predio; por tal motivo, se vigilara que estos se encuentren en buenas condiciones y sean empleados en horarios diurnos, a fin de que su influencia se atenué durante la mayor afluencia de actividades antropogénicas en la zona.

Rubro: Suelo

Impacto ambiental	PS	C	OM
8.- Modificación de las características del suelo	**X**		

Este impacto determinado como negativo, se relaciona con la perdida permanente de nutrientes y características físicas del suelo, derivado de los trabajos del desmonte y despalme en una superficie equivalente a 122.812586 ha, para la instalación de la central fotovoltaica. Para mitigar el impacto al suelo se destinará un área equivalente a 47.334765 ha como área de conservación.

Impacto ambiental	PS	C	OM
9.- Contaminación del suelo por residuos sólidos y derrames	**X**		

El uso de maquinaria y equipo de construcción que requiere algún tipo de combustible para su funcionamiento, supone un riesgo latente en términos de contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos, por ello, se debe tener especial atención en cada uno de los equipos a utilizar; asimismo los residuos

generados en la obra resultan una fuente de contaminación sino se les maneja o dispone adecuadamente.

Rubro: Vegetación

Impacto ambiental	PS	C	OM
10.- Reducción de la cobertura vegetal del predio	**X**		

En la etapa de preparación del sitio, se realizarán acciones que consisten en la remoción de la cobertura vegetal; siendo que habrá una reducción de vegetación, por la ejecución el desmonte y despalme en aquellas zonas en donde se ubicará la infraestructura, sin embardo, se está considerando el programa de reforestación en las áreas donde se realizará el desmonte para la instalación de la central fotovoltaica, así como el destinar un área de conservación equivalente a 47.334765 ha del total del predio.

Impacto ambiental	PS	C	OM
11.- Determinación de áreas de conservación	**X**	**X**	**X**

El empleo de área de conservación en los proyectos, genera efectos positivos en las condiciones y componentes del entorno en donde se inserta, es por ello, que, entre las actividades de la obra, se destinara parte de la superficie del predio para compensar la pérdida de suelo y vegetación con un área equivalente a 47.334765 ha del total del predio.

Impacto ambiental	PS	C	OM
12.- Enriquecimiento de las áreas de conservación		**X**	**X**

La vegetación es parte importante en las condicionantes de mejoramiento del entorno y de los aspectos ambientales, puesto que contribuye al refugio de la fauna silvestre hasta regular el recurso hídrico y climático a nivel local; bajo ese tenor, las áreas de conservación destinadas en el proyecto, serán enriquecidas a través de un programa de reforestación, con especies vegetales acordes a las características del sitio.

Rubro: Fauna

Impacto ambiental	PS	C	OM

13.- Desplazamiento de la fauna silvestre	**X**	**X**

El constante movimiento de personas, maquinaria y vehículos durante los trabajos constructivos del proyecto, forzarán a la fauna identificada en el predio se desplace a diferentes zonas del área de estudio. Este impacto se considera de baja magnitud, puesto que se identifica escasos ejemplares faunísticos adaptadas a condiciones urbanas, consecuencia de las constantes presiones antropogénicas del área.

Impacto ambiental	PS	C	OM
14.- Movimientos pendulares de la fauna		**X**	**X**

Las áreas de conservación previstas en el proyecto, generarán condiciones propicias para que la fauna identificada en la zona mantenga movimientos pendulares hacia el predio, para encontrar refugio y alimento.

Rubro: Hábitat

Impacto ambiental	PS	C	OM
15.- Influencia en el Hábitat	**X**	**X**	**X**

La utilización del suelo para la instalación de la central fotovoltaica, genera una afectación directa al hábitat natural, sin embargo, el proyecto, como medida de mitigación implementará un área de conservación equivalente a 47.334765 ha del total del predio y se aplicará el programa de reforestación, así como los programas de rescate, reubicación de flora y fauna.

Rubro: Paisaje

Impacto ambiental	PS	C	OM
16.- Modificación en las condiciones actuales del sitio	**X**	**X**	**X**

Indiscutiblemente la construcción o inserción de cualquier proyecto modifica el paisaje establecido antes del proceso de intervención, sin embargo, es importante señalar que el escenario actual del ambiente presenta un paisaje fragmentado por la presencia de una granja porcícola. La distancia respecto del centro de población reduce la exposición visual para algunos observadores, pero no elimina la modificación del paisaje dentro del área de influencia; ésta deberá manejarse

mediante delimitación, conservación perimetral sustentada, restauración y seguimiento.

Rubro: Economía

Impacto ambiental	PS	C	OM
17.- Oferta de empleos	**X**	**X**	**X**

La oferta de mano de obra que se tendrá para la obra en sus diferentes etapas, impactará de forma positiva, puesto que se generará una fuente de empleo e ingresos para la población localizada en la región.

Impacto ambiental	PS	C	OM
18.- Derrama económica en la región	**X**	**X**	**X**

Durante las diferentes etapas de la obra, se generará demanda de diversos bienes e insumos que permitirán tanto el desarrollo del mismo como su funcionamiento, con lo que se espera una derrama económica en la región.

Rubro: Servicios

Impacto ambiental	PS	C	OM
19.- Requerimiento de servicios urbanos	**X**	**X**	

El proyecto al tratarse de una central fotovoltaica, durante la etapa de desarrollo del proyecto, los servicios básicos de servicios urbanos (alumbrado, agua potable) no serán requeridos ya que se requerirá solo de sanitarios portátiles, servicio de recolecta de basura, servicio de agua a través de pipas para los empleados durante la etapa de preparación del sitio y construcción para los empleados.

Rubro: Demográfico

Impacto ambiental	PS	C	OM
20.- Dinamismo en la zona	**X**	**X**	

Con este proyecto se crearán nuevos espacios para la oferta laboral temporal, al contratar personal para la instalación de la central fotovoltaica.

IV.1.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS PARA EL PROYECTO.

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

De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla 3 para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como COMPATIBLE (CO), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M), cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRITICO (C).

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

Una vez establecidos los criterios que se emplearán para trasformar los atributos ambientales en unidades conmensurables, se procede, por medio de la matriz de importancia, a la valoración (cualitativa-cuantitativa) y evaluación de los impactos generados en cada una de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, a fin de determinar su importancia del impacto y establecer un panorama más amplio de las modificaciones ocasionadas al medio ambiente.

IV.1.4.1 EVALUACIÓN DE IMPACTOS

En la tabla 5.5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en las diferentes etapas:

Tabla 4.5. Resumen de la valoración de impactos en las diferentes etapas del proyecto.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
-29	-30	0
-25	-30	-16
-27	-31	0
-27	-29	0
-27	-27	0
-29	-32	0
-25	-29	0
-29	-31	-29
-29	-29	0
-31	-31	0
-29	-31	-16
-31	-31	0
-27	-27	-16
-33	-34	-31
-25	-25	-25
-26	-34	-26
-25	-25	-31
26	32	0
30	34	24
31	32	25
31	32	25

Durante la realización del proyecto no se tendrán efectos significativos sobre la calidad del aire, puesto que las emisiones serán únicamente de la maquinaria, retroexcavadoras y de los camiones de volteo y se tomarán todas las medidas de mitigación como son los mantenimientos de prevención a vehículos y maquinaria, previo ingreso al sitio.

No se espera que se generen impactos residuales considerados como graves en el área del proyecto, ya que en todo momento en las etapas del proyecto se considera salvaguardar la integridad del ambiente.

Los impactos residuales que se identifican corresponden a una carga adicional de los residuos sólidos urbanos generados por los empleados y a un incremento del tráfico vehicular en la zona por los camiones de volteo y retroexcavadoras. Aunque estos impactos son temporales por el tiempo que dure la instalación de la central fotovoltaica, de igual forma se implementaran las medidas de prevención y mitigación pertinentes al manejo de los residuos.

Actualmente el predio contará con la liberación por parte del INAH, autorización previa a los inicios de obra de la central fotovoltaica, por lo que no deberá ocasionar afectaciones a estructuras culturales de relevancia. En caso de identificarse una estructura de relevancia, se replanteará el trazo y se solicitarán las modificaciones pertinentes a la MIA sometida a evaluación ante la secretaria.

El proyecto igualmente se somete a la siguiente evaluación en Materia de Impacto Ambiental modalidad regional (MIA) el cual cumplirá con las medidas de mitigación y prevención sometidas a evaluación en el presente estudio.

En caso de que se requiera realizar una consulta indígena, esta se realizará en apego a la normatividad correspondiente.

Recurso natural: Flora

En la superficie donde se ubica el área propuesta para desarrollar el proyecto y en las áreas cerriles aledañas se presenta el tipo de vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia el cual actualmente presenta un considerable grado de disturbio debido al desarrollo de las actividades productivas de la población aledaña, como agropecuarias.

Con relación a la vegetación existente en el área, a través del inventario de especies forestales que fue realizado, no se identificó la presencia de especies con algún estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La vegetación existente se define como arbórea-arbustiva, presentando una cobertura aproximada del 85 % del área.

Concretamente en el sito del proyecto y en el área de influencia de desarrollo de éste existe ya un impacto generado por las actividades de agropecuarias. Sin embargo, aun cuando el desarrollo de estas actividades ha causado un impacto sobre el ecosistema, no se presentan alteraciones importantes, que hayan causado impactos sinérgicos o afectado a las poblaciones aledañas, debido a que estos impactos son localizados o puntuales.

Recurso natural: Fauna.

Como resultado de la alteración de la flora silvestre en esta zona, por el desarrollo de las actividades productivas de la población existente y la infraestructura de vías de comunicación aledañas, y los caminos o brechas que comunican a los predios colindantes. Se ha provocado también la alteración del hábitat de la fauna silvestre, provocando el desplazamiento de ésta hacia áreas más alejadas, remontándose hacia las partes cerriles, donde existe una menor perturbación.

En lo que respecta a la fauna silvestre, se tiene reportada en la zona de estudio 5 especies en estatus conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, perteneciente a los grupos de aves y reptiles, por lo que como medidas de prevención y mitigación se ejecutará el programa de rescate y reubicación de fauna.

Recurso natural: Aire.

Para esta zona, la calidad del aire regularmente aceptable, ya que existe una contaminación perceptible de la atmósfera, debido fuentes fijas de emisiones de gases contaminantes, debido a que se encuentra establecida como zona industrial.

Como resultado de las actividades productivas de la población que se realizan en el área de estudio, se generan principalmente la dispersión de partículas sólidas por la acción del viento, como son el desarrollo de las actividades extracción y triturado de agregados pétreos, desplazamiento de vehículos a través de brechas de terracería; sin embargo, esta dispersión de partículas se presenta en forma localizada y las cuales tienden a sedimentarse a cortas distancias del área donde se generan. Esta zona tiene una alta capacidad de dispersión.

Tomando en cuenta que la maquinaria a utilizar para el proyecto, trabajará 8 horas diarias, el resto de las 24 horas del día permite la sedimentación de polvos y sustancias suspendidas.

Recurso natural: Suelo.

Como se ha comentado anteriormente, el suelo se caracteriza por ser someros y pedregosos y algunas ocasiones con rocosidad a través del perfil; en el sistema de clasificación taxonómica FAO/UNESCO, se correlacionan como E+I+Lc/3/L, Rendzina, Litosol, Luvisol Cromico de clase textural fina respectivamente.

En el área propuesta para el desarrollo del proyecto no existe una capa de suelo definida, debido a que existe una combinación de horizontes compacto y duro o cementado (con afloramientos rocosos agrietados) lo que determina una capa y una

baja capacidad de retención de agua (infiltración). Estas características determinan el uso potencial del suelo, el cual se considera apto para el desarrollo de vida silvestre.

El uso actual del suelo se define como terreno forestal cubierto por el tipo de vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia, el cual presenta una diversidad de especies.

Recurso natural: Agua

En el área propuesta para el desarrollo del proyecto no existen cuerpos de agua o corrientes temporales o permanentes, los escurrimientos que se presentan durante la época de lluvias son captados por la pendiente baja en el interior del predio. Debido a que únicamente es presencia temporal, no se ha determinado el volumen de escorrentía por unidad de tiempo de éste, el cual está determinado por la periodicidad, intensidad y duración de las lluvias que se presenten.

Recurso natural: Paisaje.

- **Visibilidad.**

La calidad paisajística del área no es importante debido a la monotonía de este ya que no existen contrastes en cuanto a la diversidad de vegetación y el porte de esta, manteniéndose el mismo tipo de vegetación en la zona y de porte arbustivo así como en el área de influencia; tampoco se presentan arroyos permanentes, cuerpos de agua o caídas de agua que pudieran ser agradables a la vista o infraestructura urbana que contraste con la vegetación existente; por lo general es un paisaje resaltante, ya que no existen manchones de vegetación de gran porte.

Con respecto a la fragilidad del paisaje, esta es muy baja ya que presenta una alta capacidad para absorber los cambios que se produzcan en él, debido a que las características topográficas del área corresponden a una planicie y la existencia de vegetación arbustiva y arbórea bien conservados, permiten observar los cambios de este sólo a cortas distancias; se trata de una fragilidad baja, sin embargo, a medida que se vaya revegetando el área se logrará restituir el terreno a unas condiciones parecidas a la situación original (antes de operar el proyecto).

Aspecto socioeconómico.

La economía de la zona de acuerdo con el Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY) el área del proyecto se ubica en la Región II Noroeste:

Moderada diversificación, con predominio secundario/terciario, las cuales corresponden a las siguientes:

Sector Primario. La actividad agrícola muestra bajos niveles de especialización; sin embargo, algunos cultivos (coco, frutales, aguacate, henequén, hortalizas, calabacita, tomate rojo, sandía y chile habanero) y la pesca de subsistencia siguen siendo la principal actividad económica en municipios rurales y localidades costeras (GEY, 2009b). Aunque esta región ha asumido un papel urbano predominante, los municipios donde aún persiste la actividad agrícola. Contrariamente, la ganadería muestra moderada especialización económica, particularmente en la producción de aves, guajolote, leche de bovino y huevo.

Al respecto, es importante destacar la relevancia de la actividad agropecuaria en la Zona, cuya especialización productiva ha dado lugar a la consolidación de granjas urbanas para la crianza y procesamiento avícola y porcícola.

Sectores secundario y terciario. El sector secundario constituye uno de los de mayor generación de empleo en la región, particularmente en la rama de la construcción e industria de electricidad.

El sector terciario es ampliamente diversificado, ya que muestra especialización en 10 actividades de las 14 que registra el INEGI; en su mayoría, dichas actividades están relacionadas con el turismo, lo que denota la vocación múltiple de esta región para el desarrollo de la industria turística en la entidad.

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

En este apartado se integran y organizan las medidas ambientales aplicables al proyecto, diferenciándolas según su función en medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. Su aplicación deberá realizarse desde la preparación del sitio y construcción, y mantenerse durante la operación y mantenimiento cuando corresponda, en congruencia con los impactos identificados y evaluados en el presente capítulo.

Medidas preventivas o protectoras: se aplican antes o durante la ejecución de las actividades con el propósito de evitar que el impacto se genere o de reducir la probabilidad de que ocurra, limitando la afectación a las superficies y componentes estrictamente necesarios.

Medidas de mitigación o correctoras: se orientan a reducir la intensidad, extensión, duración o consecuencias de los impactos que no pueden evitarse por completo durante las diferentes etapas del proyecto.

Medidas de compensación: se dirigen a contrarrestar las pérdidas o afectaciones remanentes sobre vegetación, hábitat y servicios ambientales mediante acciones de conservación, reforestación, enriquecimiento y manejo de áreas destinadas a mantener funciones ecológicas equivalentes o complementarias.

Medidas de restauración: comprenden las acciones destinadas a recuperar las condiciones físicas y biológicas de superficies alteradas, particularmente aquellas de ocupación temporal o susceptibles de rehabilitación, mediante descompactación, restitución de suelo, revegetación, reforestación y, en caso de contaminación puntual, remediación del suelo.

Las medidas se aplicarán de manera integral en las etapas que correspondan (PS: Preparación del Sitio; C: Construcción; O: Operación y Mantenimiento) y su cumplimiento deberá documentarse mediante los programas, bitácoras, registros y evidencias ambientales previstos para el proyecto.

IV.2.1 PER (PRESIÓN, ESTADO Y RESPUESTA)

El esquema PER está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones (P) sobre el ambiente modificando con ellos la calidad y cantidad de los recursos naturales (Estado); asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (Respuestas).

El esquema PER agrupa los indicadores en tres categorías cuya interacción proporciona información sobre el proceso causa-efecto que hay detrás de diversas problemáticas.

Presión

Describen las presiones que ejercen las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de presión se clasifican a su vez en dos grupos:

1. El primero considera las presiones directas sobre el ambiente, frecuentemente ocasionadas por las actividades humanas.

2. La segunda toma en cuenta las actividades humanas en sí mismas, es decir, las condiciones de aquellas actividades productivas o de otro tipo que generan la problemática.

Estado

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

Respuesta

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

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

IV.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

Las medidas preventivas se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 6: Medidas preventivas para el indicador "Calidad del aire".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	CALIDAD DEL AIRE		
Se generarán emisiones a la atmósfera tales como polvos y partículas por la	Humedecer el material transportado y los caminos, cubrir los vehículos que transportan material con lonas.	PS - C - O Esta actividad será de mayor importancia en la etapa de construcción.	Se controlará la emisión de polvo, reduciendo el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y

entrada y salida de vehículos	Se restringirá la concentración de la maquinaria de obra en la zona y se controlará la velocidad de los vehículos, limitándola a 20 km/h.		en la zona en general.
Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo con la Norma correspondiente.	PS - C - O Esta actividad es de suma importancia en principalmente en las 2 primeras etapas del proyecto.	Se controlará la emisión de gases y partículas de combustión y vapores lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del aire en el área de trabajo y en la zona en general.

Tabla 7: Medidas preventivas para el indicador “Calidad del suelo”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	CALIDAD DE SUELO		
Se consideran afectaciones por los lixiviados provenientes de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	Los residuos sólidos serán almacenados temporalmente en contenedores ubicados en áreas estratégicas que faciliten su recolección y trasladados al sitio de disposición final. Los contenedores deberán estar rotulados y contar con tapa y bolsas plásticas. Respecto a los residuos fisiológicos, para evitar el fecalismo al aire libre se instalarán sanitarios portátiles, el número (de sanitarios) estará en razón de 1 por cada 10 trabajadores. La recolecta y limpieza de los sanitarios para la disposición en sitios de tratamiento, estarán a cargo de una empresa establecida.	PS – C Esta medida aplica desde el inicio del desmonte en la zona de construcción. Respecto a los sanitarios portátiles, estos serán utilizados durante las etapas de preparación del sitio y su construcción.	Se evitará la contaminación del suelo por infiltración de lixiviados y por residuos sólidos dispersos en el área.

Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo con la Norma	PS - C- O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

Tabla 8: Medidas preventivas para el indicador “Estabilidad del suelo”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	ESTABILIDAD DEL SUELO		
Se afectará la estabilidad del suelo por los trabajos de excavación y nivelación, así como por la disminución de cubierta vegetal.	Para minimizar las afecciones a la geología, geomorfología y edafología, así como a la alteración paisajística en el entorno de la actuación, será necesario limitar al máximo la superficie de ocupación temporal en las inmediaciones, por lo que será prioritario para ello programar los movimientos de tierras con anterioridad al inicio de la ocupación. Se delimitará la superficie de trabajo para no afectar más de la autorizada. La malla perimetral evitará que los movimientos de tierras afecten a superficies que no se incluyan en las zonas de actuación. En caso de ser necesario se realizará un aterrazado de la zona de implantación de los seguidores para evitar futuros episodios de erosión. El suelo removido durante el despalme y nivelación permanecerá en el predio y será reintegrado en las áreas del Proyecto.	PS - C Se delimitará la zona de construcción sin afectar una mayor superficie de la autorizada.	Minimiza los cambios en la continuidad de la superficie del terreno manteniendo la estabilidad del suelo.

	Como medida contra la erosión, se realizarán las obras de excavación en el menor tiempo posible, disminuyendo así el tiempo de exposición de los materiales del suelo a la erosión. Como medida contra la erosión, se realizarán las obras de excavación en el menor tiempo posible, disminuyendo así el tiempo de exposición de los materiales del suelo a la erosión. Una vez finalizadas las obras se restaurarán todas aquellas superficies no necesarias para la fase de funcionamiento, tales como acopios, vertederos, instalaciones auxiliares o viales temporales, mediante descompactado y extendido de la tierra vegetal sobrante de otras labores. Se reforestarán las áreas que se hayan desmontado para la construcción del parque que puedan ser reforestadas, preferentemente con especies melíferas.		

Tabla 9: Medidas preventivas para el indicador “Calidad de Agua Subterránea”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA		
Por efectos de la infiltración, el manto freático es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y	Durante las etapas de preparación del sitio y de construcción se instalarán sanitarios portátiles, el manejo y disposición final de estos residuos será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio.	PS - C- O Se delimitarán segmentos para el avance de trabajos	Se evitará al máximo la liberación e infiltración de contaminantes al agua subterránea.

residuos sólidos o fisiológicos.	No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad. Para evitar derrames accidentales en el sitio, no se realizarán mantenimientos a equipos, maquinaria o vehículos automotores, así como carga de combustible.		
Debido a la infiltración, el manto es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles su manejo y disposición final será responsabilidad de la empresa prestadora de este servicio. No se almacenarán en el área del proyecto grandes cantidades de sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad. Durante todas las etapas del proyecto no será necesario el uso de pozos de extracción de agua, ni de descargas de aguas residuales.	PS - C - O Los sanitarios portátiles deberán estar desde el inicio de la obra hasta su finalización. El número de letrinas dependerá del número de trabajadores a razón de 1 letrina por cada 10 trabajadores.	Se evitará la contaminación de agua subterránea ya que no se utilizarán pozos de extracción ni de descarga de aguas residuales.

Tabla IV.10: Medidas preventivas para el indicador "Generación de Ruido".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	GENERACIÓN DE RUIDO		

La construcción generará emisiones sonoras.	A todos los vehículos, equipos o maquinaria pesada que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra. Para evitar problemas a la salud, todo el personal en obra será dotado del equipo de seguridad necesario, incluyendo tapones de goma para los oídos. Se limitará la velocidad de circulación, a 20 Km/h, en los caminos de obra. Se establecerán limitaciones en horarios de circulación de camiones y número máximo de unidades movilizadas por hora, evitando la realización de obras o movimientos de maquinaria fuera del periodo diurno (23h - 07h).	PS - C Se solicitarán las bitácoras o comprobantes de mantenimiento con el fin de verificar el buen estado de la maquinaria que se utilice. Se verificará en sitio la velocidad máxima y horarios de circulación de los vehículos	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.

Tabla IV.11: Medidas preventivas para el indicador "Vegetación Terrestre".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	No se desmontará ningún área fuera de las establecidas para el proyecto. Estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se afectarán superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se evitará afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.	PS Previo al inicio de obra se delimitará el área de conservación para evitar afectar una mayor superficie a la autorizada.	Se respetará a la flora silvestre.

	Se recomienda trozar y compostear la vegetación que será desmontada para reintegrarla al suelo en otras áreas o simplemente trozarlas para disponerlo en un sitio de disposición final. Durante las labores de cualquier actividad que implique un riesgo de provocar incendios (uso de maquinaria capaz de producir chispas), se habilitarán los medios necesarios para evitar la propagación del fuego. Estas medidas serán especialmente tenidas en cuenta en el periodo de secas. Se prohíbe terminantemente la realización de hogueras, fogatas, abandono de colillas y, en definitiva, cualquier tipo de actuación que conlleve riesgo de incendios. Se realizará un programa de rescate y reubicación de las especies endémicas, mismas que preferentemente serán reubicadas en las áreas verdes del proyecto y las áreas de conservación, sin embargo en caso de que estas áreas ya se encuentren llenas también podrán utilizarse en las zona de reforestación que se plantea tener fuera del sitio del proyecto, esta zona será de las mismas dimensiones que lo que se solicite para realizar el cambio de uso de suelo, la ubicación la proporcionará la autoridad competente. Se realizará una recolección de frutos de los ejemplares que se encuentren en el sitio, para la obtención de semillas y posterior germinación en un vivero temporal. Establecimiento de un vivero temporal para el acopio tanto de ejemplares rescatados como para la germinación de semillas de las especies del sitio.		

Tabla IV.12: Medidas preventivas para el indicador “Fauna Terrestre”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO

	FAUNA TERRESTRE		
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Queda estrictamente prohibido cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto. Colocar elementos como vainas aislantes, caperuzas de protección, plataformas de asentamiento y nidificación en los postes de las líneas aéreas de media y baja tensión para proteger a las especies de ave. Medidas de vigilancia y control durante las obras con el objeto de evitar en lo posible las molestias innecesarias. Se incorporarán todas las medidas preventivas propuestas para el factor vegetación, ya que redundarán en la protección de la fauna afectada por la actividades de preparación del sitio y construcción. Diseño e instalación de señales preventivas provisionales que recuerden al personal, las restricciones con respecto a perturbar la fauna. La limitación de velocidad establecida para la circulación de vehículos en 20 Km/h. se mantendrá para reducir la afección sobre la fauna debido al posible riesgo de colisión y/o atropello. Se evitará la realización de trabajos nocturnos para evitar atropellos y accidentes de la fauna salvaje con vehículos como consecuencia de deslumbramientos.	PS-C Previo a la obra se reubicará la fauna que se encuentre en el sitio y que así lo requiera.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre

Tabla IV.13: Medidas preventivas para el indicador "Especies en la NOM-059 SEMARNAT 2010".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	ESPECIES EN LA NOM-059		
En flora no se registraron especies enlistadas en la	Queda estrictamente prohibido cazar, capturar, lesionar, vender, regalar, matar o espantar a las especies de fauna silvestre que	PS-C Previo a la obra se reubicará la fauna que se encuentre	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna y flora

NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, se registraron cuatro especies endémicas. En fauna se registraron cinco especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales dos se encuentran bajo Protección especial (Pr) y tres en categoría Amenazada (A). Por ello, previo y durante las actividades de preparación del sitio se aplicarán las medidas de rescate, ahuyentamiento, reubicación y protección correspondientes	se avisten o localicen en el área seleccionada para realizar el proyecto. En cuanto a la flora, estará estrictamente prohibida las actividades siguientes: - Extracción de especies del sitio, o partes de estas, para uso comercial, como mascota o alimento. - Extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de estas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación. No se afectarán superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento.	en el sitio y que así lo requiera.	silvestre catalogada dentro de la NOM 059 SEMARNAT 2010.

Tabla IV.14: Medidas preventivas para el indicador "Hábitat terrestre".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	HÁBITAT TERRESTRE		
Se creará una modificación del hábitat.	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación, equivalente a 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha	PS - C - O El hábitat se modificará durante la etapa preliminar y se mantendrá modificado durante la construcción y operación del proyecto.	Garantizar que la afectación del hábitat no ocurra en una superficie mayor a la ambientalmente compatible y autorizada.

	que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación.		

Tabla IV.15: Medidas preventivas para el indicador "Estructura del paisaje".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ESTRUCTURA DEL PAISAJE			
Creará un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	Ocupar únicamente la superficie establecida para el proyecto. No utilizar más área de la autorizada. Se solicitará una superficie para el cambio de uso de suelo equivalente a **122.812586 ha (46.53%)** del área total del predio. El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación, equivalente a 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación. El proyecto conservará la vegetación perimetral que corresponda a los polígonos autorizados, sin presumir una franja uniforme no sustentada por la cartografía. Se definirá un proyecto de recuperación ambiental, que incluirá al menos el tratamiento de las superficies alteradas y el proyecto de revegetación con el objetivo de evitar los procesos erosivos, favorecer la recuperación de la vegetación	PS - C - O Previo al inicio de la obra se delimitará, la zona de conservación.	Los predios se encuentran dentro de una zona con uso predominante para zona agrícola o ganadera, sin embargo, los cambios en la estructura del paisaje se adaptan a lo establecido para la zona.

	natural de especies y mitigar el impacto sobre el paisaje.		

Tabla IV.16: Medidas preventivas para el indicador "Microclima".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
MICROCLIMA			
Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Ocupar únicamente las áreas indicadas en el proyecto. Se revegetarán todas las áreas posibles del proyecto una vez que se haya realizado el desmonte y despalme para la central fotovoltaica.	PS - C Se afectará el microclima después del desmonte y despalme de la zona.	Las variaciones de microclima serán puntuales al área que ocupe la infraestructura.

Tabla IV.17: Medidas preventivas para el indicador "Calidad Sanitaria del Ambiente".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar contenedores con bolsas plásticas, rotulados y con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores y la proliferación de fauna feral y/o plagas, los contenedores deberán contar con tapa y bolsas plásticas.	PS - C Esta medida será tomada en cuenta en todo momento desde la etapa de Preparación del Sitio y durante la construcción.	Se evitará el deterioro de la calidad sanitaria del ambiente. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos

Tabla IV.18: Medidas preventivas para el indicador "Empleo y Mano de Obra".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
EMPLEO Y MANO DE OBRA			
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Se procurará que parte de los empleados provengan de las comunidades vecinas. Los trabajadores de la obra tendrán seguridad social y todas las prestaciones de ley. Se plantea realizar programas que beneficien a la comunidad,	PS - C Previo al inicio del proyecto se debe contratar el personal.	Generar un beneficio directo a la economía de la zona.

	como lo son entregar a carpinteros y artesanos de la zona la madera que se obtenga de realizar el cambio de uso del suelo, así como establecer apiarios en las áreas de conservación para que un grupo de mujeres de la comunidad pueda realizar labores apícolas.		

Tabla IV.19: Medidas preventivas para el indicador “Patrones de Vida”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
PATRONES DE VIDA			
Afectaciones mínimas sobre el medio y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores del complejo	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas para la construcción, mantenimientos y vigilancia del proyecto conllevan ganancias económicas puntuales. Los trabajadores de la obra tendrán seguridad social y todas las prestaciones de ley. Se plantea realizar programas que beneficien a la comunidad, como lo son entregar a carpinteros y artesanos de la zona la madera que se obtenga de realizar el cambio de uso del suelo, así como establecer apiarios en las áreas de conservación para que un grupo de mueres de la comunidad pueda realizar labores apícolas.	PS - C - O El proyecto dará empleos a gente de la zona y comunidades aledañas, con los respectivos beneficios en sus patrones de vida.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores de manera temporal en la etapa de construcción y de manera menos significativa pero continua durante la etapa de operación y mantenimiento.

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

IV.2.3. MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación se presentan en las siguientes tablas. Las acciones que por su finalidad corresponden específicamente a compensación o restauración se concentran posteriormente en apartados independientes, sin perjuicio de que algunas de ellas también se mencionen de manera transversal en las tablas preventivas y de mitigación.

Tabla IV.20: Medidas de mitigación para el indicador “Calidad del aire”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DEL AIRE			
La entrada y salida de los vehículos y	Se humedecerán las áreas de trabajo de las zonas denudadas y de todas	PS - C - O Esta actividad es de suma	Se controlará la dispersión de polvo durante la etapa de

maquinarias del personal generan la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera.	aquellas áreas que puedan suponer importantes generaciones de polvo, sobre todo en días ventosos. La frecuencia de riego se determinará en cada caso concreto de acuerdo con las circunstancias meteorológicas, con la época del año y con las características del terreno del área a regar. Colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	importancia en principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción.	preparación del sitio y construcción lo cual ayudará a mantener la calidad del aire en el área de trabajo.

Tabla IV.21: Medidas de mitigación para el indicador “Calidad del suelo”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD DE SUELO			
Posible afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	En la etapa de preparación del sitio y construcción no se llevarán a cabo reparaciones o mantenimientos de maquinaria o vehículos en sitios del proyecto. En caso de ser estrictamente indispensable, se utilizarán tapetes plásticos sobre el piso en el cual se va a trabajar para contener los posibles derrames accidentales. Si el derrame o fuga ya ocurrió como primera opción se procede a retirar la capa de suelo y almacenarla en contenedores plásticos con tapa, dicho material será puesto a disposición de una empresa certificada para el manejo del residuo. Como segunda opción se propone la biorremediación del sitio de igual manera a través de una empresa especializada en el ramo.	PS - C - O Se solicitará la bitácora de mantenimiento de los vehículos o maquinaria utilizada a medida que avanza el proyecto.	Se evitará lo máximo posible la contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.

Tabla IV.22: Medidas de mitigación para el indicador “Generación de Ruido”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
GENERACIÓN DE RUIDO			
La construcción generará	El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de	PS - C	Se controlará los niveles de ruido generados que

emisiones sonoras.	protección auditivo, nuevo y adecuado a todo el personal involucrado en el proyecto.	Se les brindará el equipo adecuado a los trabajadores en el sitio del proyecto.	pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado.

Tabla IV.23: Medidas de mitigación para el indicador “Vegetación Terrestre”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
VEGETACIÓN TERRESTRE			
Existirá remoción de la cubierta vegetal.	El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación, equivalente a 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación. El proyecto conservará la vegetación perimetral que corresponda a los polígonos autorizados, sin presumir una franja uniforme no sustentada por la cartografía. Se revegetarán todas las áreas del proyecto que sean posibles, con diferentes especies, de acuerdo al sitio en el que se estén sembrando, en los sitios donde se realizó las actividades de preparación del sitio y construcción con especies endémicas arbustivas y arbóreas. Las especies de flora se solicitarán a viveros autorizados. En caso de autorización de CUSTF, se dará cumplimiento a las medidas y condicionantes que determine la autoridad competente, incluyendo, cuando corresponda, medidas de restauración ambiental. Se realizará la recolección de	PS Las áreas deberán establecerse previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se respetará a la flora silvestre.

	frutos para la obtención de semillas de los elementos de flora presentes en el sitio del proyecto, estas semillas se pondrán a germinar en el vivero temporal que se establecerá, para resguardar tanto los elementos rescatados como los elementos germinados a partir de estas semillas. Con las plantas germinadas se reforestarán en las áreas donde se realizó las actividades de preparación del sitio y construcción, y se destinará un Área de Conservación, equivalente a 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación.		

Tabla IV.24: Medidas de mitigación para el indicador “Fauna Terrestre”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
FAUNA TERRESTRE			
Las actividades del proyecto ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	Se llevará a cabo un Programa de reubicación de las especies. Se realizarán monitoreos de los diversos grupos de fauna permanentes, con los cuales se monitorearán especies de relevancia para la Península de Yucatán.	PS El Programa de reubicación deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	Se minimiza la posibilidad de afectación a la fauna silvestre.

Tabla IV.25: Medidas de mitigación para el indicador “Especies en la NOM 059 SEMARNAT 2010”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
ESPECIES EN LA NOM 059			
Las actividades del proyecto	En caso de detectarse especies enlistadas en la NOM-059-	PS	Garantizar que la afectación del

ocasionarán que la fauna se refugie y emigre hacia áreas aledañas.	SEMARNAT-2010 durante las actividades de campo, se reportará a las autoridades competentes y también previo a los inicios de obra se ejecutará el programa de rescate y reubicación de flora y fauna.	El Programa de reubicación deberá llevar a cabo previo a los trabajos de desmonte en el sitio.	hábitat no ocurra en una superficie mayor a la programada.

Tabla IV.26: Medidas de mitigación para el indicador "Hábitat terrestre".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
HÁBITAT TERRESTRE			
Se creará una modificación del hábitat por la construcción del proyecto	No utilizar más área de la autorizada. El proyecto plantea la implementación de un Área de Conservación, equivalente a 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación. El proyecto conservará la vegetación perimetral que corresponda a los polígonos autorizados, sin presumir una franja uniforme no sustentada por la cartografía.	PS Se delimitará el área de conservación previo al inicio de los trabajos en el sitio, para evitar su afectación.	La modificación del hábitat se realizará de una manera controlada.

Tabla IV.27: Medidas de mitigación para el indicador "Calidad Sanitaria del Ambiente".

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
CALIDAD SANITARIA DEL AMBIENTE			
Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de	Los residuos no pasarán más de una semana en su sitio de acopio temporal, se debe agilizar su recolección y traslado final, la acumulación temporal de estos residuos debe hacerse en sitios estratégicos donde no intervengan con las demás actividades del proyecto.	PS - C – O Estas medidas se implementarán llevar a cabo durante todas las etapas del proyecto.	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitará la proliferación de

comida, embalajes).	Los desechos generados deberán ser trasladados al sitio de disposición final que sea indicado por las autoridades.		insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se propone un Programa de Manejo de Residuos Sólidos como medida de mitigación (se anexa documento) Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos en su caso.

Tabla IV.28: Medidas de mitigación para el indicador “Infraestructura y Servicios”.

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

Tabla IV.29: Medidas de mitigación para el indicador “Calidad de vida”.

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO
	CALIDAD DE VIDA		
Se generarán ganancias económicas por los empleos temporales.	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo, se considera procurar que los prestadores de servicios	PS - C - O: Las contrataciones de servicios deberán	La entrada económica del proyecto generara empleos temporales que beneficiarán a la gente de la

	provengan de las comunidades circunvecinas.	provenir de las comunidades aledañas.	localidad y comunidades circunvecinas.

Tabla IV.30: Medidas de mitigación para el indicador “Cambio climático y efecto invernadero”.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO		
IMPACTOS	**DESCRIPCIÓN**	**ESTRATEGIAS Y ACCIONES**
1	Cambio climático	Como medida de prevención al cambio climático y efecto invernadero, durante su etapa de preparación del sitio, el proyecto se instalará en una superficie de **122.812586 ha**, equivalente al 46.53% del área total del predio. En esta etapa se delimitará y no se tocará ni afectará el área de conservación de 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación, se destinará 93.770165 ha equivalente a 35.53%, como área de aprovechamiento a futuro y contribuirá de manera complementaria a la captura de carbono y mantenimiento del microclima.
2	Contaminación del aire	La contaminación al aire será moderada por efecto del uso de las maquinarias de las retroexcavadoras, ya que se realizará mantenimientos semanales de la maquinaria y se llevará registro de los mantenimientos en una bitácora de seguimiento ambientales. Se contratará con un camión pipa de agua para el riego en la zona de preparación del sitio para evitar polvos al aire.
3	Contaminación del suelo	La contaminación al suelo en esta etapa se mitigará llevando a cabo el registro y seguimiento de los mantenimientos semanales de la maquinaria en una

		bitácora. Los mantenimientos se efectuarán fuera del área del proyecto para evitar derrames por hidrocarburos. Dentro del predio se colocarán botes plásticos para la separación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generado por los empleados.
4	Contaminación del agua	El riesgo de contaminación del agua en esta etapa se reducirá mediante sanitarios portátiles, retiro por prestador autorizado, control documental y respuesta inmediata a fugas; estas medidas no eliminan por sí solas el riesgo en el medio kárstico. Debido a que el proyecto se trata de un fotovoltaico no se realizaran descargas de aguas residuales.
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN		
IMPACTOS	**DESCRIPCIÓN**	**ESTRATEGIAS Y ACCIONES**
1	Cambio climático	Como medida de prevención al cambio climático y efecto invernadero, durante su etapa de preparación del sitio, el proyecto se instalará en una superficie de 122.812586 ha equivalente al 46.53% del área total del predio. En esta etapa se delimitará y no se tocará ni afectará el área de conservación de 47.334765 ha dentro del predio equivalente a (17.94%), la cual se integra por 3 áreas: área de conservación 1 de 41.365987 ha que representa el (15.67%), área de conservación 2 de 5.441879 ha que representa el (2.06%) y área de conservación 3 de 0.526899 ha que representa el (0.20%); dentro de estas 3 áreas se encontraron vestigios arqueológicos por lo cual importancia de preservación y conservación, se destinara 93.770165 ha equivalente a 35.53%, como área de aprovechamiento a futuro y contribuirá de manera complementaria a la captura de carbono y mantenimiento del microclima. Ya que no pasará la maquinaria en esa área y contribuirá de manera complementaria a la captura de carbono y mantenimiento del microclima y biodiversidad del ecosistema.
2	Contaminación del aire	La contaminación al aire será moderada por efecto del uso de las maquinarias de las retroexcavadoras, ya que se realizará mantenimientos semanales de las maquinarias y se llevará registro de los mantenimientos en una bitácora de seguimiento ambientales. Se contratará pipas de agua para el riego en la zona de preparación del sitio para evitar polvos al aire. Todos los camiones de volteo contarán con lonas que cubran el material de construcción o tierras/movimientos de material.
3	Contaminación del suelo	La contaminación al suelo en esta etapa se mitigará llevando a cabo el registro y seguimiento de los mantenimientos semanales de la maquinaria en una bitácora. Los mantenimientos se efectuarán fuera del área del proyecto para evitar derrames por hidrocarburos. Dentro del predio se colocarán botes plásticos para la separación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generado por los empleados.

4	Contaminación del agua	La contaminación al agua en esta etapa se mitigará con el uso de sanitarios portátiles para los empleados, evitando de esta manera la contaminación al manto freático por las aguas residuales. No se utilizarán pozos de extracción.

IV.2.4. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN.

Las medidas de compensación tienen como objetivo contrarrestar los impactos ambientales que, aun después de aplicar las medidas de prevención y mitigación, impliquen pérdida, modificación o disminución de componentes ambientales, particularmente sobre la vegetación, el suelo, el hábitat y el paisaje. Para el proyecto se retoman y organizan las acciones compensatorias previstas en el capítulo, incluyendo la conservación de superficies con vegetación, la reforestación condicionada por la autorización de cambio de uso de suelo, el rescate y propagación de flora y la conservación de hábitat para fauna silvestre.

Tabla IV.31: Medidas de compensación ambiental del proyecto.

IMPACTO / COMPONENTE	MEDIDA DE COMPENSACIÓN	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO / RESULTADO ESPERADO
Vegetación terrestre y hábitat: pérdida de cobertura vegetal por desmonte, despalme y ocupación del proyecto.	Mantener, delimitar y proteger el Área de Conservación reportada en el capítulo (47.334765 ha), evitando desmontes, tránsito de maquinaria, almacenamiento de materiales y cualquier actividad no compatible con su conservación.	PS - C - O. Delimitación previa al desmonte y mantenimiento durante construcción y operación.	Compensar parcialmente la pérdida de cobertura vegetal y conservar superficies funcionales como refugio, alimentación y desplazamiento de fauna silvestre.
Vegetación y paisaje: modificación de la cobertura y de la calidad visual del sitio.	Conservar la franja perimetral de 30 m de ancho con vegetación de la región prevista por el proyecto.	PS - C - O.	Mantener elementos de vegetación natural, disminuir el contraste visual de la central fotovoltaica y contribuir a la continuidad de funciones ecológicas en el predio.
Pérdida de vegetación y servicios	Implementar las acciones de reforestación compensatoria que resulten aplicables conforme a la	PS - C y durante el periodo de cumplimiento de	Compensar la pérdida de cobertura vegetal y favorecer la

ambientales asociada al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	autorización de CUSTF y a las condicionantes que establezca la autoridad competente. Se priorizarán especies nativas de la región y, cuando sea técnicamente procedente, especies melíferas.	las condicionantes del CUSTF.	recuperación de funciones ecológicas y servicios ambientales en el sitio que determine la autoridad.
Flora silvestre: pérdida potencial de ejemplares por la remoción de la cobertura vegetal.	Ejecutar el programa de rescate y reubicación de flora. Los ejemplares rescatados se reubicarán preferentemente en las áreas de conservación, áreas verdes y zonas de reforestación o restauración previstas por el proyecto.	Previo a PS y durante PS - C; mantenimiento posterior en los sitios receptores.	Reducir la pérdida de individuos de flora y aprovechar ejemplares locales para reforzar la recuperación vegetal.
Flora y germoplasma: pérdida de material de propagación local.	Recolectar frutos y semillas de ejemplares presentes en el sitio y establecer el vivero temporal previsto para su germinación, propagación y resguardo.	Previo a PS y durante PS - C.	Conservar material vegetal local y producir ejemplares para actividades de reforestación, revegetación y enriquecimiento de las áreas de conservación.
Hábitat terrestre: reducción de sitios de refugio, alimentación y tránsito de fauna.	Mantener y enriquecer las áreas de conservación como zonas de refugio y alimentación, evitando actividades incompatibles con su función ambiental.	PS - C - O.	Conservar espacios funcionales dentro del predio y disminuir los efectos de la modificación del hábitat.
Fauna silvestre: desplazamiento y riesgo de afectación durante las actividades de desmonte.	Implementar los programas de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna antes y durante el avance de los frentes de obra, complementados con monitoreo de los grupos faunísticos previstos en el capítulo.	Previo a PS y durante PS - C; monitoreo durante C - O conforme al programa.	Disminuir mortalidad, lesiones y afectaciones directas, favoreciendo el traslado de ejemplares hacia sitios seguros.
Especies protegidas: posible afectación a ejemplares de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Aplicar acciones específicas de rescate, ahuyentamiento, reubicación y protección para los ejemplares detectados durante los trabajos y reportar los hallazgos a la autoridad cuando corresponda.	Previo a PS y durante PS - C.	Reducir afectaciones sobre especies bajo alguna categoría de riesgo y asegurar su manejo conforme a los programas ambientales del proyecto.
Servicios ecosistémicos y microclima: disminución local de funciones asociadas a la cobertura vegetal.	Mantener las superficies de conservación y promover su enriquecimiento y revegetación con especies nativas compatibles con la vegetación del sitio, utilizando material rescatado, propagado en vivero temporal o proveniente de viveros autorizados cuando sea necesario.	C - O.	Favorecer la cobertura vegetal, el refugio de fauna, la infiltración, la regulación microclimática y la captura de carbono.

IV.2.5. MEDIDAS DE RESTAURACIÓN.

Las medidas de restauración se enfocan en recuperar las superficies y componentes ambientales alterados que no sean necesarios para la operación permanente de la central fotovoltaica, así como en atender afectaciones puntuales que requieran rehabilitación. Estas acciones se ejecutarán conforme avance el cierre de frentes de obra y continuarán durante la etapa de operación cuando se requiera mantenimiento o recuperación adicional.

Tabla IV.32: Medidas de restauración ambiental del proyecto.

IMPACTO / COMPONENTE	MEDIDA DE RESTAURACIÓN	ETAPA DEL PROYECTO	EFECTO / RESULTADO ESPERADO
Suelo: compactación en áreas de ocupación temporal.	Descompactar las superficies utilizadas temporalmente una vez concluidas las actividades constructivas y retirar los elementos que impidan su recuperación.	Al cierre de los frentes de C y previo a su liberación.	Recuperar porosidad, infiltración y condiciones físicas del suelo, reduciendo el riesgo de erosión.
Suelo vegetal: alteración y pérdida de la capa superficial durante despalme y nivelación.	Conservar en el predio el suelo removido y reincorporar o extender la tierra vegetal disponible en las superficies susceptibles de restauración.	PS - C, con restitución al cierre de los frentes de obra.	Restablecer un sustrato adecuado para la revegetación y favorecer la recuperación edáfica.
Acopios, instalaciones auxiliares y superficies temporales: ocupación y alteración física del terreno.	Retirar materiales, residuos, estructuras temporales y demás elementos utilizados durante la obra; posteriormente realizar limpieza, descompactación, restitución del suelo y acondicionamiento del terreno.	Final de C o al concluir el uso temporal de cada superficie.	Restituir las condiciones ambientales de las superficies que no sean necesarias para la operación.
Vialidades temporales: compactación y fragmentación local del terreno.	Deshabilitar y restaurar las vialidades temporales que no sean requeridas para la operación y mantenimiento, mediante retiro de materiales, descompactación y restitución del suelo vegetal cuando corresponda.	Final de C.	Reducir superficies compactadas y favorecer la recuperación de la continuidad del terreno.
Vegetación: pérdida de cobertura en superficies susceptibles de recuperación.	Revegetar las superficies restauradas que técnicamente lo permitan, utilizando preferentemente especies nativas/endémicas arbustivas y arbóreas y material vegetal derivado del rescate o propagación en vivero temporal.	Cierre progresivo de frentes durante C y mantenimiento en O.	Recuperar cobertura vegetal, favorecer la sucesión ecológica y mejorar las condiciones del hábitat.
Vegetación: áreas desmontadas que no serán ocupadas de	Reforestar aquellas superficies afectadas durante la construcción que puedan ser recuperadas, preferentemente con especies	C - O.	Recuperar parcialmente la estructura vegetal y disminuir procesos erosivos.

forma permanente.	nativas y, cuando proceda, especies melíferas.		
Suelo contaminado accidentalmente por combustibles, aceites o lubricantes.	En caso de derrame, retirar la capa de suelo afectada y almacenarla en recipientes adecuados para su entrega a una empresa autorizada; cuando sea técnicamente procedente, aplicar biorremediación mediante una empresa especializada.	PS - C - O, inmediatamente después de la contingencia.	Recuperar la calidad del suelo y disminuir el riesgo de migración de contaminantes hacia el subsuelo y el acuífero.
Paisaje: superficies alteradas y pérdida de integración visual.	Aplicar el proyecto de recuperación ambiental previsto, incluyendo tratamiento de superficies alteradas, restitución del suelo y revegetación para favorecer su integración con las condiciones del entorno.	C y O, conforme al cierre y mantenimiento de las áreas.	Reducir el contraste visual y recuperar elementos naturales del paisaje.
Áreas de conservación y zonas revegetadas: riesgo de pérdida de funcionalidad por falta de mantenimiento.	Dar mantenimiento y seguimiento a las áreas de conservación, vegetación endémica y superficies revegetadas durante la operación, incluyendo reposición de ejemplares cuando resulte necesario conforme a los programas ambientales.	O.	Mantener la cobertura y funcionalidad ecológica de las superficies conservadas y restauradas.
CUSTF: obligaciones específicas de restauración derivadas de la autorización correspondiente.	Dar cumplimiento a las medidas, programas y condicionantes de restauración ambiental que determine la autoridad competente en la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	PS - C - O, conforme a los plazos de la autorización.	Asegurar el cumplimiento de las obligaciones de restauración y seguimiento ambiental aplicables al proyecto.

Criterios de Seguimiento de la Restauración.

Para verificar la efectividad de las medidas de restauración, el seguimiento deberá considerar, cuando corresponda: recuperación de la cobertura vegetal; supervivencia de ejemplares plantados o reubicados; ausencia de procesos erosivos relevantes; recuperación de las condiciones físicas de las superficies descompactadas; ausencia de residuos y contaminantes; mantenimiento de las áreas de conservación y superficies revegetadas; y evidencia fotográfica y documental de las actividades ejecutadas.

IV.2.6. IMPACTOS RESIDUALES.

No se espera que se generen impactos residuales considerados como graves en el área del proyecto, ya que en todo momento en las etapas del proyecto se considera salvaguardar la integridad del ambiente.

Además de los efectos temporales asociados con residuos, polvo, ruido y tránsito durante aproximadamente 16 meses de construcción, se reconocen impactos residuales por la ocupación y modificación de hábitat, compactación y transformación del suelo, efecto de borde, fragmentación y cambio del paisaje durante la operación. Las medidas propuestas reducen su magnitud, pero no equivalen a su eliminación total; su aceptabilidad depende del cumplimiento, vigilancia y restauración.

IV.2.7. IMPACTOS ARTÍSTICOS Y CULTURALES

El predio contará con la liberación por parte del INAH, autorización previa a los inicios de obra de la central fotovoltaica, por lo que no deberá ocasionar afectaciones a estructuras culturales de relevancia. En caso de identificarse una estructura de relevancia, se replanteará el trazo y se solicitarán las modificaciones pertinentes a la MIA sometida a evaluación ante la secretaria.

El proyecto igualmente se someterá a evaluación en Materia de Impacto Ambiental (MIA-R) y en materia de cambio de uso de suelo a través del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) y, en su caso, dará cumplimiento en tiempo y forma a las obligaciones, medidas y condicionantes que determine la autoridad competente en la autorización en materia de impacto ambiental, incluyendo, cuando corresponda, medidas de restauración ambiental.

En caso de que se requiera realizar una consulta indígena, esta se realizará en apego a la normatividad correspondiente.

IV.3. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

IV.3.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Con base en la caracterización ambiental del área de estudio, la identificación y evaluación de impactos ambientales realizada en los capítulos precedentes, así como en la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración propuestas, se presenta a continuación el pronóstico del escenario ambiental futuro asociado a la ejecución y operación del proyecto fotovoltaico.

El escenario proyectado considera la dinámica ambiental resultante de los impactos residuales, incluyendo aquellos de carácter no mitigable, así como los mecanismos naturales de autorregulación ecológica y los procesos de estabilización de los ecosistemas presentes en la región norte de la Península de Yucatán.

IV.3.1.1 Escenario sin proyecto (tendencial)

En ausencia del proyecto, el sitio mantendría la dinámica actual del ecosistema, caracterizada por vegetación secundaria derivada de actividades agropecuarias previas, fragmentación del hábitat y procesos de regeneración natural de baja a media intensidad. La presión antrópica continuaría asociada a actividades productivas extensivas, sin una estrategia formal de manejo, restauración o conservación ambiental.

IV.3.1.2 Escenario con proyecto y aplicación de medidas ambientales

La implementación del proyecto fotovoltaico, acompañada de las medidas ambientales propuestas, dará lugar a un escenario ambiental **controlado y estable**, en el cual los impactos relevantes se mantendrán dentro de límites aceptables y compatibles con la normatividad ambiental vigente.

Medio físico

3. **Suelo:**

   Durante la etapa de preparación del sitio se presentarán impactos temporales asociados al desmonte selectivo y a la compactación del suelo. Sin embargo, con la aplicación de medidas como la delimitación de áreas de trabajo, conservación de suelo fértil, control de escurrimientos y restauración de superficies no ocupadas permanentemente, se prevé una **estabilización progresiva del suelo** y la reducción de procesos erosivos.

   Los efectos sobre el suelo serán locales, pero algunos persistirán durante la operación; su reversibilidad dependerá de la descompactación, restauración y seguimiento verificable al cierre.

4. **Hidrología superficial y subterránea:**

   Considerando las características kársticas de la región y la ausencia de cuerpos de agua superficiales permanentes en el sitio, el proyecto no modificará de manera significativa los patrones hidrológicos regionales.

   La incorporación de obras de drenaje pluvial y superficies permeables permitirá la infiltración natural del agua de lluvia, favoreciendo los mecanismos de autorregulación del acuífero. Los impactos residuales sobre este componente se consideran **no significativos**.

5. **Calidad del aire y ruido:**

   Los incrementos temporales de partículas suspendidas y niveles de ruido durante la etapa de construcción serán mitigados mediante riego de caminos, mantenimiento de maquinaria y restricción de horarios de trabajo. En la etapa de operación, la generación de energía limpia no producirá emisiones

atmosféricas ni ruido significativo, resultando en un **impacto ambiental positivo a largo plazo**.

Medio biótico

1. **Vegetación:**
   La remoción de vegetación se limitará estrictamente al área de desplante del proyecto, priorizando el rescate y reubicación de especies nativas cuando sea técnicamente viable. Las áreas interpaneles y zonas de amortiguamiento permitirán el establecimiento de vegetación secundaria y herbácea, favoreciendo la **recuperación parcial de la cobertura vegetal**.

   A mediano plazo, se espera una **estabilización del ecosistema modificado**, con predominio de especies adaptadas a condiciones de disturbio.

2. **Fauna: La preparación, construcción y operación pueden provocar desplazamiento, pérdida o modificación de hábitat, efecto de borde, fragmentación y riesgo de mortalidad. El rescate previo, el desmonte gradual, los límites de velocidad, la prohibición de caza y el mantenimiento de áreas de conservación reducirán dichos efectos, pero no los eliminan; el Programa de Vigilancia Ambiental deberá verificar su magnitud residual y activar medidas correctivas.**

Medio socioeconómico

El proyecto generará impactos positivos asociados a la creación de empleo temporal y permanente, así como a la diversificación de la matriz energética regional mediante el aprovechamiento de una fuente renovable. A largo plazo, el proyecto contribuirá a la **reducción de emisiones de gases de efecto invernadero**, fortaleciendo la sustentabilidad ambiental a escala regional y nacional.

IV.3.1.3 Dinámica ambiental residual y estabilización del sistema

Los impactos residuales asociados con cambio de uso, ocupación y compactación del suelo, modificación del hábitat, efecto de borde, fragmentación y paisaje persistirán durante la operación. Las acciones de conservación, restauración y seguimiento pueden reducirlos o compensarlos parcialmente; la ausencia de emisiones de proceso no equivale a su eliminación.

Los ecosistemas presentes activarán **mecanismos naturales de autorregulación**, tales como la regeneración vegetal secundaria, recolonización faunística y estabilización del suelo, permitiendo alcanzar un **nuevo equilibrio ecológico funcional**, compatible con el uso del suelo propuesto.

IV.3.1.4 Pronóstico final

Al término de la vida útil del proyecto se ejecutará el cierre y desmantelamiento de la central fotovoltaica, incluyendo retiro de módulos, inversores, seguidores, cableado, estaciones y equipos auxiliares; segregación y envío de residuos valorizables o de manejo especial con gestores autorizados; descompactación puntual de superficies intervenidas; restitución de suelo superficial cuando aplique; revegetación con especies nativas; y monitoreo post-cierre para verificar la recuperación del sitio.

En el horizonte temporal del proyecto, el escenario ambiental resultante se considera **ambientalmente viable**, con impactos controlados, mitigados y compensados, sin comprometer la integridad ecológica regional ni la disponibilidad de recursos naturales. El proyecto fotovoltaico se consolida como una alternativa sustentable frente a escenarios energéticos convencionales, aportando beneficios ambientales netos a largo plazo.

NOTA DE DELIMITACIÓN DEL TRAZO PROPUESTO

Interconexión de 115 kV mediante derivación directa · ALBATROS 2 OPICHÉN

Control	Dato
Proyecto	ALBATROS 2 OPICHÉN – 60 MW AC
Fecha de control	31 de agosto de 2026
Estado	Trazo propuesto definido y verificado en UGA076

1. Archivo rector

Campo	Dato
Archivo	02_TRAZO_PROPUESTO_INTERCONEXION_ALBATROS_2_OPICHEN_3723 M.kml
Sistema fuente	Coordenadas geográficas WGS84 (EPSG:4326)
Elementos de línea	P0, V1 y P2; derivación directa a la LT Maxcanú–Ticul II
Longitud calculada	3,723.01 m en UTM zona 16N
SHA-256	9ab5da3ed9b9f89a800e25981a16698cedbc9cff73c04bea6172949bfaa42 305

2. Coordenadas de control

Punto	Longitud	Latitud	UTM E*	UTM N*
P0 · SE central	-89.8522916667	20.5682833333	202,628	2,276,972
V1 · control	-89.8628490918	20.5682833333	201,526	2,276,991
P2 · derivación	-89.8623392110	20.5446265045	201,533	2,274,369

**Coordenadas geográficas WGS84 (EPSG:4326). Los valores UTM corresponden a la zona 16 norte (EPSG:32616) y se redondean al metro.*



Sistema de referencia: WGS84 / UTM zona 16N · Representación de control; las coordenadas del KML rigen el eje.

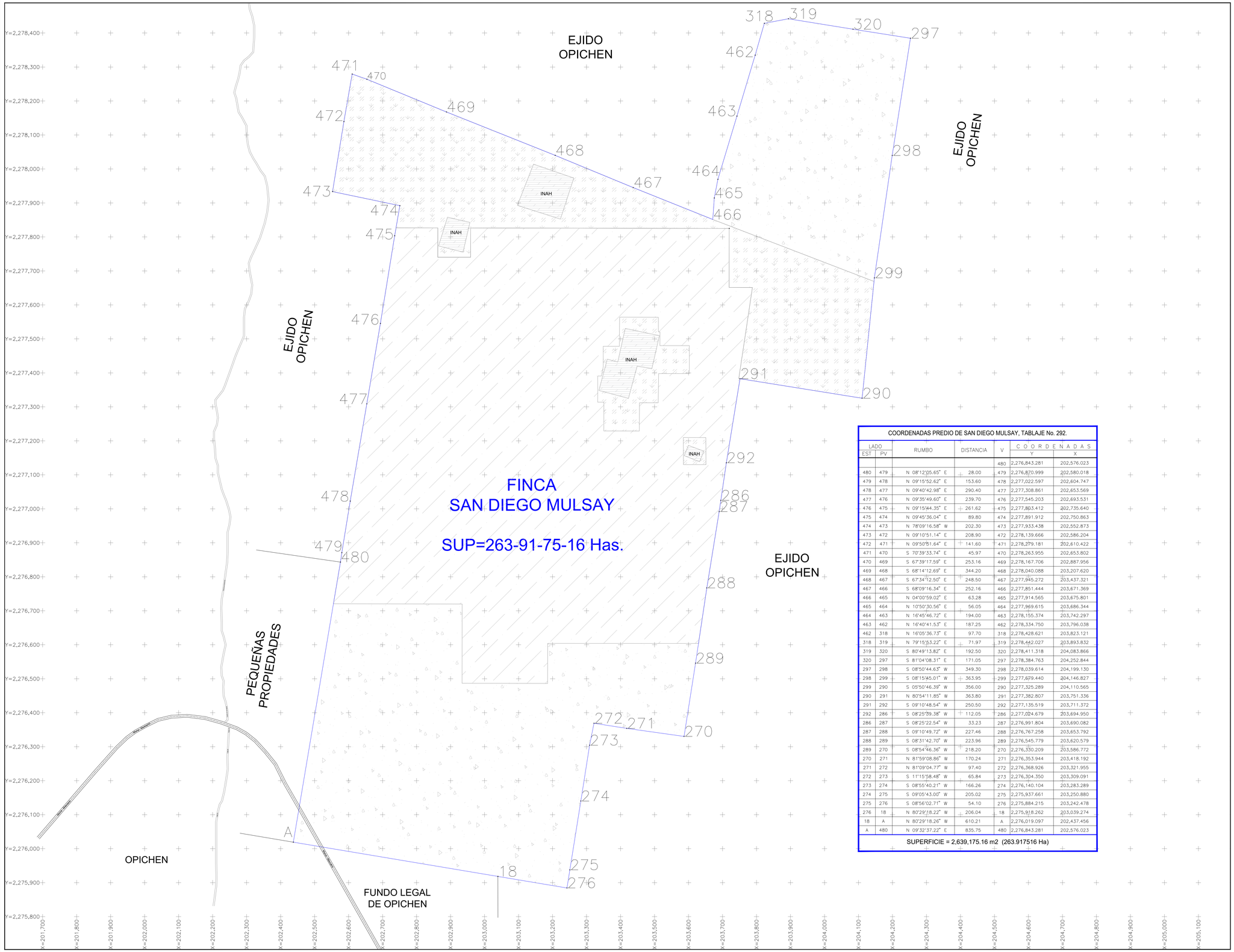
3. Control territorial POETY

La intersección del eje con la cartografía oficial POETY 2023 confirma que sus 3,723.01 m se ubican dentro de la UGA076-APROV-ABA. En dicha UGA, el uso 11 Infraestructura es condicionado, no incompatible; por ello se aplican los criterios generales y de infraestructura desarrollados en el capítulo de vinculación.

4. Alcance ambiental y delimitación de la obra

El eje definido en el KML, integrado por P0, V1 y P2, constituye el Trazo Propuesto para Evaluación de esta MIA-R. La autorización solicitada se limita a esa configuración. Las torres, cimentaciones, accesos, áreas de tendido, maniobra y derecho de vía deberán mantenerse vinculados al eje y dentro de los impactos, medidas y restricciones analizados.

La evaluación ambiental no acredita propiedad, posesión, servidumbre, autorización de acceso ni autorización eléctrica sobre predios o instalaciones de terceros; dichos derechos deberán obtenerse antes de ejecutar cualquier obra.

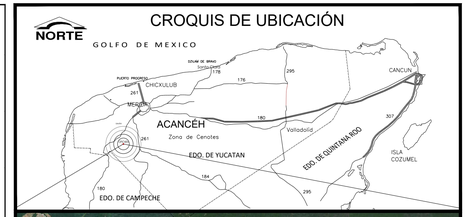


COORDENADAS PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292.

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				480	2,276,843.281	202,576.023
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	2,276,870.999	202,580.018
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	2,277,022.597	202,604.747
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	2,277,308.861	202,653.569
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	2,277,545.203	202,693.531
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	2,277,803.412	202,735.640
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	2,277,891.912	202,750.863
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	2,277,933.438	202,552.873
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	2,278,139.666	202,586.204
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	2,278,279.181	202,610.422
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	2,278,263.955	202,653.802
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	2,278,167.706	202,887.956
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	2,278,040.088	203,207.620
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	2,277,945.272	203,437.321
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	2,277,851.444	203,671.369
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	2,277,914.565	203,675.801
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	2,277,969.615	203,686.344
464	463	N 16°45'46.72" E	194.00	463	2,278,155.374	203,742.297
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	2,278,334.750	203,796.038
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	2,278,428.621	203,823.121
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	2,278,442.027	203,893.832
319	320	S 80°49'13.82" E	192.50	320	2,278,411.318	204,083.866
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	2,278,384.763	204,252.844
297	298	S 08°50'44.63" W	349.30	298	2,278,039.614	204,199.130
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	2,277,679.440	204,146.827
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	2,277,325.289	204,110.565
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	2,277,382.807	203,751.336
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	2,277,135.519	203,711.372
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	2,277,024.679	203,694.950
286	287	S 08°25'22.54" W	33.23	287	2,276,991.804	203,690.082
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	2,276,767.258	203,653.792
288	289	S 08°31'42.70" W	223.96	289	2,276,545.779	203,620.579
289	270	S 08°54'46.36" W	218.20	270	2,276,330.209	203,586.772
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	2,276,353.944	203,418.192
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	2,276,368.926	203,321.955
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	2,276,304.350	203,309.091
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	2,276,140.104	203,283.289
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	2,275,937.661	203,250.880
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	2,275,884.215	203,242.478
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	2,275,918.262	203,039.274
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	2,276,019.097	202,437.456
A	480	N 09°32'37.22" E	835.75	480	2,276,843.281	202,576.023

SUPERFICIE = 2,639,175.16 m2 (263.917516 Ha)

CROQUIS DE UBICACIÓN





SIMBOLOGÍA

290

POLIGONAL GENERAL DEL PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292. OPICHEN, YUCATÁN

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

ÁREA DE CONSERVACIÓN

ÁREA DE RESERVA DEL INAH

ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO

TABLAS DE ÁREAS GENERALES

DESCRIPCIÓN	m²	Ha	%
Área total del lote o terreno	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**
Area de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.8125858	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.33476499	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*
Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**

NOTAS TECNICAS

El contenido y/o información en este plano corresponde unica y exclusivamente para el proyecto por el cual se editó y no podrá ser reproducido total o parcialmente por medios mecánicos, electrónicos, fotográficos y/o cualquier otro medio sin la previa autorización del cliente. El levantamiento fue realizado con equipo GPS marca LEICA modelo GS14 y GS15en modo diferencial; la proyección esta dada en coordenadas UTM zona 16 norte. El norte considerado es el astronómico. La imagen de localización del proyecto es únicamente ilustrativa y no se encuentra georeferenciada la cual fue tomada del Google Earth Pro.

PROYECTO:

FOTOVOLTAICO ALBATROS 2

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

LEVANTO: [redacted]

APROBACIÓN: [redacted]

NOMBRE DEL PLANO:

TOPOGRÁFICO Y ÁREAS

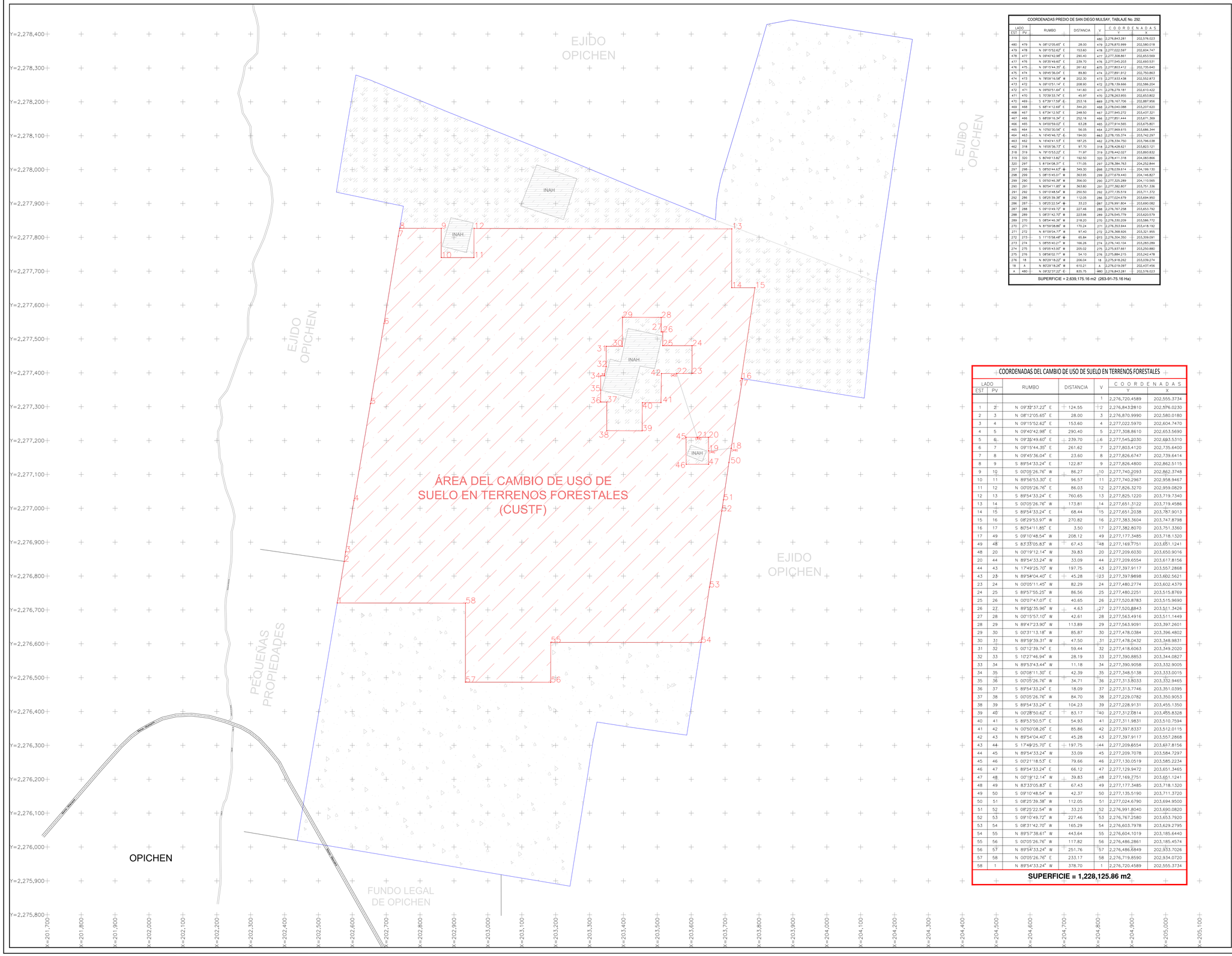
Finca San Diego Mulsay Tablaje No. 292, Opichen, Yucatán

CLAVE DE PLANO: TOPO

FECHA DE ELABORACIÓN: Mayo, 2026

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRÁFICA 1:5000



COORDENADAS PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292.

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				480	2,276,843.281	202,576.023
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	2,276,870.999	202,580.018
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	2,277,022.597	202,604.747
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	2,277,308.861	202,653.569
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	2,277,545.203	202,693.531
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	2,277,803.412	202,735.640
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	2,277,891.912	202,750.863
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	2,277,933.438	202,552.873
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	2,278,139.666	202,586.204
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	2,278,279.181	202,610.422
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	2,278,263.955	202,653.802
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	2,278,167.706	202,887.956
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	2,278,040.088	203,207.620
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	2,277,945.272	203,437.321
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	2,277,851.444	203,671.369
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	2,277,914.565	203,675.801
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	2,277,969.615	203,686.344
464	463	N 16°45'46.72" E	194.00	463	2,278,155.374	203,742.297
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	2,278,334.750	203,796.038
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	2,278,428.621	203,823.121
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	2,278,442.027	203,893.832
319	320	S 80°49'13.80" E	192.50	320	2,278,411.318	204,083.866
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	2,278,384.763	204,252.844
297	298	S 08°02'44.57" W	349.30	298	2,278,039.614	204,199.130
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	2,277,679.440	204,146.827
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	2,277,325.289	204,110.565
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	2,277,382.807	203,751.336
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	2,277,135.519	203,711.372
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	2,277,024.679	203,694.950
286	287	S 08°25'22.54" W	33.23	287	2,276,991.804	203,690.082
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	2,276,767.258	203,653.792
288	289	S 08°31'42.70" W	223.96	289	2,276,545.779	203,620.579
289	270	S 08°54'46.36" W	218.20	270	2,276,330.209	203,586.772
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	2,276,353.944	203,418.192
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	2,276,368.926	203,321.955
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	2,276,304.350	203,309.091
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	2,276,140.104	203,283.399
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	2,275,937.661	203,250.880
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	2,275,884.215	203,242.478
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	2,275,918.262	203,039.274
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	2,276,019.097	202,437.456
A	480	N 09°32'37.22" E	835.75	480	2,276,843.281	202,576.023

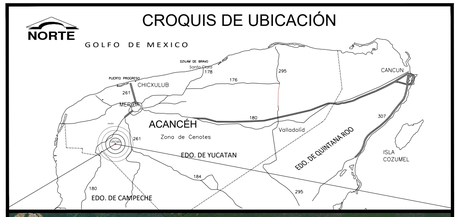
SUPERFICIE = 2,639,175.16 m2 (263-91-75.16 Ha)

COORDENADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,276,720.4589	202,555.3734
1	2	N 09°32'37.22" E	124.55	2	2,276,843.2810	202,576.0230
2	3	N 08°12'05.65" E	28.00	3	2,276,870.9990	202,580.0180
3	4	N 09°15'52.62" E	153.60	4	2,277,022.5970	202,604.7470
4	5	N 09°40'42.98" E	290.40	5	2,277,308.8610	202,653.5690
5	6	N 09°35'49.60" E	239.70	6	2,277,545.2030	202,693.5310
6	7	N 09°15'44.35" E	261.62	7	2,277,803.4120	202,735.6400
7	8	N 09°45'36.04" E	23.60	8	2,277,826.6747	202,739.6414
8	9	S 89°54'33.24" E	122.87	9	2,277,826.4800	202,862.5115
9	10	S 00°05'26.76" W	86.27	10	2,277,740.2093	202,862.3748
10	11	N 89°56'53.30" E	96.57	11	2,277,740.2967	202,958.9467
11	12	N 00°05'26.76" E	86.03	12	2,277,826.3270	202,959.0829
12	13	S 89°54'33.24" E	760.65	13	2,277,825.1220	203,719.7340
13	14	S 00°05'26.76" W	173.81	14	2,277,651.3122	203,719.4586
14	15	S 89°54'33.24" E	68.44	15	2,277,651.2038	203,787.9013
15	16	S 08°29'53.97" W	270.82	16	2,277,383.3604	203,747.8798
16	17	S 87°54'11.85" E	3.50	17	2,277,382.8070	203,751.3360
17	49	S 09°10'48.54" W	208.12	49	2,277,177.3485	203,718.1320
49	48	S 83°33'05.83" W	67.43	48	2,277,169.7751	203,651.1241
48	20	N 00°19'12.14" W	39.83	20	2,277,209.6030	203,650.9016
20	44	N 89°54'33.24" W	33.09	44	2,277,209.6554	203,617.8156
44	43	N 17°49'25.70" W	197.75	43	2,277,397.9117	203,557.2868
43	23	N 89°54'04.40" E	45.28	23	2,277,397.9898	203,602.5621
23	24	N 00°05'11.45" W	82.29	24	2,277,480.2774	203,602.4379
24	25	S 89°57'55.25" W	86.56	25	2,277,480.2251	203,515.8769
25	26	N 00°07'47.07" E	40.65	26	2,277,520.8783	203,515.9690
26	27	N 89°55'35.96" W	4.63	27	2,277,520.8843	203,511.3426
27	28	N 00°15'57.10" W	42.61	28	2,277,563.4916	203,511.1449
28	29	N 89°47'23.90" W	113.89	29	2,277,563.9091	203,397.2601
29	30	S 00°31'13.18" W	85.87	30	2,277,478.0384	203,396.4802
30	31	N 89°59'39.31" W	47.50	31	2,277,478.0432	203,348.9831
31	32	S 00°12'39.74" E	59.44	32	2,277,418.6063	203,349.2020
32	33	S 10°27'46.94" W	28.19	33	2,277,390.8853	203,344.0827
33	34	N 89°53'43.44" W	11.18	34	2,277,390.9058	203,332.9005
34	35	S 00°08'11.30" E	42.39	35	2,277,348.5138	203,333.0015
35	36	S 00°05'26.76" W	34.71	36	2,277,313.8033	203,332.9465
36	37	S 89°54'33.24" E	18.09	37	2,277,313.7746	203,351.0395
37	38	S 00°05'26.76" W	84.70	38	2,277,229.0782	203,350.9053
38	39	S 89°54'33.24" E	104.23	39	2,277,228.9131	203,455.1350
39	40	N 00°28'50.62" E	83.17	40	2,277,312.0814	203,455.8328
40	41	S 89°53'50.57" E	54.93	41	2,277,311.9831	203,510.7594
41	42	N 00°50'08.26" E	85.86	42	2,277,397.8337	203,512.0115
42	43	N 89°54'04.40" E	45.28	43	2,277,397.9117	203,557.2868
43	44	S 17°49'25.70" E	197.75	44	2,277,209.6554	203,617.8156
44	45	N 89°54'33.24" W	33.09	45	2,277,209.7078	203,584.7297
45	46	S 00°21'18.53" E	79.66	46	2,277,130.0519	203,585.2234
46	47	S 89°54'33.24" E	66.12	47	2,277,129.9472	203,651.3465
47	48	N 00°19'12.14" W	39.83	48	2,277,169.7751	203,651.1241
48	49	N 83°33'05.83" E	67.43	49	2,277,177.3485	203,718.1320
49	50	S 09°10'48.54" W	42.37	50	2,277,135.5190	203,711.3720
50	51	S 08°25'39.38" W	112.05	51	2,277,024.6790	203,694.9500
51	52	S 08°25'22.54" W	33.23	52	2,276,991.8040	203,690.0820
52	53	S 09°10'49.72" W	227.46	53	2,276,767.2580	203,653.7920
53	54	S 08°31'42.70" W	165.29	54	2,276,603.7978	203,629.2795
54	55	N 89°57'38.61" W	443.64	55	2,276,604.1019	203,185.6440
55	56	S 00°05'26.76" W	117.82	56	2,276,486.2861	203,185.4574
56	57	N 89°54'33.24" W	251.76	57	2,276,486.6849	202,933.7026
57	58	N 00°05'26.76" E	233.17	58	2,276,719.8590	202,934.0720
58	1	N 89°54'33.24" W	378.70	1	2,276,720.4589	202,555.3734

SUPERFICIE = 1,228,125.86 m2

CROQUIS DE UBICACIÓN





SIMBOLOGÍA

290

POLIGONAL GENERAL DEL PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292. OPICHEN, YUCATÁN

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

ÁREA DE CONSERVACIÓN

ÁREA DE RESERVA DEL INAH

ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO

TABLAS DE ÁREAS GENERALES

DESCRIPCIÓN	m²	Ha	%
Área total del lote o terreno	2,639,175.16	263.917516	100.00
Area de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.8125858	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.33476499	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*
Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	2,639,175.16	263.917516	100.00

NOTAS TECNICAS

El contenido y/o información en este plano corresponde unica y exclusivamente para el proyecto por el cual se editó y no podrá ser reproducido total o parcialmente por medios mecánicos, electrónicos, fotográficos y/o cualquier otro medio sin la previa autorización del cliente. El levantamiento fue realizado con equipo GPS marca LEICA modelo GS14 y GS15en modo diferencial; la proyección esta dada en coordenadas UTM zona 16 norte. El norte considerado es el astronómico. La imagen de localización del proyecto es únicamente ilustrativa y no se encuentra georeferenciada la cual fue tomada del Google Earth Pro.

PROYECTO:

FOTOVOLTAICO ALBATROS 2

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

LEVANTO:

APROBACIÓN:

PROCESÓ Y DIBUJO:

[redacted]

[redacted]

NOMBRE DEL PLANO:

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

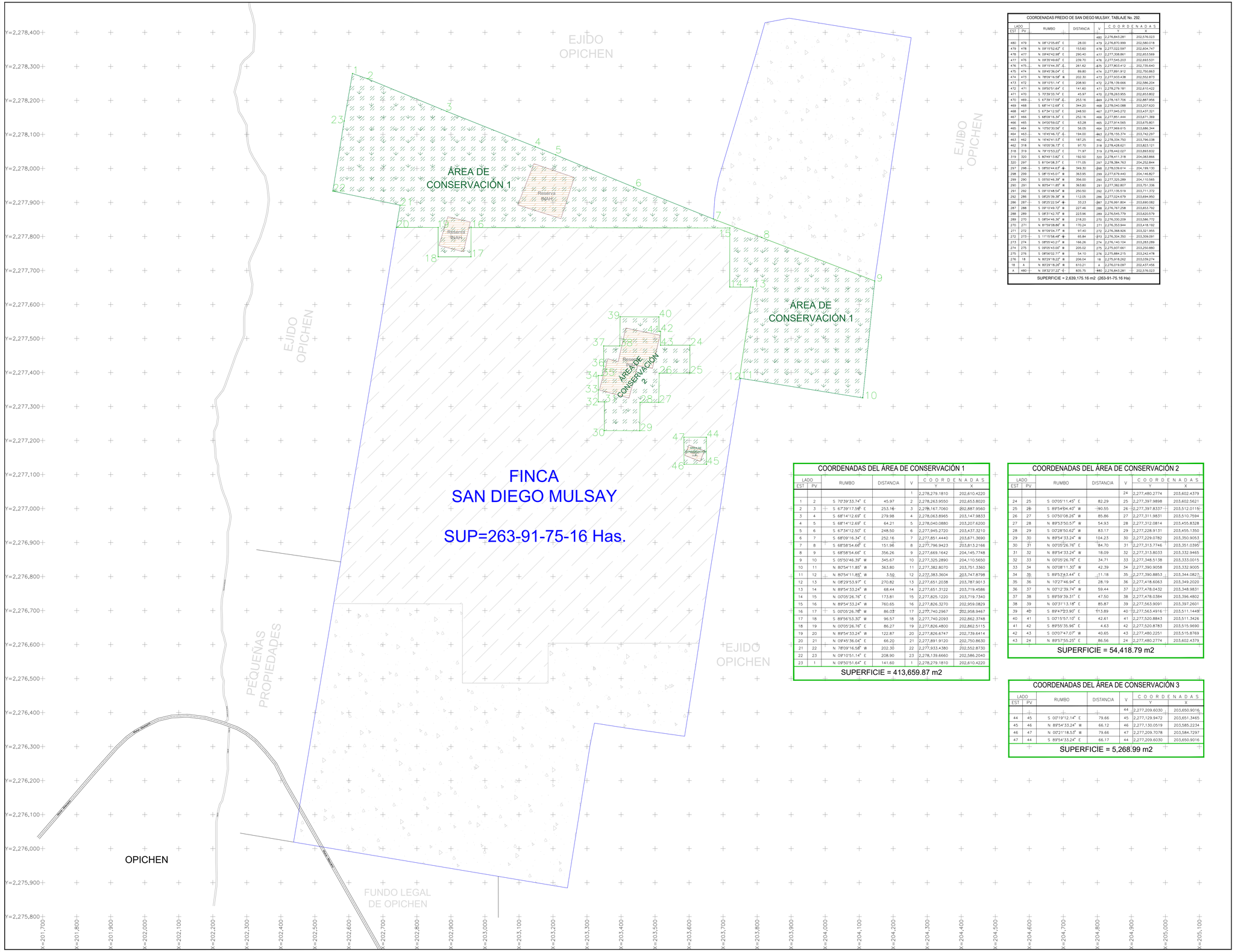
Finca San Diego Mulsay Tablaje No. 292, Opichen, Yucatán

CLAVE DE PLANO: CUSTF

FECHA DE ELABORACIÓN: Mayo, 2026

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRÁFICA 1:5000



COORDENADAS PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292.

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				480	2,276,843.281	202,576.023
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	2,276,870.999	202,580.018
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	2,277,022.597	202,604.747
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	2,277,308.861	202,653.569
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	2,277,545.203	202,693.531
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	2,277,803.412	202,735.640
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	2,277,891.912	202,750.863
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	2,277,933.438	202,552.873
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	2,278,139.666	202,586.204
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	2,278,279.181	202,610.422
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	2,278,263.955	202,653.802
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	2,278,167.706	202,887.956
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	2,278,040.088	203,207.620
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	2,277,945.272	203,437.321
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	2,277,851.444	203,671.369
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	2,277,914.565	203,675.801
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	2,277,969.615	203,686.344
464	463	N 16°40'46.72" E	194.00	463	2,278,155.374	203,742.297
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	2,278,334.750	203,796.038
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	2,278,428.621	203,823.121
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	2,278,442.027	203,893.832
319	320	S 80°49'13.80" E	192.50	320	2,278,411.318	204,083.866
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	2,278,384.763	204,252.844
297	298	S 08°02'44.53" W	349.30	298	2,278,039.614	204,198.130
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	2,277,679.440	204,146.827
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	2,277,325.289	204,110.565
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	2,277,382.807	203,751.336
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	2,277,135.519	203,711.372
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	2,277,024.679	203,694.950
286	287	S 08°25'22.54" W	33.23	287	2,276,991.804	203,690.082
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	2,276,767.258	203,653.792
288	289	S 08°51'42.70" W	223.96	289	2,276,545.779	203,620.579
289	270	S 08°54'48.36" W	218.20	270	2,276,330.209	203,586.772
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	2,276,353.944	203,418.192
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	2,276,368.926	203,321.955
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	2,276,304.350	203,309.091
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	2,276,140.104	203,283.399
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	2,275,937.661	203,250.880
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	2,275,884.215	203,242.478
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	2,275,918.262	203,039.274
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	2,276,019.097	202,437.456
A	480	N 09°32'37.22" E	835.75	480	2,276,843.281	202,576.023

SUPERFICIE = 2,639,175.16 m2 (263-91-75.16 Ha)

COORDENADAS DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN 1

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				1	2,278,279.1810	202,610.4220
1	2	S 70°39'33.74" E	45.97	2	2,278,263.9550	202,653.8020
2	3	S 67°39'17.59" E	253.16	3	2,278,167.7060	202,887.9560
3	4	S 68°14'12.69" E	279.98	4	2,278,063.8965	203,147.9833
4	5	S 68°14'12.69" E	64.21	5	2,278,040.0880	203,207.6200
5	6	S 67°34'12.50" E	248.50	6	2,277,945.2720	203,437.3210
6	7	S 68°09'16.34" E	252.16	7	2,277,851.4440	203,671.3690
7	8	S 68°58'54.66" E	151.96	8	2,277,796.9423	203,813.2166
8	9	S 68°58'54.66" E	356.26	9	2,277,669.1642	204,145.7748
9	10	S 05°50'46.39" W	345.67	10	2,277,325.2890	204,110.5650
10	11	N 80°54'11.85" W	363.80	11	2,277,382.8070	203,751.3360
11	12	N 80°54'11.85" W	3.50	12	2,277,383.3604	203,747.8798
12	13	N 08°29'53.97" E	270.82	13	2,277,651.2038	203,787.8013
13	14	N 89°54'33.24" W	68.44	14	2,277,651.3122	203,719.4586
14	15	N 00°05'26.76" E	173.81	15	2,277,825.1220	203,719.7340
15	16	N 89°54'33.24" W	760.65	16	2,277,826.3270	202,959.0829
16	17	S 00°05'26.76" W	86.03	17	2,277,740.2967	202,958.9467
17	18	S 89°56'53.30" W	96.57	18	2,277,740.2093	202,862.3748
18	19	N 00°05'26.76" E	86.27	19	2,277,826.4800	202,862.5115
19	20	N 89°54'33.24" W	122.87	20	2,277,826.6747	202,739.6414
20	21	N 09°45'36.04" E	66.20	21	2,277,891.9120	202,750.8630
21	22	N 78°09'16.58" W	202.30	22	2,277,933.4380	202,552.8730
22	23	N 09°10'51.14" E	208.90	23	2,278,139.6660	202,586.2040
23	1	N 09°50'51.64" E	141.60	1	2,278,279.1810	202,610.4220

SUPERFICIE = 413,659.87 m2

COORDENADAS DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN 2

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				24	2,277,480.2774	203,602.4379
24	25	S 00°05'11.45" E	82.29	25	2,277,397.9898	203,602.5621
25	26	S 89°54'04.40" W	190.55	26	2,277,397.8337	203,512.0115
26	27	S 00°50'08.26" W	85.86	27	2,277,311.9831	203,510.7594
27	28	N 89°53'50.57" W	54.93	28	2,277,312.0814	203,455.8328
28	29	S 00°28'50.62" W	83.17	29	2,277,228.9131	203,455.1350
29	30	N 89°54'33.24" W	104.23	30	2,277,229.0782	203,350.9053
30	31	N 00°05'26.76" E	84.70	31	2,277,313.7746	203,351.0395
31	32	N 89°54'33.24" W	18.09	32	2,277,313.8033	203,332.9465
32	33	N 00°05'26.76" E	34.71	33	2,277,348.5138	203,333.0015
33	34	N 00°08'11.30" W	42.39	34	2,277,390.9058	203,332.9005
34	35	S 89°53'43.44" E	11.18	35	2,277,390.8853	203,344.0827
35	36	N 12°27'46.94" E	28.19	36	2,277,418.6063	203,349.2020
36	37	N 00°12'39.74" W	59.44	37	2,277,478.0432	203,348.9831
37	38	S 89°59'39.31" E	47.50	38	2,277,478.0384	203,396.4802
38	39	N 00°31'13.18" E	85.87	39	2,277,563.9091	203,397.2601
39	40	S 89°47'23.90" E	113.89	40	2,277,563.4916	203,511.1449
40	41	S 00°15'57.10" E	42.61	41	2,277,520.8843	203,511.3426
41	42	S 89°55'35.96" E	4.63	42	2,277,520.8783	203,515.9690
42	43	S 00°07'47.07" W	40.65	43	2,277,480.2251	203,515.8769
43	24	N 89°57'55.25" E	86.56	24	2,277,480.2774	203,602.4379

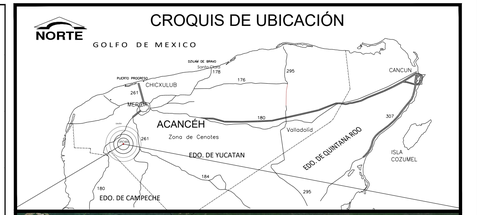
SUPERFICIE = 54,418.79 m2

COORDENADAS DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN 3

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				44	2,277,209.6030	203,650.9016
44	45	S 00°19'12.14" E	79.66	45	2,277,129.9472	203,651.3465
45	46	N 89°54'33.24" W	66.12	46	2,277,130.0519	203,585.2234
46	47	N 00°21'18.53" W	79.66	47	2,277,209.7078	203,584.7297
47	44	S 89°54'33.24" E	66.17	44	2,277,209.6030	203,650.9016

SUPERFICIE = 5,268.99 m2

CROQUIS DE UBICACIÓN





SIMBOLOGÍA

290

POLIGONAL GENERAL DEL PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292. OPICHEN, YUCATÁN

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

ÁREA DE CONSERVACIÓN

ÁREA DE RESERVA DEL INAH

ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO

TABLAS DE ÁREAS GENERALES

DESCRIPCIÓN	m²	Ha	%
Área total del lote o terreno	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**
Area de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.8125858	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.33476499	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*
Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**

NOTAS TECNICAS

El contenido y/o información en este plano corresponde unica y exclusivamente para el proyecto por el cual se editó y no podrá ser reproducido total o parcialmente por medios mecánicos, electrónicos, fotográficos y/o cualquier otro medio sin la previa autorización del cliente. El levantamiento fue realizado con equipo GPS marca LEICA modelo GS14 y GS15en modo diferencial; la proyección esta dada en coordenadas UTM zona 16 norte. El norte considerado es el astronómico. La imagen de localización del proyecto es únicamente ilustrativa y no se encuentra georeferenciada la cual fue tomada del Google Earth Pro.

PROYECTO:

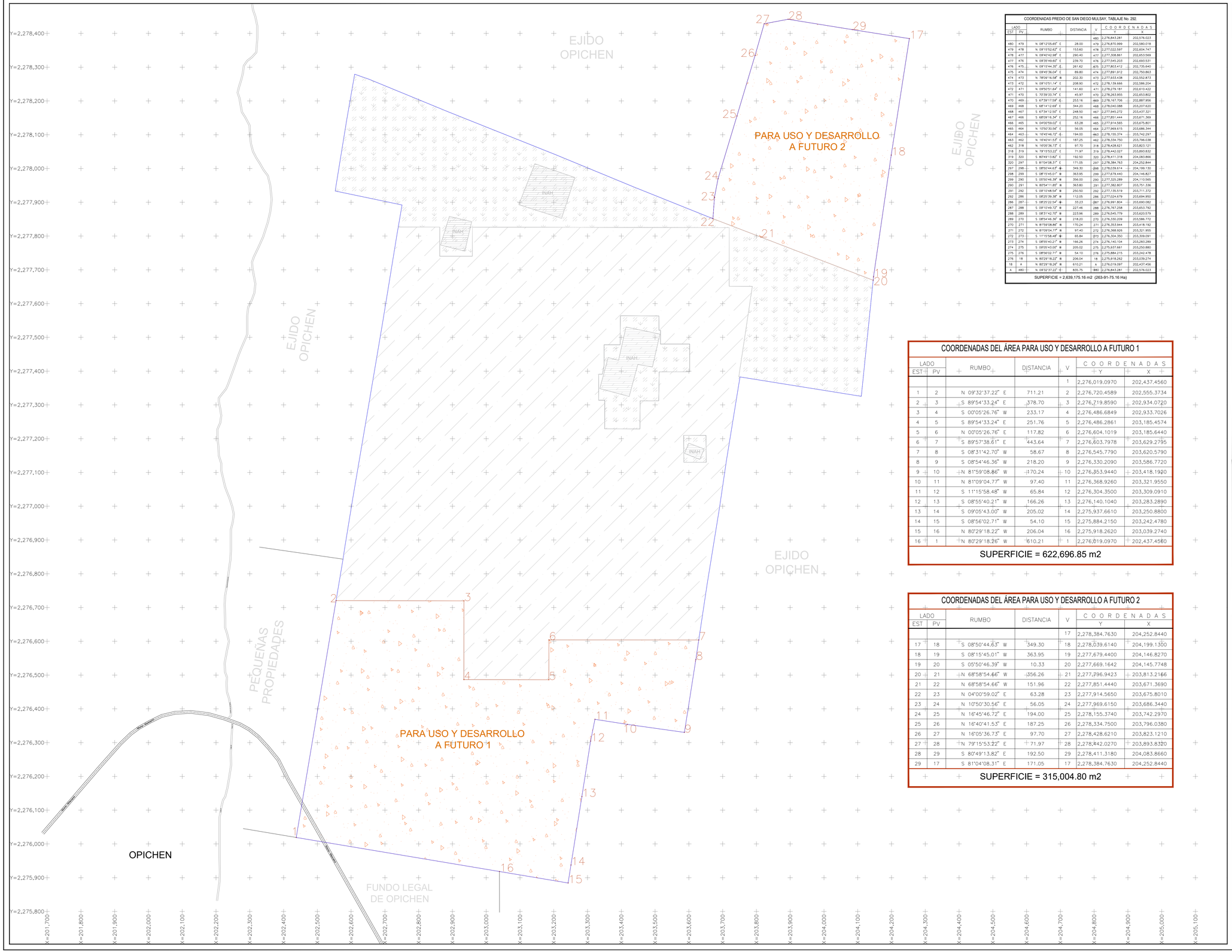
FOTOVOLTAICO ALBATROS 2

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

LEVANTO:	**APROBACIÓN:**
PROCESÓ Y DIBUJO: [redacted]	[redacted]
NOMBRE DEL PLANO: ÁREAS DE CONSERVACIÓN	Finca San Diego Mulsay Tablaje No. 292, Opichen, Yucatán
	CLAVE DE PLANO: AC 1 y 2 — **FECHA DE ELABORACIÓN:** Mayo, 2026

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRÁFICA 1:5000



COORDENADAS PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292.

LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	X
				480	2,276,843.281	202,576.023
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	2,276,870.999	202,580.018
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	2,277,022.597	202,604.747
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	2,277,308.861	202,653.569
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	2,277,545.203	202,693.531
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	2,277,803.412	202,735.640
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	2,277,891.912	202,750.863
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	2,277,933.438	202,552.873
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	2,278,139.666	202,586.204
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	2,278,279.181	202,610.422
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	2,278,263.955	202,653.802
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	2,278,167.706	202,887.956
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	2,278,040.088	203,207.620
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	2,277,945.272	203,437.321
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	2,277,851.444	203,671.369
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	2,277,914.565	203,675.801
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	2,277,969.615	203,686.344
464	463	N 16°45'46.72" E	194.00	463	2,278,155.374	203,742.297
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	2,278,334.750	203,796.038
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	2,278,428.621	203,823.121
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	2,278,442.027	203,893.832
319	320	S 80°49'13.82" E	192.50	320	2,278,411.318	204,083.866
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	2,278,384.763	204,252.844
297	298	S 08°50'44.63" W	349.30	298	2,278,039.614	204,199.130
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	2,277,679.440	204,146.827
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	2,277,325.289	204,110.565
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	2,277,382.807	203,751.336
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	2,277,135.519	203,711.372
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	2,277,024.679	203,694.950
286	287	S 08°21'22.54" W	33.23	287	2,276,991.804	203,690.082
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	2,276,767.258	203,653.792
288	289	S 08°31'42.70" W	223.96	289	2,276,545.779	203,620.579
289	270	S 08°54'46.36" W	218.20	270	2,276,330.209	203,586.772
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	2,276,353.944	203,418.192
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	2,276,368.926	203,321.955
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	2,276,304.350	203,309.091
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	2,276,140.104	203,283.289
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	2,275,937.661	203,250.880
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	2,275,884.215	203,242.478
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	2,275,918.262	203,039.274
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	2,276,019.097	202,437.456
A	480	N 09°32'37.22" E	835.75	480	2,276,843.281	202,576.023

SUPERFICIE = 2,639,175.16 m2 (263-91-75.16 Ha)

COORDENADAS DEL ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO 1

LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	X
				1	2,276,019.0970	202,437.4560
1	2	N 09°32'37.22" E	711.21	2	2,276,720.4589	202,555.3734
2	3	S 89°54'33.24" E	378.70	3	2,276,719.8590	202,934.0720
3	4	S 00°05'26.76" W	233.17	4	2,276,486.6849	202,933.7026
4	5	S 89°54'33.24" E	251.76	5	2,276,486.2861	203,185.4574
5	6	N 00°05'26.76" E	117.82	6	2,276,604.1019	203,185.6440
6	7	S 89°57'38.61" E	443.64	7	2,276,603.7978	203,629.2795
7	8	S 08°31'42.70" W	58.67	8	2,276,545.7790	203,620.5790
8	9	S 08°54'46.36" W	218.20	9	2,276,330.2090	203,586.7720
9	10	N 81°59'08.86" W	170.24	10	2,276,353.9440	203,418.1920
10	11	N 81°09'04.77" W	97.40	11	2,276,368.9260	203,321.9550
11	12	S 11°15'58.48" W	65.84	12	2,276,304.3500	203,309.0910
12	13	S 08°55'40.21" W	166.26	13	2,276,140.1040	203,283.2890
13	14	S 09°05'43.00" W	205.02	14	2,275,937.6610	203,250.8800
14	15	S 08°56'02.71" W	54.10	15	2,275,884.2150	203,242.4780
15	16	N 80°29'18.22" W	206.04	16	2,275,918.2620	203,039.2740
16	1	N 80°29'18.26" W	610.21	1	2,276,019.0970	202,437.4560

SUPERFICIE = 622,696.85 m2

COORDENADAS DEL ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO 2

LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	X
				17	2,278,384.7630	204,252.8440
17	18	S 08°50'44.63" W	349.30	18	2,278,039.6140	204,199.1300
18	19	S 08°15'45.01" W	363.95	19	2,277,679.4400	204,146.8270
19	20	S 05°50'46.39" W	10.33	20	2,277,669.1642	204,145.7748
20	21	N 68°58'54.66" W	356.26	21	2,277,796.9423	203,813.2166
21	22	N 68°58'54.66" W	151.96	22	2,277,851.4440	203,671.3690
22	23	N 04°00'59.02" E	63.28	23	2,277,914.5650	203,675.8010
23	24	N 10°50'30.56" E	56.05	24	2,277,969.6150	203,686.3440
24	25	N 16°45'46.72" E	194.00	25	2,278,155.3740	203,742.2970
25	26	N 16°40'41.53" E	187.25	26	2,278,334.7500	203,796.0380
26	27	N 16°05'36.73" E	97.70	27	2,278,428.6210	203,823.1210
27	28	N 79°15'53.22" E	71.97	28	2,278,442.0270	203,893.8320
28	29	S 80°49'13.82" E	192.50	29	2,278,411.3180	204,083.8660
29	17	S 81°04'08.31" E	171.05	17	2,278,384.7630	204,252.8440

SUPERFICIE = 315,004.80 m2

CROQUIS DE UBICACIÓN





SIMBOLOGÍA

290

POLIGONAL GENERAL DEL PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292. OPICHEN, YUCATÁN

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

ÁREA DE CONSERVACIÓN

ÁREA DE RESERVA DEL INAH

ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO

TABLAS DE ÁREAS GENERALES

DESCRIPCIÓN	m²	Ha	%
Área total del lote o terreno	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**
Area de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.8125858	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.33476499	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*
Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**

NOTAS TECNICAS

El contenido y/o información en este plano corresponde unica y exclusivamente para el proyecto por el cual se editó y no podrá ser reproducido total o parcialmente por medios mecánicos, electrónicos, fotográficos y/o cualquier otro medio sin la previa autorización del cliente. El levantamiento fue realizado con equipo GPS marca LEICA modelo GS14 y GS15en modo diferencial; la proyección esta dada en coordenadas UTM zona 16 norte. El norte considerado es el astronómico. La imagen de localización del proyecto es únicamente ilustrativa y no se encuentra georeferenciada la cual fue tomada del Google Earth Pro.

PROYECTO:

FOTOVOLTAICO ALBATROS 2

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

LEVANTO:	APROBACIÓN:
PROCESÓ Y DIBUJO:	

NOMBRE DEL PLANO:

ÁREAS PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO

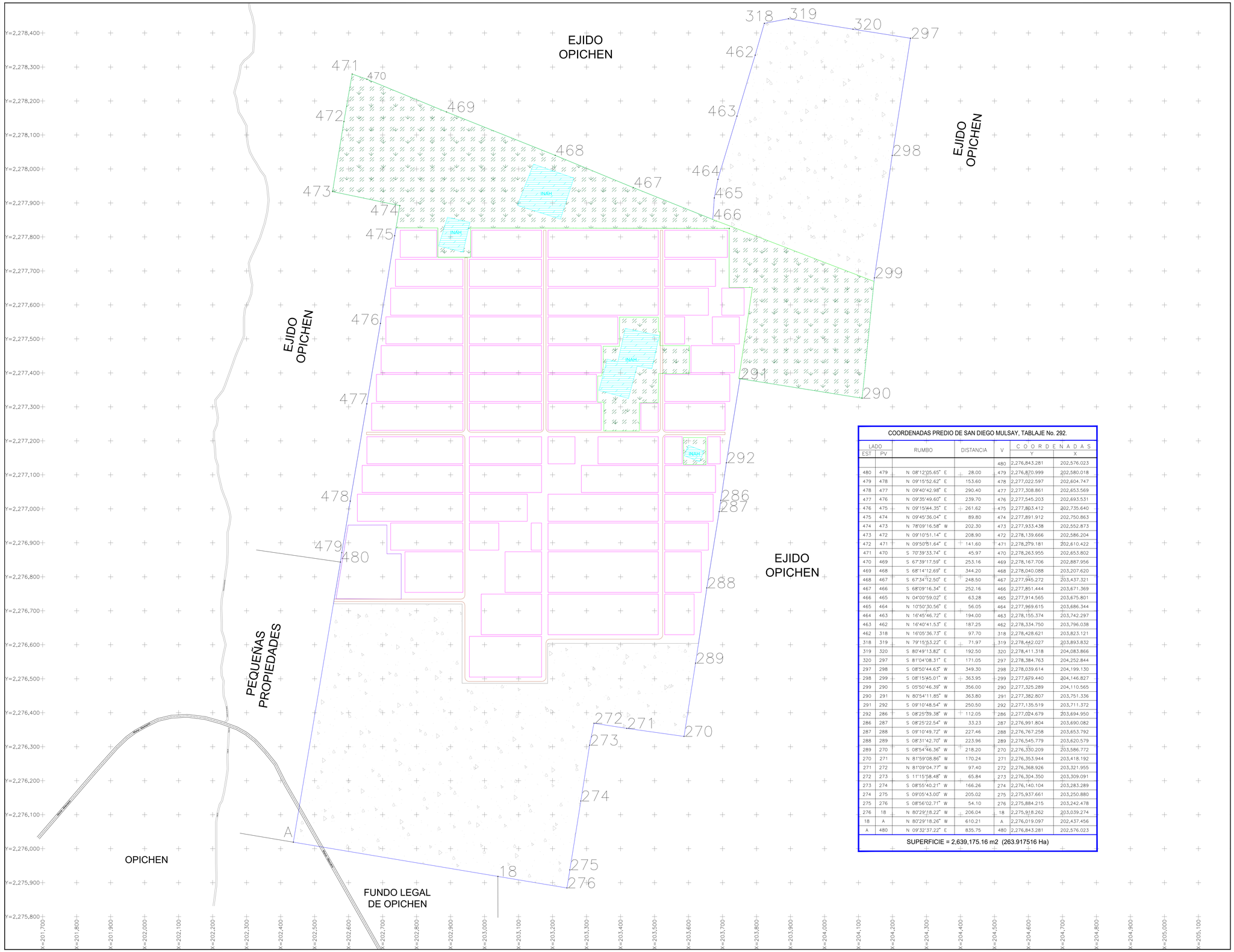
Finca San Diego Mulsay Tablaje No. 292, Opichen, Yucatán

CLAVE DE PLANO: DES-FUT

FECHA DE ELABORACIÓN: Mayo, 2026

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRÁFICA 1:5000

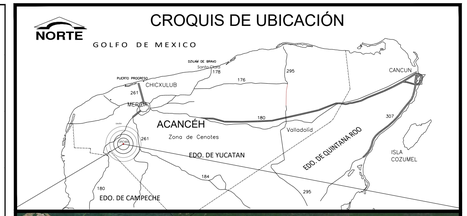


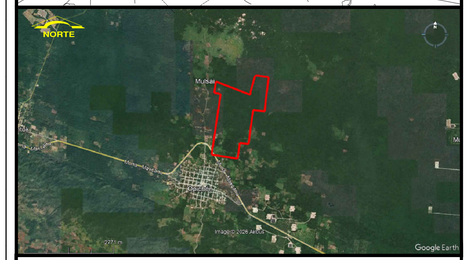
COORDENADAS PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292.

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS Y	COORDENADAS X
				480	2,276,843.281	202,576.023
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	2,276,870.999	202,580.018
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	2,277,022.597	202,604.747
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	2,277,308.861	202,653.569
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	2,277,545.203	202,693.531
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	2,277,803.412	202,735.640
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	2,277,891.912	202,750.863
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	2,277,933.438	202,552.873
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	2,278,139.666	202,586.204
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	2,278,279.181	202,610.422
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	2,278,263.955	202,653.802
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	2,278,167.706	202,887.956
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	2,278,040.088	203,207.620
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	2,277,945.272	203,437.321
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	2,277,851.444	203,671.369
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	2,277,914.565	203,675.801
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	2,277,969.615	203,686.344
464	463	N 16°45'46.72" E	194.00	463	2,278,155.374	203,742.297
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	2,278,334.750	203,796.038
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	2,278,428.621	203,823.121
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	2,278,442.027	203,893.832
319	320	S 80°49'13.82" E	192.50	320	2,278,411.318	204,083.866
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	2,278,384.763	204,252.844
297	298	S 08°50'44.63" W	349.30	298	2,278,039.614	204,199.130
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	2,277,679.440	204,146.827
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	2,277,325.289	204,110.565
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	2,277,382.807	203,751.336
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	2,277,135.519	203,711.372
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	2,277,024.679	203,694.950
286	287	S 08°25'22.54" W	33.23	287	2,276,991.804	203,690.082
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	2,276,767.258	203,653.792
288	289	S 08°31'42.70" W	223.96	289	2,276,545.779	203,620.579
289	270	S 08°54'46.36" W	218.20	270	2,276,330.209	203,586.772
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	2,276,353.944	203,418.192
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	2,276,368.926	203,321.955
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	2,276,304.350	203,309.091
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	2,276,140.104	203,283.289
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	2,275,937.661	203,250.880
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	2,275,884.215	203,242.478
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	2,275,918.262	203,039.274
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	2,276,019.097	202,437.456
A	480	N 09°32'37.22" E	835.75	480	2,276,843.281	202,576.023

SUPERFICIE = 2,639,175.16 m2 (263.917516 Ha)

CROQUIS DE UBICACIÓN





SIMBOLOGÍA

290

POLIGONAL GENERAL DEL PREDIO DE SAN DIEGO MULSAY, TABLAJE No. 292. OPICHEN, YUCATÁN

ÁREA DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

ÁREA DE CONSERVACIÓN

ÁREA DE RESERVA DEL INAH

ÁREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO

TABLAS DE ÁREAS GENERALES

DESCRIPCIÓN	m²	Ha	%
Área total del lote o terreno	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**
Area de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.8125858	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.33476499	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*
Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**

NOTAS TECNICAS

El contenido y/o información en este plano corresponde unica y exclusivamente para el proyecto por el cual se editó y no podrá ser reproducido total o parcialmente por medios mecánicos, electrónicos, fotográficos y/o cualquier otro medio sin la previa autorización del cliente. El levantamiento fue realizado con equipo GPS marca LEICA modelo GS14 y GS15en modo diferencial; la proyección esta dada en coordenadas UTM zona 16 norte. El norte considerado es el astronómico. La imagen de localización del proyecto es únicamente ilustrativa y no se encuentra georeferenciada la cual fue tomada del Google Earth Pro.

PROYECTO:

FOTOVOLTAICO ALBATROS 2

PLANETA EKOFUTURO, S. DE R.L. DE C.V.

LEVANTO:

APROBACIÓN:

PROCESÓ Y DIBUJO: [redacted]

[redacted]

NOMBRE DEL PLANO:

TOPOGRÁFICO Y ÁREAS

Finca San Diego Mulsay Tablaje No. 292, Opichen, Yucatán

CLAVE DE PLANO: TOPO

FECHA DE ELABORACIÓN: Mayo, 2026

0 100 200 300 400 500

ESCALA GRÁFICA 1:5000

Especies	Superficie muestrea : 2.5 ha			Superficie pa
	No. Ind.	AB (m2)	Vol. (m3)	No. Ind.
Acacia gaumeri Blake	86	0.7321	2.1912	42,247,529.50
Albizia tomentosa (Micheli) Standl.	7	0.0925	0.3910	3,438,752.40
Bauhinia divaricata L.	5	0.0132	0.0503	2,456,251.72
Bourreria pulchra Millsp.	183	1.0894	3.5671	89,898,812.78
Bumelia mayana	163	0.6716	1.8975	80,073,805.92
Bunchosia swartziana Griseb.	6	0.0159	0.0398	2,947,502.06
Bursera simaruba (L.) Sarg.	233	6.2675	27.9659	114,461,329.93
Casearia corymbosa Kunth	5	0.0174	0.0523	2,456,251.72
Casearia laetioides (A. Rich.) Northr.	24	0.3068	1.5831	11,790,008.23
Croton reflexifolius HBK.	8	0.0221	0.0581	3,930,002.74
Diospyros anisandra Blake	3	0.0094	0.0253	1,473,751.03
Diospyros cuneata Standley	54	0.3723	1.4142	26,527,518.52
Diphysa carthagenensis Jacq.	14	0.0889	0.2944	6,877,504.80
Ehretia tinifolia L.	50	1.0134	3.6707	24,562,517.15
Erythroxylun rotundifolium Lunan	11	0.0472	0.1399	5,403,753.77
Guettarda gaumeri Standley	47	0.1593	0.4315	23,088,766.12
Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose	8	0.1218	0.3538	3,930,002.74
Helicteres baruensis Jacq.	2	0.0073	0.0183	982,500.69
Jatropha gaumeri Greenm.	2	0.0092	0.0193	982,500.69
Lonchocarpus rugosus Benth.	56	0.3647	1.2282	27,510,019.21
Lonchocarpus xuul Lundell	678	4.1171	17.2775	333,067,732.58
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	7	0.2131	1.0711	3,438,752.40
Machaonia acuminata H. &. B.	12	0.0444	0.1169	5,895,004.12
Mimosa bahamensis Benth.	7	0.0289	0.0732	3,438,752.40
Neea psyichotroides Donn. Smith	33	0.1586	0.5343	16,211,261.32
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	850	9.6199	37.3767	417,562,791.58
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth	90	0.4177	1.1230	44,212,530.87
Pithecellobium leucospermum Brandegee	51	0.6900	2.3001	25,053,767.50
Platymiscium yucatanum Standl.	35	0.4039	1.8036	17,193,762.01
Psychotria pubescens Swartz	5	0.1055	0.4749	2,456,251.72
Randia longiloba Hemsley	6	0.0143	0.0446	2,947,502.06
Semialarium mexicanum (Miers) Mennega	38	0.2187	0.6691	18,667,513.04
Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby	30	0.2336	0.8636	14,737,510.29
Senna racemosa (P.Miller) Irwin & Barneby.	35	0.2858	1.1505	17,193,762.01
Thevetia gaumeri Hemsl.	3	0.0431	0.0906	1,473,751.03
Touhinia paucidentata Radlk.	157	1.7940	7.1364	77,126,303.86
Trichilia arborea C. DC.	23	0.1978	0.7557	11,298,757.89
Total	**3027.0**	**30.0082**	**118.2537**	**1,487,014,788.38**

ara el CUS: 122.812585 ha	
AB (m^2/ha^{-1})	Vol. (m^3/ha)
359628.956	1076408.626
45424.957	192102.855
6497.284	24690.679
535170.065	1752360.428
329911.668	932128.574
7822.049	19544.620
3078907.222	13738275.403
8561.504	25684.511
150726.064	777694.890
10861.163	28555.956
4597.742	12413.905
182910.156	694742.825
43659.660	144627.310
497833.363	1803236.368
23167.560	68734.265
78261.879	211986.057
59818.618	173805.535
3568.129	8991.686
4503.451	9457.248
179154.709	603332.033
2022528.758	8487591.198
104661.754	526196.114
21794.125	57421.459
14202.699	35949.612
77906.114	262497.634
4725783.058	18361311.107
205206.919	551690.978
338964.136	1129907.870
198416.126	886005.655
51841.489	233286.699
7016.119	21890.292
107413.859	328692.243
114742.941	424239.598
140422.859	565189.403
21183.227	44484.776
881287.439	3505769.633
97192.065	371253.260
14741549.9	**58092151.3**

2.5	**ha**	**muestreo**
1228125.858	**ha**	**CUS**

Transecto de muestreo	Inicio		Final		Longitud
	X	Y	X	Y	
Transecto 1	202797.41	2277501.60			
Transecto 2	202795.6	2277451.66			
Transecto 3	202998.45	2277546.84			
Transecto 4	203046.93	2277562.28			
Transecto 5	203149.12	2277444.26			
Transecto 6	203243.67	2277379.01			
Transecto 7	203214.02	2277336.75			
Transecto 8	202852.12	2277860.76			
Transecto 9	202837.78	2277810.49			
Transecto 10	203059.99	2277867.10			
Transecto 11	203091.29	2277825.33			
Transecto 12	203196.65	2277739.94			
Transecto 13	203243.42	2277758.85			
Transecto 14	203588.11	2277503.41			
Transecto 15	203538.54	2277520.78			
Transecto 16	203487.04	2277326.56			
Transecto 17	203548.14	2277311.53			
Transecto 18	203536.74	2277334.00			
Transecto 19	203355.13	2277182.93			
Transecto 20	203357.97	2277130.36			
Transecto 21	203215	2277130.00			
Transecto 22	202786.74	2277163.09			
Transecto 23	202995.25	2277095.54			
Transecto 24	203530.03	2277043.59			
Transecto 25	203314.89	2276994.10			

CÁMARAS	UTM	
	X	Y
1	203149.12	2277444.26

ÁREA DE CONSERVACIÓN 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	202610.422	2278279.181
1	2	S 70°39'33.74" E	45.97	2	202653.802	2278263.955
2	3	S 67°39'17.59" E	253.16	3	202887.956	2278167.706
3	4	S 68°14'12.69" E	279.98	4	203147.983	2278063.897
4	5	S 68°14'12.69" E	64.21	5	203207.620	2278040.088
5	6	S 67°34'12.50" E	248.50	6	203437.321	2277945.272
6	7	S 68°09'16.34" E	252.16	7	203671.369	2277851.444
7	8	S 68°58'54.66" E	151.96	8	203813.217	2277796.942
8	9	S 68°58'54.66" E	356.26	9	204145.775	2277669.164
9	10	S 05°50'46.39" W	345.67	10	204110.565	2277325.289
10	11	N 80°54'11.85" W	363.80	11	203751.336	2277382.807
11	12	N 80°54'11.85" W	3.50	12	203747.880	2277383.360
12	13	N 08°29'53.97" E	270.82	13	203787.901	2277651.204
13	14	N 89°54'33.24" W	68.44	14	203719.459	2277651.312
14	15	N 00°05'26.76" E	173.81	15	203719.734	2277825.122
15	16	N 89°54'33.24" W	760.65	16	202959.083	2277826.327
16	17	S 00°05'26.76" W	86.03	17	202958.947	2277740.297
17	18	S 89°56'53.30" W	96.57	18	202862.375	2277740.209
18	19	N 00°05'26.76" E	86.27	19	202862.512	2277826.480
19	20	N 89°54'33.24" W	122.87	20	202739.641	2277826.675
20	21	N 09°45'36.04" E	66.20	21	202750.863	2277891.912
21	22	N 78°09'16.58" W	202.30	22	202552.873	2277933.438
22	23	N 09°10'51.14" E	208.90	23	202586.204	2278139.666
23	1	N 09°50'51.64" E	141.60	1	202610.422	2278279.181
SUPERFICIE: 413,659.87 m² (41.365987 ha)						

ÁREA DE CONSERVACIÓN 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				24	203719.459	2277651.312
24	26	S 00°05'11.45" E	82.29	25	203602.438	2277480.277
25	27	S 89°54'04.40" W	90.55	26	203602.562	2277397.990
26	28	S 00°50'08.26" W	85.86	27	203512.012	2277397.834
27	29	N 89°53'50.57" W	54.93	28	203510.759	2277311.983
28	30	S 00°28'50.62" W	83.17	29	203455.833	2277312.081
29	31	N 89°54'33.24" W	104.23	30	203455.135	2277228.913
30	32	N 00°05'26.76" E	84.70	31	203350.905	2277229.078
31	33	N 89°54'33.24" W	18.09	32	203351.040	2277313.775
32	34	N 00°05'26.76" E	34.71	33	203332.947	2277313.803
33	35	N 00°08'11.30" W	42.39	34	203333.002	2277348.514
34	36	S 89°53'43.44" E	11.18	35	203332.901	2277390.906
35	37	N 10°27'46.94" E	28.19	36	203344.083	2277390.885
36	38	N 00°12'39.74" W	59.44	37	203349.202	2277418.606
37	39	S 89°59'39.31" E	47.5	38	203348.983	2277478.043
38	40	N 00°31'13.18" E	85.87	39	203396.480	2277478.038
39	41	S 89°47'23.90" E	113.89	40	203397.260	2277563.909
40	42	S 00°15'57.10" E	42.61	41	203511.145	2277563.492
41	43	S 89°55'35.96" E	4.63	42	203511.343	2277520.884
42	44	S 00°07'47.07" W	40.65	43	203515.969	2277520.878
43	24	N 89°57'55.25" E	86.56	24	203515.877	2277480.225
SUPERFICIE: 54,418.79 m2 (5.441879 Ha)						

ÁREA DE CONSERVACIÓN 3

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				44	203650.9016	2277209.603
44	45	S 00°19'12.14" E	79.66	45	203651.3465	2277129.947
45	46	N 89°54'33.24" W	66.12	46	203585.2234	2277130.052
46	47	N 00°21'18.53" W	79.66	47	203584.7297	2277209.708
47	44	S 89°54'33.24" E	66.17	44	203650.9016	2277209.603
SUPERFICIE: 5,268.99 m2 (0.526899 Ha)						

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	202555.373	2276720.459
1	2	N 09°32'37.22" E	124.550	2	202576.023	2276843.281
2	3	N 08°12'05.65" E	28.000	3	202580.018	2276870.999
3	4	N 09°15'52.62" E	153.600	4	202604.747	2277022.597
4	5	N 09°40'42.98" E	290.400	5	202653.569	2277308.861
5	6	N 09°35'49.60" E	239.700	6	202693.531	2277545.203
6	7	N 09°15'44.35" E	261.620	7	202735.640	2277803.412
7	8	N 09°45'36.04" E	23.600	8	202739.641	2277826.675
8	9	S 89°54'33.24" E	122.870	9	202862.512	2277826.480
9	10	S 00°05'26.76" W	86.270	10	202862.375	2277740.209
10	11	N 89°56'53.30" E	96.570	11	202958.947	2277740.297
11	12	N 00°05'26.76" E	86.030	12	202959.083	2277826.327
12	13	S 89°54'33.24" E	760.650	13	203719.734	2277825.122
13	14	S 00°05'26.76" W	173.810	14	203719.459	2277651.312
14	15	S 89°54'33.24" E	68.440	15	203787.901	2277651.204
15	16	S 08°29'53.97" W	270.820	16	203747.880	2277383.360
16	17	S 80°54'11.85" E	3.500	17	203751.336	2277382.807
17	18	S 09°10'48.54" W	208.120	18	203718.132	2277177.349
18	19	S 83°33'05.83" W	67.430	19	203651.124	2277169.775
19	20	N 00°19'12.14" W	39.830	20	203650.902	2277209.603
20	21	N 89°54'33.24" W	33.090	21	203617.816	2277209.655
21	22	N 17°49'25.70" W	197.750	22	203557.287	2277397.912
22	23	N 89°54'04.40" E	45.280	23	203602.562	2277397.990
23	24	N 00°05'11.45" W	82.290	24	203602.438	2277480.277
24	25	S 89°57'55.25" W	86.560	25	203515.877	2277480.225
25	26	N 00°07'47.07" E	40.650	26	203515.969	2277520.878
26	27	N 89°55'35.96" W	4.630	27	203511.343	2277520.884
27	28	N 00°15'57.10" W	42.610	28	203511.145	2277563.492
28	29	N 89°47'23.90" W	113.890	29	203397.260	2277563.909
29	30	S 00°31'13.18" W	85.870	30	203396.480	2277478.038
30	31	N 89°59'39.31" W	47.500	31	203348.983	2277478.043
31	32	S 00°12'39.74" E	59.440	32	203349.202	2277418.606
32	33	S 10°27'46.94" W	28.190	33	203344.083	2277390.885
33	34	N 89°53'43.44" W	11.180	34	203332.901	2277390.906
34	35	S 00°08'11.30" E	42.390	35	203333.002	2277348.514
35	36	S 00°05'26.76" W	34.710	36	203332.947	2277313.803
36	37	S 89°54'33.24" E	18.090	37	203351.040	2277313.775
37	38	S 00°05'26.76" W	84.700	38	203350.905	2277229.078
38	39	S 89°54'33.24" E	104.230	39	203455.135	2277228.913
39	40	N 00°28'50.62" E	83.170	40	203455.833	2277312.081
40	41	S 89°53'50.57" E	54.930	41	203510.759	2277311.983
41	42	N 00°50'08.26" E	85.860	42	203512.012	2277397.834
42	43	N 89°54'04.40" E	45.280	43	203557.287	2277397.912
43	44	S 17°49'25.70" E	197.750	44	203617.816	2277209.655
44	45	N 89°54'33.24" W	33.090	45	203584.730	2277209.708
45	46	S 00°21'18.53" E	79.660	46	203585.223	2277130.052
46	47	S 89°54'33.24" E	66.120	47	203651.347	2277129.947
47	48	N 00°19'12.14" W	39.830	48	203651.124	2277169.775
48	49	N 83°33'05.83" E	67.430	49	203718.132	2277177.349
49	50	S 09°10'48.54" W	42.370	50	203711.372	2277135.519
50	51	S 08°25'39.38" W	112.050	51	203694.950	2277024.679
51	52	S 08°25'22.54" W	33.230	52	203690.082	2276991.804
52	53	S 09°10'49.72" W	227.460	53	203653.792	2276767.258
53	54	S 08°31'42.70" W	165.290	54	203629.280	2276603.798
54	55	N 89°57'38.61" W	443.640	55	203185.644	2276604.102
55	56	S 00°05'26.76" W	117.820	56	203185.457	2276486.286
56	57	N 89°54'33.24" W	251.760	57	202933.703	2276486.685
57	58	N 00°05'26.76" E	233.170	58	202934.072	2276719.859
58	1	N 89°54'33.24" W	378.700	1	202555.373	2276720.459
SUPERFICIE: 1,228,125.86 m^2 (122.812586 Ha)						

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				480	202576.023	2276843.281
480	479	N 08°12'05.65" E	28.00	479	202580.018	2276870.999
479	478	N 09°15'52.62" E	153.60	478	202604.747	2277022.597
478	477	N 09°40'42.98" E	290.40	477	202653.569	2277308.861
477	476	N 09°35'49.60" E	239.70	476	202693.531	2277545.203
476	475	N 09°15'44.35" E	261.62	475	202735.640	2277803.412
475	474	N 09°45'36.04" E	89.80	474	202750.863	2277891.912
474	473	N 78°09'16.58" W	202.30	473	202552.873	2277933.438
473	472	N 09°10'51.14" E	208.90	472	202586.204	2278139.666
472	471	N 09°50'51.64" E	141.60	471	202610.422	2278279.181
471	470	S 70°39'33.74" E	45.97	470	202653.802	2278263.955
470	469	S 67°39'17.59" E	253.16	469	202887.956	2278167.706
469	468	S 68°14'12.69" E	344.20	468	203207.620	2278040.088
468	467	S 67°34'12.50" E	248.50	467	203437.321	2277945.272
467	466	S 68°09'16.34" E	252.16	466	203671.369	2277851.444
466	465	N 04°00'59.02" E	63.28	465	203675.801	2277914.565
465	464	N 10°50'30.56" E	56.05	464	203686.344	2277969.615
464	463	N 16°45'46.72" E	194.00	463	203742.297	2278155.374
463	462	N 16°40'41.53" E	187.25	462	203796.038	2278334.750
462	318	N 16°05'36.73" E	97.70	318	203823.121	2278428.621
318	319	N 79°15'53.22" E	71.97	319	203893.832	2278442.027
319	320	S 80°49'13.82" E	192.50	320	204083.866	2278411.318
320	297	S 81°04'08.31" E	171.05	297	204252.844	2278384.763
297	298	S 08°50'44.63" W	349.30	298	204199.130	2278039.614
298	299	S 08°15'45.01" W	363.95	299	204146.827	2277679.440
299	290	S 05°50'46.39" W	356.00	290	204110.565	2277325.289
290	291	N 80°54'11.85" W	363.80	291	203751.336	2277382.807
291	292	S 09°10'48.54" W	250.50	292	203711.372	2277135.519
292	286	S 08°25'39.38" W	112.05	286	203694.950	2277024.679
286	287	S 08°25'22.54" W	33.23	287	203690.082	2276991.804
287	288	S 09°10'49.72" W	227.46	288	203653.792	2276767.258
288	289	S 08°31'42.70" W	223.96	289	203620.579	2276545.779
289	270	S 08°54'46.36" W	218.20	270	203586.772	2276330.209
270	271	N 81°59'08.86" W	170.24	271	203418.192	2276353.944
271	272	N 81°09'04.77" W	97.40	272	203321.955	2276368.926
272	273	S 11°15'58.48" W	65.84	273	203309.091	2276304.350
273	274	S 08°55'40.21" W	166.26	274	203283.289	2276140.104
274	275	S 09°05'43.00" W	205.02	275	203250.880	2275937.661
275	276	S 08°56'02.71" W	54.10	276	203242.478	2275884.215
276	18	N 80°29'18.22" W	206.04	18	203039.274	2275918.262
18	A	N 80°29'18.26" W	610.21	A	202437.456	2276019.097
A	0	N 09°32'37.22" E	835.75	480	202576.023	2276843.281
SUPERFICIE: 2,639,175.16 m^2 (263-91-75.16 Ha)						

ÁREA DE REUBICACIÓN

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	202610.422	2278279.181
1	2	S 70°39'33.74" E	45.97	2	202653.802	2278263.955
2	3	S 67°39'17.59" E	253.16	3	202887.956	2278167.706
3	4	S 68°14'12.69" E	279.98	4	203147.983	2278063.896
4	5	S 85°06'35.16" W	378.28	5	202771.078	2278031.649
5	6	S 08°13'53.64" W	141.19	6	202750.863	2277891.912
6	7	N 78°09'16.58" W	202.30	7	202552.873	2277933.438
7	8	N 09°10'51.14" E	208.90	8	202586.204	2278139.666
8	1	N 09°50'51.64" E	141.60	1	202610.422	2278279.181
SUPERFICIE: 98,776.10 m2 (9.877610 Ha)						

AREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				1	202437.456	2276019.097
1	2	N 09°32'37.22" E	711.21	2	202555.373	2276720.459
2	3	S 89°54'33.24" E	378.70	3	202934.072	2276719.859
3	4	S 00°05'26.76" W	233.17	4	202933.703	2276486.685
4	5	S 89°54'33.24" E	251.76	5	203185.457	2276486.286
5	6	N 00°05'26.76" E	117.82	6	203185.644	2276604.102
6	7	S 89°57'38.61" E	443.64	7	203629.280	2276603.798
7	8	S 08°31'42.70" W	58.67	8	203620.579	2276545.779
8	9	S 08°54'46.36" W	218.20	9	203586.772	2276330.209
9	10	N 81°59'08.86" W	170.24	10	203418.192	2276353.944
10	11	N 81°09'04.77" W	97.40	11	203321.955	2276368.926
11	12	S 11°15'58.48" W	65.84	12	203309.091	2276304.350
12	13	S 08°55'40.21" W	166.26	13	203283.289	2276140.104
13	14	S 09°05'43.00" W	205.02	14	203250.880	2275937.661
14	15	S 08°56'02.71" W	54.10	15	203242.478	2275884.215
15	16	N 80°29'18.22" W	206.04	16	203039.274	2275918.262
16	1	N 80°29'18.26" W	610.21	1	202437.456	2276019.097
SUPERFICIE: 622,696.85 m2 (62.269685Ha)						

AREA PARA USO Y DESARROLLO A FUTURO 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
				17	204252.844	2278384.763
17	18	S 08°50'44.63" W	349.30	18	204199.130	2278039.614
18	19	S 08°15'45.01" W	363.95	19	204146.827	2277679.440
19	20	S 05°50'46.39" W	10.33	20	204145.775	2277669.164
20	21	N 68°58'54.66" W	356.26	21	203813.217	2277796.942
21	22	N 68°58'54.66" W	151.96	22	203671.369	2277851.444
22	23	N 04°00'59.02" E	63.28	23	203675.801	2277914.565
23	24	N 10°50'30.56" E	56.05	24	203686.344	2277969.615
24	25	N 16°45'46.72" E	194.00	25	203742.297	2278155.374
25	26	N 16°40'41.53" E	187.25	26	203796.038	2278334.750
26	27	N 16°05'36.73" E	97.70	27	203823.121	2278428.621
27	28	N 79°15'53.22" E	71.97	28	203893.832	2278442.027
28	29	S 80°49'13.82" E	192.50	29	204083.866	2278411.318
29	17	S 81°04'08.31" E	171.05	17	204252.844	2278384.763
SUPERFICIE: 315,004.80 m2 (31.500480 Ha)						

DESCRIPCIÓN	m^2	Ha	%
Área total del lote o terreno	**2,639,175.16**	**263.91752**	**100.00**
Area de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	1,228,125.86	122.81259	46.53
Áreas de Conservación	473,347.65	47.334765	17.94
Área de Conservación 1	*413,659.87*	*41.365987*	*15.67*
Área de Conservación 2	*54,418.79*	*5.441879*	*2.06*
Área de Conservación 3	*5,268.99*	*0.526899*	*0.20*
Para uso y desarrollo a futuro 1 y 2	937,701.65	93.770165	35.53
Para uso y desarrollo a futuro 1	*622,696.85*	*62.269685*	*23.59*
Para uso y desarrollo a futuro 2	*315,004.80*	*31.500480*	*11.94*
Total	**2,639,175.16**	**263.917516**	**100.00**