

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

I.1 Datos generales del proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto.

“PARQUE SOLAR ANDRÉS QUINTANA ROO”

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado aproximadamente a 16 km hacia el Noroeste de la cabecera municipal que es la ciudad de Bacalar, Municipio de Bacalar, Quintana Roo.

Esta ruta conecta a la ciudad de Chetumal, capital de Quintana Roo, a la altura del kilómetro 37+340 de la carretera federal 307 (Chetumal- Cancún) que corre paralelo a la laguna de Bacalar.

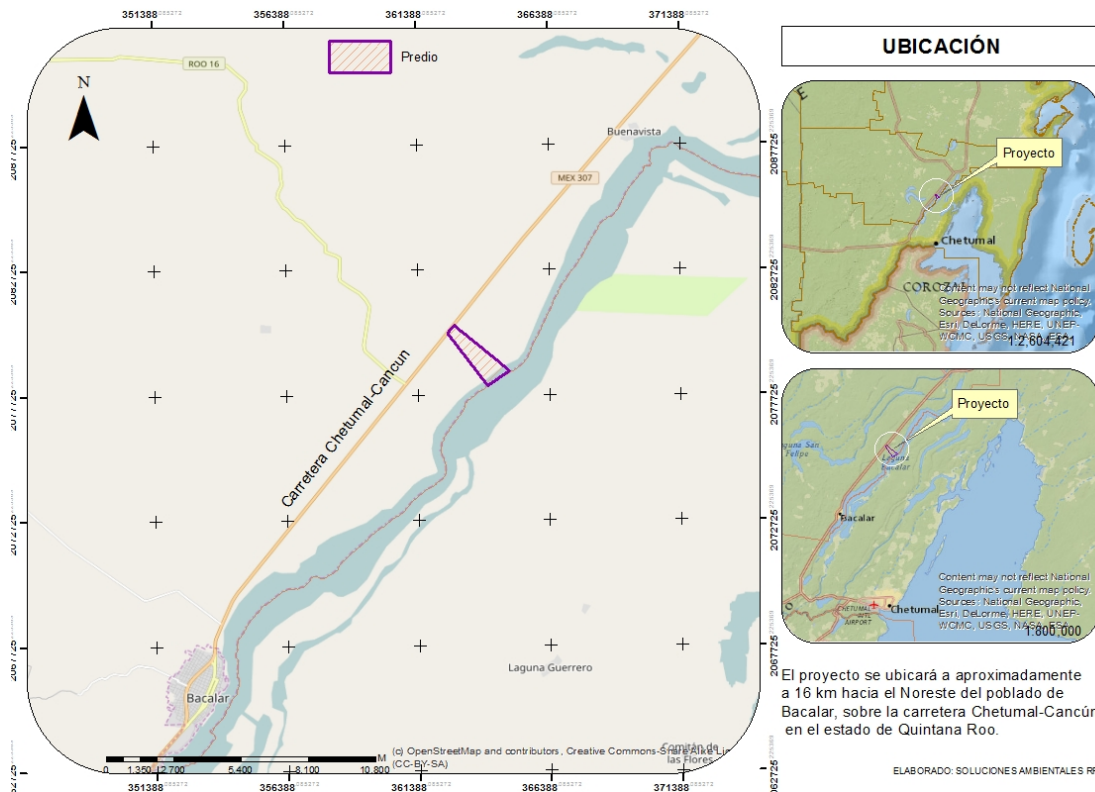


Figura I.1 Ubicación del predio donde se realizará el proyecto.

Se presenta copia certificada del contrato de arrendamiento del predio en el cual se construirá el parque solar, la cual presenta una superficie de **1, 931,096.00 m²**. De acuerdo a los estudios

topográficos y al análisis con sistemas de información geográfica la superficie que nos arroja es **1, 930,954.93 m²** del predio. Las coordenadas UTM de los puntos extremos del proyecto son las siguientes:

Tabla I.1. Coordenadas UTM del predio donde se desarrollará el proyecto (Datum WGS 84).

Vértices	X	Y
1	362777.5000	2080515.0800
2	363036.0393	2080289.6261
3	363328.1515	2080034.8978
4	363414.6709	2079959.4513
5	364390.8914	2079108.1813
6	364865.8300	2078694.0400
7	364015.0001	2078089.0000
8	362517.7100	2080176.7200
9	362525.7002	2080187.1268
10	362587.2604	2080267.3053
Superficie 1, 930,954.93 m²		

I.1.3 Duración del proyecto.

Se estima una duración de 36 meses para la fase de preparación y construcción. Mientras que se espera que el Parque Solar tenga un tiempo de vida útil de 30 años. Dándole un seguimiento estricto de las especificaciones técnicas y un oportuno y correcto programa de mantenimiento, se estima que el tiempo de vida útil del proyecto se extienda de manera indefinida.

Se presenta el Programa de Trabajo en la sección **II.2.1.** del presente estudio.

I.2 Datos generales del promovente.

I.2.1 Nombre o razón social.

Energía del Sureste el Ramonal S. de R.L de C. V.

Se incluye copia del Acta constitutiva y Registro Federal de Contribuyentes

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

ESR-160121-BN4

I.2.3 Datos del Representante Legal.

Ricardo Ozaeta Seyffert

Apoderado Legal

Se incluye copia de su identificación oficial.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Dirección: Smza 3 Mza 20 Lote 29-01, Plaza Bonampak 77 Local C exterior, entre Ave. Bonampak Esq. Uxmal. Cancún, Benito Juárez, Q. Roo. CP 77500.

[REDACTED]

1.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado.

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.

PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES

Ing. Gregorio Martínez Sebastián

RESPONSABLE TÉCNICO EMPRESA CONSULTORA

[REDACTED]

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento.

Circuito circunvalación poniente 8 A interior 205 Satélite, Naucalpan. Estado de México

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

La persona que formuló y responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo es el Ingeniero Gregorio Martínez Sebastián, quién se encuentra inscrito en el registro Forestal Nacional en la cedula fechada el 1 de agosto de 2009 integrada al libro YUC TIPO UI, NUMERO 8, VOL 2, AÑO 09 de Personas físicas como prestador de servicios técnicos forestales, con domicilio en la calle 62ª No. 832 por 77 Y 79 Fracc. La Herradura III, Cd. Cautel, C.P. 97314, Mérida, Yucatán.



DELEGACIÓN FEDERAL EN YUCATÁN
SUBDELEGACIÓN DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
UNIDAD DE APROVECHAMIENTO Y RESTAURACIÓN
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS FORESTALES Y DE SUELOS.

OFICIO: 726.4/UARRN-DSFS/287/2009/ **002546**
BITACORA: 31/A1-0062/11/09
ASUNTO: CERTIFICADO DE INSCRIPCIÓN DE PERSONA FÍSICA COMO
PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES.

Formulario de clasificación con campos para: Fecha de clasificación, Unidad Administrativa del Federal, Expediente, Partida de Recursos, Fundamento, Lugar, Ampliación del período de validez, Nombre, Nombre del Titular de la Unidad, Fecha de desclasificación, Desclasifica.

"2009 Año de la Reforma Liberal"
Mérida, Yucatán., a. 01 DIC 2009



En atención a su escrito recibido con fecha 20 de noviembre de 2009 en el Centro Integral de Servicios de esta Delegación, mediante el cual solicita su inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales, persona física.

Con fundamento en los Artículos 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 19 fracción XXV, 37,38 y 39 fracción XXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 16 fracción VI y 107 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 16 de su Reglamento; y en virtud de haber cumplido con los requisitos señalados en los Artículos 75 fracción I y 76 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y con lo dispuesto en el artículo 194-N-1 de la Ley Federal de Derechos; se certifica:

Que en el Registro Forestal Nacional, en cédula fechada el 24 de noviembre de 2009, se realizó su inscripción integrándose al LIBRO YUC, TIPO UI, VOLUMEN 2, NÚMERO 8, AÑO 09; como **PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES**, Persona Física lo que le faculta para desarrollar las actividades que se enuncian en el Artículo 108 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y en el 77 de su Reglamento.

Lo anterior para su observancia y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

ATENTAMENTE

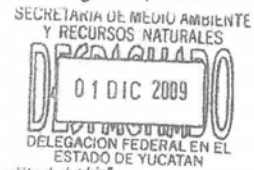
GH

ING. ENRIQUE A. MANERO MORENO.
DELEGADO FEDERAL

RECURSOS NATURALES
DELEGACION FEDERAL



**ESTADO DE
YUCATAN**



"Por su uso responsable del papel, las copias de conocimiento de este asunto son remitidas vía electrónica"

- DR. FRANCISCO GARCÍA GARCÍA.- DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN FORESTAL Y DE SUELOS.- MÉXICO, D.F.
- C. ENRIQUE ANTONIO CÁRDENAS GONZÁLEZ.- ENCARGADO DE DESPACHO DE LA DELEGACIÓN FEDERAL DE LA PROFEPA EN YUCATÁN.- CIUDAD.
- ING. SERGIO RICO PONCE.- GERENTE DE LA REGIÓN X PENÍNSULA DE YUCATÁN DE LA CONAFOR
- DR. HERBERT RICALDE FLORES.- SUBDELEGADO DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL.- EDIFICIO.
- ARTURO MARBOQUÍN ALEJANDRE.- JEFE DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS FORESTALES Y DE SUELOS.- EDIFICIO
- MINUTARIO.

Centro Integral de Servicios Av. Pérez Ponce Núm. 110 x 21, Col. Itzimná C.P. 97100
Mérida, Yucatán. Tel. (999)9421300 Información y Quejas 01-800-9878352
Horario de atención: Lunes a Viernes de 8:30 a 14:30 Horas



HRRE/MMC/ARPN

Figura I.2. Certificado de inscripción de persona física como prestador de servicios técnicos forestales del Ingeniero Gregorio Martínez Sebastián.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo en un terreno forestal (CUSTF) para la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones de un Parque de Energía Solar Fotovoltaica, con una producción anual estimada en 114,165.00 MWh, con los cuales ayudaran a minimizar los efectos del cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales con el uso de nuevas fuentes de generación de energía eléctrica.

Se proyecta una capacidad instalada de **58.7 MWp** para el aprovechamiento del recurso solar, traducidos en **183,000** módulos fotovoltaicos y **50 AB PVS800 1,000 Kw** inversores.

La superficie total del área del predio es de **193.1 ha**, de las cuales se realizará la remoción de la vegetación en **133.23 ha** para diversos usos, que corresponden al **69 %** de la superficie total y el resto (**31 %**) se mantendrá como superficie permeable siendo de **59.86 ha** (área de conservación). Cabe mencionar que la documentación legal del terreno ampara que parte del polígono se localiza dentro de la laguna, sin embargo, esta superficie se dejará como área de conservación y no se realizará obra alguna dentro de ella.

Este proyecto contempla la adecuación del área donde se instalarán áreas de paneles solares, un área para la subestación, áreas de maniobras y caminos y área de conservación, como se puede observar más adelante.

El proyecto tendrá un impacto social y ambiental positivo puesto que su implementación permitirá reducir la emisión de **29,866.44** toneladas de CO₂ al año al producir energía limpia, lo que equivale a plantar alrededor de 96 hectáreas de bosque y conservarlas por 10 años. Dentro de los impactos sociales favorables que el proyecto generaría se puede mencionar, la generación de nuevos empleos y la imagen positiva que la cabecera municipal obtendría debido a la actual promoción turística de una población con turismo ecológico, sustentable y exclusivo, así como una mejor calidad de vida.

Este terreno actualmente posee una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en diferentes grados de recuperación (cuenta con un cuerpo de agua intermitente); siendo, este terreno forestal y la vocación que se pretende dar a través del desarrollo de este proyecto es del **SECTOR ENERGÉTICO** produciendo energía alternativa fotovoltaica incluido como política a promover en la Unidad de Gestión Ambiental donde se ubica el proyecto.

II.1.2 Objetivo del proyecto.

El Proyecto incrementará la capacidad instalada de energía generada a partir de fuentes renovables, lo que reducirá la demanda de energía de producción convencional basada en combustibles fósiles y contribuirá al desplazamiento de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes derivados de la generación de energía basada en hidrocarburos.

II.1.3 Ubicación física.

El proyecto se encuentra ubicado aproximadamente a 16 km hacia el Noroeste del poblado de Bacalar, Municipio de Bacalar, Quintana Roo. El acceso principal al polígono del proyecto es la carretera federal 307 Chetumal-Cancún.

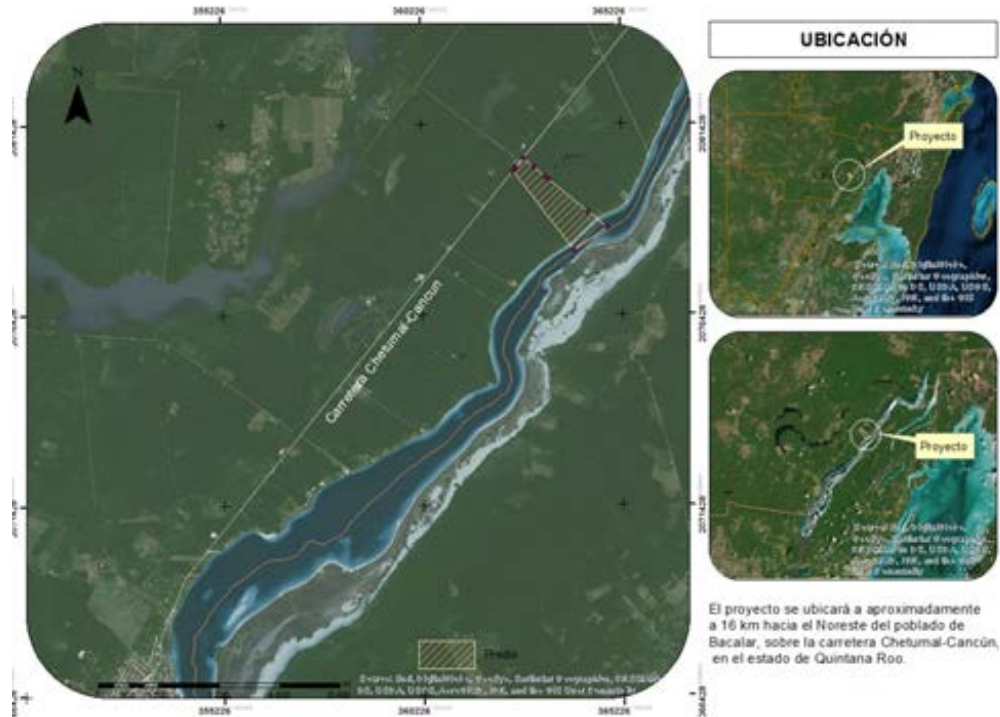


Figura II.1. Ubicación del predio donde se realizará el proyecto.

Las coordenadas UTM de los puntos extremos del proyecto son las siguientes:

Tabla II.1. Coordenadas UTM del predio donde se desarrollará el proyecto (Datum WGS 84).

Vértices	X	Y
1	362777.5000	2080515.0800
2	363036.0393	2080289.6261
3	363328.1515	2080034.8978
4	363414.6709	2079959.4513
5	364390.8914	2079108.1813
6	364865.8300	2078694.0400
7	364015.0001	2078089.0000
8	362517.7100	2080176.7200
9	362525.7002	2080187.1268
10	362587.2604	2080267.3053
Superficie 1, 930,954.93 m²		

II.1.4 Inversión requerida.

El desarrollo del proyecto requerirá de un monto de inversión de aproximadamente \$ 87, 824,911.02 USD (ochenta y siete millones, ochocientos veinte cuatro mil novecientos once dólares americanos, con dos centavos).

Respecto a la ejecución de recursos para aplicar las medidas de prevención y mitigación pertinentes se pretende destinar aproximadamente \$**2,905,250.45** (Dos millones novecientos cinco mil doscientos cincuenta 45/100 M.N.).

II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en una zona rural, donde carecen de todos los servicios públicos; dentro del predio no se cuenta con servicios de agua potable o tendido de electricidad, tampoco se encuentra actualmente habitada.

El proyecto cuenta con vía de acceso carretero, en este caso la carretera de Chetumal-Cancún (Carretera Federal 307), que colinda con el predio del proyecto por el noreste. A lo largo de esta carretera corre la línea de transmisión CFE, con la que se conectará el circuito eléctrico del proyecto con la red eléctrica nacional.



Fotografía II.1. Vista del acceso al predio. *A la izquierda:* Vialidad de carretera federal 307. *A la derecha:* Entrada, donde también se puede ver línea de transmisión de la CFE (Fuente: Google earth, 2016).

La zona habitada más cercana son los ejidos de Buena Vista, Miguel Hidalgo y Costilla, además de la Cabecera Municipal, la población de Bacalar a 16 kilómetros, donde además de contar con los servicios básicos, se puede abastecer de insumos y servicios que se requieren para la ejecución de proyecto:

- *Agua:* Se utilizará agua purificada en garrafones y se adquirirá en establecimientos comerciales, siendo destinada al consumo del personal que labore en las diferentes actividades. El agua necesaria para las actividades de preparación del sitio y construcción será proporcionada por pipas contratadas.

- *Mantenimiento y abastecimiento de diésel y gasolina:* Para el funcionamiento de los diferentes tipos de maquinaria y vehículos que serán utilizados para la remoción de la vegetación y actividades de construcción.
- *Mano de obra:* Para la operación de la diversa maquinaria durante la ejecución del cambio de uso de suelo proyecto, obras y actividades provisionales, se requiere de mano de obra capacitada, que podrá ser contratada en las localidades más cercanas al proyecto, así como la construcción del proyecto.

Durante las actividades de operación del proyecto, se requerirán también los siguientes servicios:

- *Agua:* para la limpieza semestral de los paneles, se contratará una pipa de agua a una empresa autorizada.
- *Mano de obra:* para las actividades de operación del mismo, se requiere de mano de obra capacitada, que podrá ser contratada en las localidades más cercanas al proyecto.

Dada las características técnicas y constructivas del proyecto, en la etapa de operación el sitio no requiere de servicios adicionales. Se contempla instalar para el proyecto equipo remoto de control y comunicaciones, barda perimetral para la subestación.

- *Caminos de circulación:* El acceso principal al predio es a través de la carretera Chetumal-Cancún, el cual cuenta con un camino rustico (brecha).

En el caso de los residuos sólidos generados serán trasladados a un sitio de disposición final autorizado (basurero municipal).

II.2 Características particulares del proyecto.

II.2.1 Programa de trabajo.

El programa de trabajo tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los períodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de éstas; con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos.

Se observa que la duración total del proyecto en las etapas de preparación y construcción será de **36 meses (3 Años)**.

Dentro del programa de trabajo se incluyen los tiempos necesarios para la obtención de Permisos, Licencias o Autorizaciones, que este tipo de proyectos requiere, para ello los tramitará ante las diferentes Dependencias Federales, Estatales y Municipales, con la oportunidad debida, para cumplir con las Leyes, Reglamentos y Normas que le resultan aplicables.

Las actividades programadas para el desarrollo del proyecto se contemplan en la siguiente tabla:

Tabla II.2. Programa general de trabajo.

Años	1												2												3			4	5	6	...	40				
Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	...	34	35	36								
Adquisición de Permisos, Autorización y Créditos.	█	█	█	█	█	█																														
Implementación del plan de protección de flora y fauna						█	█	█	█	█	█	█																								
Desmante y despalme								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																
Excavación, Nivelación y Compactación										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
Instalación de pilotes (estructuras metálicas)														█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Instalación de paneles solares															█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Instalación del sistema eléctrico																█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
Instalación de la subestación eléctrica																																				█
Vallado perimetral																																				█
Monitorización																																				█
Comisionamiento																																				█
Operación de la planta																																				█
Actividades de mantenimiento																																				█

	PREPARACIÓN DEL SITIO
	CONSTRUCCIÓN
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.2.2 Representación gráfica regional.

Regionalmente, el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Región Yucatán Este y Cuenca Bahía de Chetumal y Otras, respecto a las demás regiones hidrológicas del estado de la península de Yucatán:

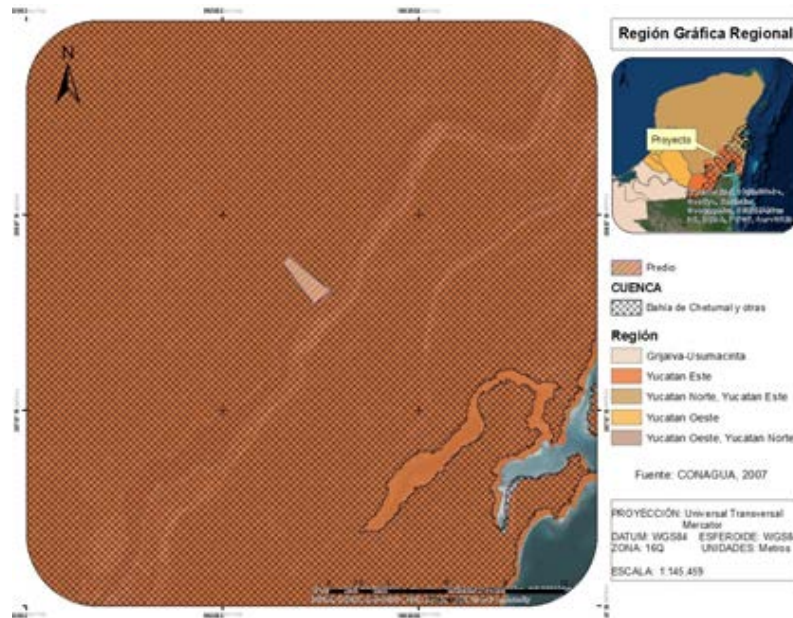


Figura II.2. Representación gráfica regional del proyecto.

II.2.3 Representación gráfica local.

El predio donde se realizará el proyecto se localiza al sur del estado de Quintana Roo, dentro del Municipio de Bacalar. Se encuentra adyacente a la carretera Chetumal-Cancún; aproximadamente a 16 km de la cabecera municipal que es la ciudad de Bacalar:

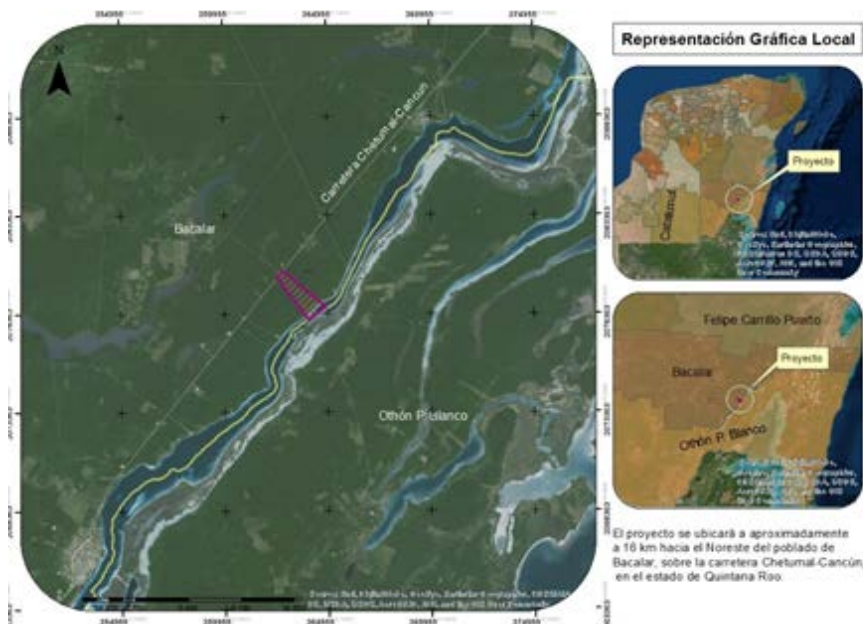


Figura II.3. Representación gráfica local del Proyecto.

II.2.3.1. Dimensiones del proyecto.

La superficie total del predio es de **1’930,954.93 m²**, y se considera realizar el cambio de uso de suelo en el 69 % del predio (**1,332,358.901 m²**), donde se realizará la construcción e instalación de los paneles solares o fotoceldas, inversores, área de maniobras, caminos y subestación; manteniendo el **31 % (598,596.028 m²)** de la superficie del predio como áreas de conservación (**Figura II.4**).

En la siguiente tabla se indica la **SUPERFICIE DE OCUPACIÓN** sobre el suelo del predio actualmente ocupado por la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia (terreno forestal).

Tabla II.3. Superficies de los usos del predio donde se desarrollará el proyecto.

	ÁREAS	SUPERFICIE (ha)	Superficie m2	PORCENTAJE (%)
	Conservación	59.860	598,596.03	31
CUSTF	Inversores	0.038	378.00	69
	Paneles	97.427	974,269.60	
	Maniobras y caminos	34.007	340,071.07	
	Subestación	1.764	17,640.23	
	TOTAL	193.095	1,930,954.93	100

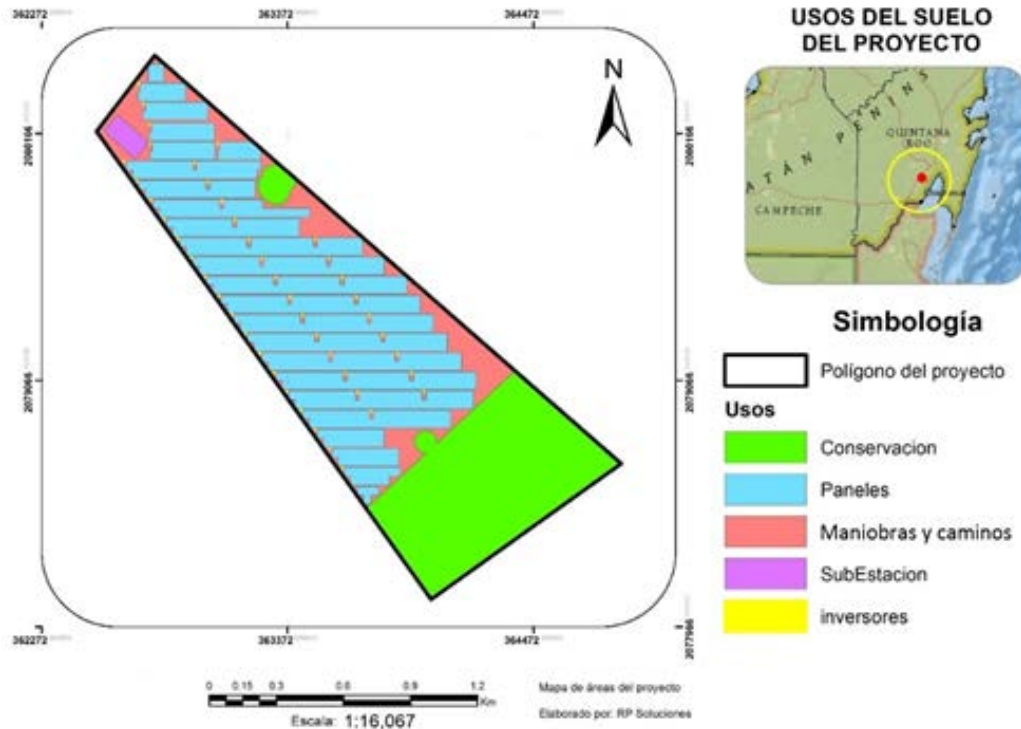


Figura II.4. Usos que se le pretenden dar al suelo del predio bajo estudio

Como se puede observar en la imagen anterior, se dividen los diversos usos que se le darán al suelo, en los cuales se realizará el CUSTF, con excepción de las áreas de conservación, en las cuales no se realizará actividad alguna. Las áreas denominadas “maniobras y caminos” solo servirán como conexión para el personal entre los diversos paneles.

Delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados.

Posteriormente y con base en imágenes de satélite recientes, verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales, mismas que se proyectaron a manera de polígonos forestales del proyecto utilizando el Software ArcMap 10.3 (Ver Planos en sección de anexos).

Dado que el polígono a ocuparse por el proyecto presenta vegetación con vocación forestal (**133.095 ha**), se realiza el presente Documento Técnico Unificado para el Cambio de Uso del Suelo (Ver Plano del polígono que se solicita para el Cambio de Uso de Suelo en la sección de anexos).

Tabla II.4. Área de la superficie forestal presente dentro del predio del proyecto.

POLÍGONOS CUSTF	OBRA A CONSTRUIRSE	SUPERFICIE (ha)
1	Inversores	0.038
2	Paneles	97.427
3	Maniobras y caminos	34.007
4	Subestacion	1.764
TOTAL		133.236

A continuación, se presenta las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF); mismos que se pueden verificar en la sección de aneoxos.

Tabla II.5. Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF para el proyecto.

V	X	Y	10	363302.499	2080025.178	20	363277.108	2080016.022
1	362517.710	2080176.720	11	363300.675	2080024.755	21	363275.512	2080014.878
2	362777.500	2080515.080	12	363293.085	2080022.746	22	363273.994	2080013.633
3	363328.152	2080034.898	13	363291.119	2080022.153	23	363272.562	2080012.291
4	363326.050	2080032.830	14	363290.061	2080021.772	24	363271.220	2080010.858
5	363325.663	2080032.449	15	363289.761	2080021.657	25	363269.974	2080009.340
6	363317.365	2080028.415	16	363283.074	2080019.104	26	363268.831	2080007.745
7	363316.978	2080028.278	17	363282.294	2080018.794	27	363267.794	2080006.077
8	363305.503	2080025.619	18	363280.506	2080017.984	28	363266.869	2080004.346
9	363304.436	2080025.498	19	363278.775	2080017.058	29	363266.715	2080004.030

30	363261.338	2079992.797	73	363252.870	2079889.395	116	363406.865	2079940.636
31	363260.682	2079991.325	74	363254.212	2079887.962	117	363407.675	2079942.424
32	363259.991	2079989.488	75	363255.644	2079886.620	118	363407.707	2079942.503
33	363259.421	2079987.609	76	363255.893	2079886.404	119	363414.671	2079959.451
34	363259.146	2079986.432	77	363266.936	2079876.933	120	363708.913	2079702.448
35	363258.975	2079985.698	78	363268.204	2079875.903	121	363905.745	2079530.034
36	363258.656	2079983.768	79	363268.271	2079875.852	122	364370.379	2079126.068
37	363257.141	2079980.432	80	363269.778	2079874.702	123	364224.226	2078985.335
38	363255.693	2079977.242	81	363279.956	2079866.855	124	364094.620	2078868.761
39	363247.403	2079967.000	82	363280.267	2079866.539	125	364033.990	2078814.712
40	363246.922	2079966.389	83	363281.700	2079865.197	126	364030.688	2078820.079
41	363245.778	2079964.794	84	363283.218	2079863.952	127	364026.738	2078824.989
42	363244.742	2079963.127	85	363284.813	2079862.808	128	364022.201	2078829.362
43	363243.816	2079961.395	86	363286.343	2079861.852	129	364017.151	2078833.130
44	363243.006	2079959.607	87	363293.530	2079857.651	130	364011.667	2078836.233
45	363242.314	2079957.770	88	363293.667	2079857.571	131	364005.835	2078838.622
46	363241.745	2079955.891	89	363295.399	2079856.646	132	363999.750	2078840.258
47	363241.299	2079953.979	90	363297.187	2079855.835	133	363993.508	2078841.116
48	363241.198	2079953.448	91	363299.024	2079855.144	134	363987.206	2078841.182
49	363240.642	2079950.363	92	363300.594	2079854.659	135	363980.947	2078840.455
50	363240.423	2079948.958	93	363305.246	2079853.359	136	363974.829	2078838.946
51	363240.260	2079947.410	94	363305.554	2079853.274	137	363968.949	2078836.680
52	363239.153	2079933.429	95	363307.466	2079852.829	138	363963.401	2078833.692
53	363239.124	2079933.023	96	363309.403	2079852.509	139	363958.273	2078830.030
54	363239.060	2079931.080	97	363311.357	2079852.316	140	363953.646	2078825.752
55	363239.059	2079929.861	98	363311.974	2079852.282	141	363949.594	2078820.927
56	363239.123	2079927.899	99	363318.713	2079851.980	142	363946.181	2078815.630
57	363239.315	2079925.945	100	363319.576	2079851.784	143	363943.462	2078809.945
58	363239.635	2079924.008	101	363327.464	2079851.615	144	363941.479	2078803.964
59	363240.081	2079922.097	102	363342.147	2079851.301	145	363940.264	2078797.781
60	363240.258	2079921.512	103	363351.512	2079855.273	146	363939.836	2078791.494
61	363240.651	2079920.218	104	363357.769	2079858.966	147	363940.203	2078785.203
62	363240.822	2079919.728	105	363364.450	2079866.099	148	363941.358	2078779.009
63	363241.505	2079917.826	106	363365.360	2079867.550	149	363943.282	2078773.009
64	363244.909	2079905.356	107	363373.202	2079880.874	150	363945.947	2078767.298
65	363245.442	2079903.614	108	363373.329	2079881.091	151	363949.308	2078761.968
66	363245.861	2079902.458	109	363374.254	2079882.822	152	363953.313	2078757.103
67	363247.436	2079898.377	110	363374.846	2079884.097	153	363957.898	2078752.781
68	363247.708	2079897.695	111	363382.873	2079902.499	154	363962.990	2078749.069
69	363248.519	2079895.906	112	363392.438	2079919.989	155	363912.863	2078707.266
70	363249.444	2079894.175	113	363404.256	2079936.309	156	363791.144	2078613.925
71	363250.481	2079892.508	114	363404.902	2079937.238	157	363693.715	2078536.979
72	363251.624	2079890.912	115	363405.939	2079938.905	158	362517.710	2080176.720

II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

Preparación del sitio

Tiene como objeto acondicionar el terreno para realizar la instalación de una forma adecuada y de acuerdo con las condiciones del terreno buscando con ello la menor afectación ambiental posible.

La preparación del sitio incluye principalmente la delimitación de las áreas propuestas para el Cambio de Uso de Suelo que consiste en reabrir brechas y fijando tiras de plástico visible con la leyenda “límite del área de desmonte” esto para que no se afecte el área circundante.

El polígono del proyecto se encuentra actualmente con una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y cubierta por especies herbáceas, arbustivas y arbóreas con vocación forestal. Este será el tipo de material que se removerá por el CUS para el establecimiento del proyecto.

i. Trazo topográfico y delimitación de áreas de desmonte.

Delimitación física de la superficie (referencias fijas) que será ocupada por la infraestructura permanente, según el diseño del proyecto antes mencionado. En esta actividad participa una brigada de topógrafos conformada cuando menos por 5 personas.

ii. Rescate de flora.

Antes de dar inicio a las actividades de desmonte y despalme del área del proyecto, se llevará a cabo un recorrido con la finalidad de seleccionar los individuos (plantas sanas y vigorosas) susceptibles de rescate en el interior de los polígonos previstos para el cambio de uso de suelo, para que éstos sean posteriormente llevados a sitios que, por sus características, permitan su reubicación y que los ejemplares puedan continuar con su desarrollo natural. De esta manera, los ejemplares serán inventariados y los sitios de trasplante serán georeferenciados para posterior seguimiento de la actividad.

iii. Rescate de fauna.

Previo a la remoción de la vegetación, se realizará un recorrido por las áreas a desmontar generando ruido para ahuyentar y/o en su caso rescatar y reubicar aquellas especies de fauna que se encuentran presentes en las áreas sujetas a afectación, independientemente de su inclusión o no en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, realizando dichas acciones de manera manual con el apoyo de personal técnico capacitado en la materia. Adicionalmente, estará prohibido coleccionar, cazar, trampear, azuzar o dañar las especies de fauna silvestre que sean observadas en el interior de los predios durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

iv. Desmonte y despalme.

El polígono del proyecto se encuentra actualmente con cubierta vegetal dominada predominantemente por especies arbóreas y arbustivas entre 3-15 m de altura (**Figura II.5**). El tipo de material por remover será primordialmente de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo.

Las actividades de desmonte y despalme se inician una vez que se liberan las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna silvestre.

A. Ejecución de los trabajos. Se realizará la limpieza general del área y posteriormente el despalme y desmonte, removiendo la vegetación y la primera capa del sustrato. Para realizar lo anterior se utilizará un tractor D-8 capaz de remover la capa vegetal desde la raíz. Consistirá en el derribo de arbolado y arbustos de manera direccional seguida de la ejecución de un

procedimiento de supervisión ambiental. Esta actividad será apoyada con personal equipado con herramienta manual para realizar el desmonte fino. Los residuos vegetales y de despalme (piedras y tierra) generados serán segregados y acumulados en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del predio, hasta su disposición final.

B. Tipo de material por remover. Los materiales por remover son los que conforman la primera capa de suelo (tierra y piedras), así como rocas medianas y grandes, herbáceas, diferentes arbustos y árboles jóvenes de la vegetación secundaria.

C. Forma de manejo, traslado y disposición final de material de desmonte. Los residuos vegetales generados se acumularán temporalmente en el área afectada, dentro del terreno, hasta finalizar la fase de despalme. Estos residuos serán trozados (los troncos y ramas mayores) con ayuda de herramienta manual. Se mantendrán separados de otros tipos de residuos y se trasladarán al relleno sanitario autorizado para su disposición final mediante camiones de volteo de 3-4 m³. Con ayuda de cargador frontal o retroexcavadora, serán apilados en los transportes para evitar caídas durante el traslado y para optimizar el espacio de carga. Este material removido deberá cubrirse durante su traslado a través de lonas para evitar su dispersión.

El material residual de despalme se separa y clasifica para el aprovechamiento de los materiales pétreos en labores de nivelación y la tierra vegetal mediante cernido para que se utilice durante la reforestación en las áreas de conservación (claros sin vegetación) establecidas en el proyecto.

D. Sitios establecidos para la disposición de los materiales excedentes. Los residuos vegetales generados serán trasladados al relleno sanitario o en donde la autoridad competente lo dictamine. Los excedentes del despalme, que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos.

Los residuos leñosos producto del desmonte, podrán ser aprovechados como leña y materiales de construcción, para lo cual se tramitará ante SEMARNAT los permisos correspondientes. Aquel material que no cumpla con las características requeridas, será trozado y esparcido en las áreas verdes o de conservación, con la finalidad de restituir la materia orgánica y los minerales al suelo, a través del proceso natural de descomposición.

En caso de no haber demanda de los productos forestales (leña), estos serán trozados y esparcidos en las áreas destinadas a la conservación; o bien serán enviados a un sitio de disposición autorizado.

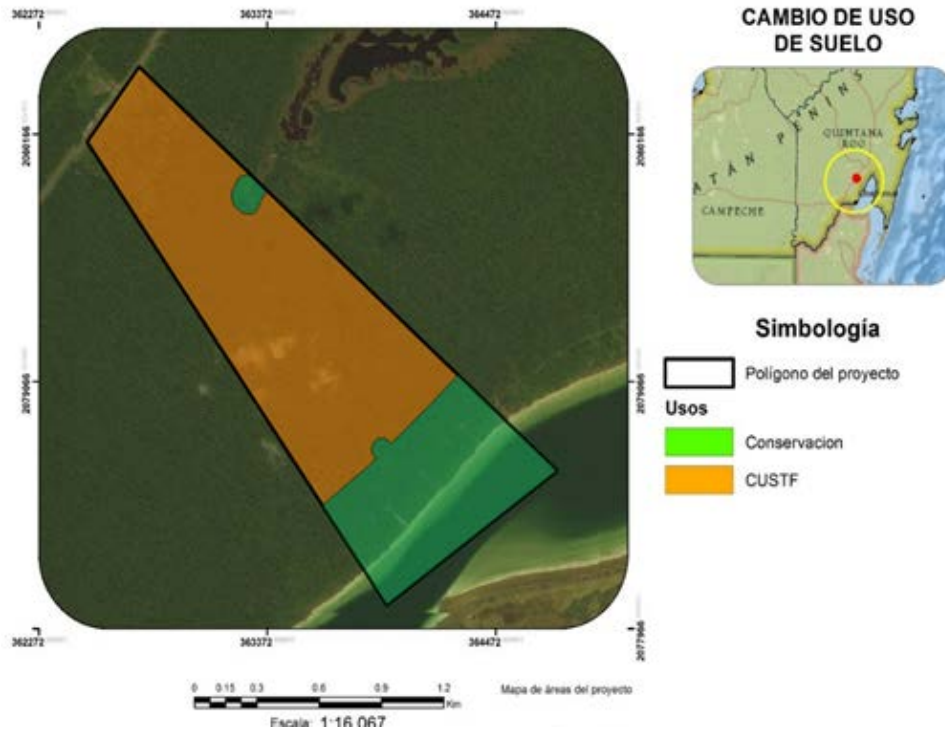


Figura II.5. Áreas a desmontar en el proyecto

v. Zanjado para la red de conducción eléctrica.

Se evitará en la medida de lo posible un movimiento excesivo de tierras, prefiriéndose volcar los esfuerzos de diseño en el sistema de soporte para que se adapte en la medida de lo posible a los desniveles existentes del terreno.

No se encuentra prevista la aportación de suelo o tierras externas el terreno se encuentra nivelado, ya que solo se compactará las áreas donde se realizará la instalación. No obstante en caso de requerirse, se obtendrá el material pétreo de bancos de materiales debidamente autorizados.

La excavación de las zanjas deberá de realizarse mediante medios mecánicos. La tierra extraída deberá de ser apilada en el lateral de la zanja sin que ello suponga un obstáculo para el correcto desarrollo de los trabajos.

Las zanjas deberán de tener un lecho de arena sobre el cual se tenderán los tubos, en caso de ser necesario, la técnica es utilizada cuando hay un fondo rocoso que pudiera dañar o afectar los conductos.

- **RED DE TIERRAS.** Se ejecutaran mediante el tendido de un *conductor de cobre* en fondo de zanja, que una mediante latiguillos conectados a la estructura todas las filas, creando una instalación equipotencial.
- **CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS** para la Red de Baja Tensión (Interconexión Cajas de Agrupación – Inversores) tendida bajo tubo y en las misma zanja discurre la Red de Media Tensión y Cable de Comunicaciones (Interconexión Centros de Transformación hasta Subestación) en arena.

El rendimiento de excavación de zanja, tendido de arena y tubos PVC y tapado es aproximadamente de 400 m por retroexcavadora, en este caso es necesario coordinar el tapado de zanja con el tendido de cable de MT.

Tras la instalación de los tubos de PVC, las zanjas deberán de ser rellenadas con el mismo material de extracción (siempre y cuando no suponga un inconveniente para la buena ejecución de las zanjas) y debidamente compactado acorde a la normativa local.

Una vez que se han descrito las actividades a realizar como parte de la preparación del sitio donde se desplantarán las obras del proyecto, a continuación, se describirá el proceso constructivo.

Construcción

En este rubro se describen las obras permanentes, asociadas y sus correspondientes actividades de construcción, señalando las características de dichas obras que potencialmente deriven en la generación de impactos al ambiente; así como las medidas que se tomarán para reducir sus efectos negativos.

Durante las etapas de construcción e instalación de los paneles solares, además de la obra civil como vallado (cercado), inversores, subestación; se requerirán materiales de construcción como arena y grava los cuales serán adquiridos mediante licitación con proveedores locales teniendo como condicionante para la contratación que cuente con bancos de extracción de material autorizados y se notificará la ubicación de los bancos de extracción a la SEMARNAT.

i. Protección o vallado.

El recinto del parque solar deberá de ser debidamente protegido con valla perimetral. La tipología del vallado deberá de ser consultado en todo caso para que se valore la factibilidad de la instalación de dicha tipología de cerramiento. En cualquier caso, el diseño propuesto en este documento podrá sufrir variaciones para asegurar la adaptabilidad del mismo a la normativa local.

ii. Red de caminos.

Se acondicionará una red de caminos internos con anchura suficiente para facilitar el paso de vehículos por dentro del parque y ser utilizados durante toda la vida útil del proyecto. Los caminos internos serán desarrollados dentro del área de maniobras, en los cuales se usará suelo nativo compactado, grava, o algún material similar para conformarlo.

En cuanto a caminos de acceso al predio del proyecto, se tendrá un entronque que derivará de la carretera principal. El entronque principal tendrá un ancho de 6 m y 33 m de longitud y estará ubicado al lado de la subestación eléctrica.

La entrada de acceso principal ya cuenta con un camino, sin embargo este será utilizado para el inicio de preparación del sitio.

iii. Estructuras metálicas de soporte (trackers).

Para llevar a cabo el montaje de los paneles fotovoltaicos del proyecto se procederá inicialmente con la colocación de las estructuras metálicas, para lo cual se llevará a cabo el hincado de los perfiles (pilotes) directamente al suelo o en concreto colado en sitios que ejercerán la función de pilar de la

estructura así como un travesaño en el que se apoyarán dos perfiles longitudinales y transversales donde descansarán los paneles fotovoltaicos, tal como se ejemplifica a partir de la siguiente imagen:



Fotografía II.2. Ejemplificación de maquinaria utilizada para el hincado de perfiles en un parque solar¹.

iv. Sistema estructural.

El diseño del parque solar se ha planteado con seguimiento horizontal para la estructura del soporte de los módulos fotovoltaicos. En la siguiente figura se muestra un ejemplo:

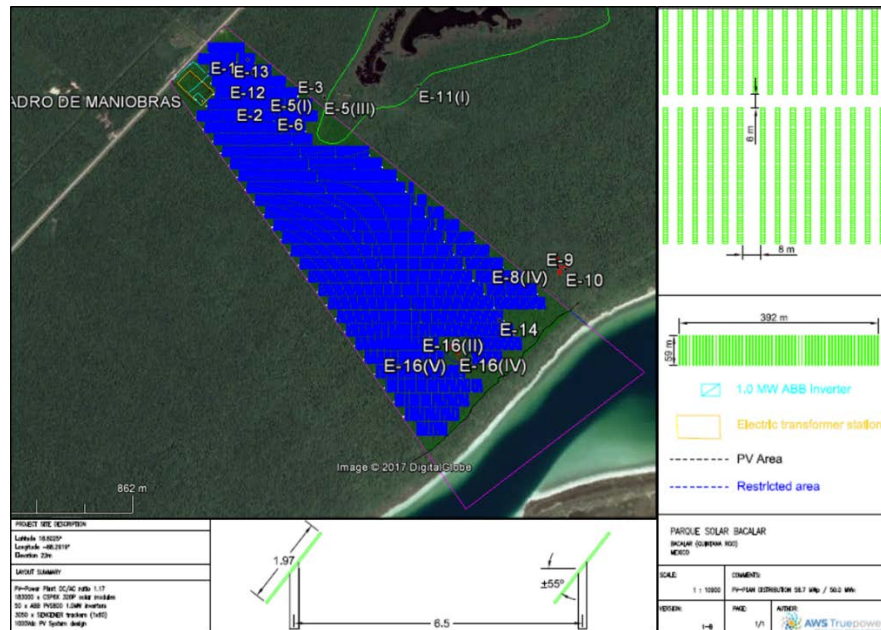


Figura II.6. Sistema estructural del Parque Solar Andrés Quintana Roo.

¹http://www.orteco.com/es/modelli_hd.php

Este sistema, realiza el movimiento de los módulos sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur, mediante un seguimiento automático de la posición del sol a lo largo del día controlado por un algoritmo, asegurando así la máxima producción de los paneles en cada momento.

v. Montaje del actuador y el circuito hidráulico.

Una vez instaladas las vigas y los ejes sobre los pilares, se instalará el cilindro hidráulico mediante bulones. Después, se procederá a la instalación de las bombas y las mangueras hidráulicas y por último se colocarán las uniones entre ambas. Este proyecto contará un sistema de seguimiento horizontal el cual permite continuar la trayectoria del sol a lo largo del día:



Figura II.7. Sistema de seguimiento (Fuente: Next Energy).

vi. Montaje de paneles.

Una vez colocada la estructura se instalarán los módulos fotovoltaicos. Se puede proceder de dos formas, o bien montando los módulos sobre los largueros y luego llevando el conjunto sobre las vigas o montando primero los largueros sobre la estructura y después colocar los módulos directamente. Módulo policristalino E20™ de 435 Wp con 128 celdas, marco de aluminio, eficiencia de celda de 22.5 % y garantía de límite de potencia de 25 años (**Figura II.8**). En el proyecto se ha considerado una inclinación de paneles de 55° y una separación entre filas de 6.5 m (**Figura II.9**).

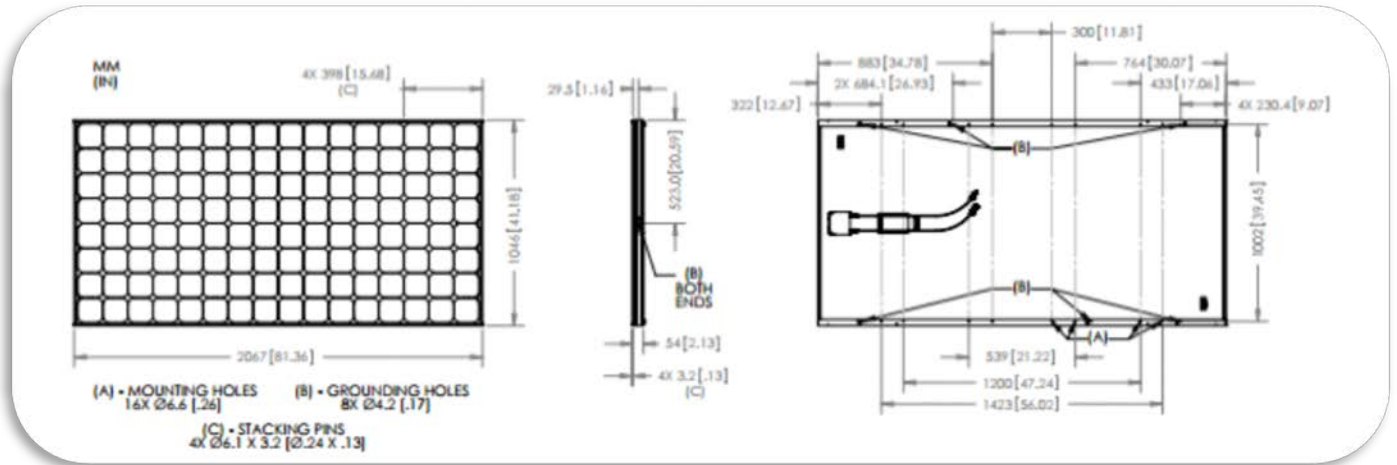


Figura II.8. Detalles de las dimensiones del módulo (Fuente: Next Energy).

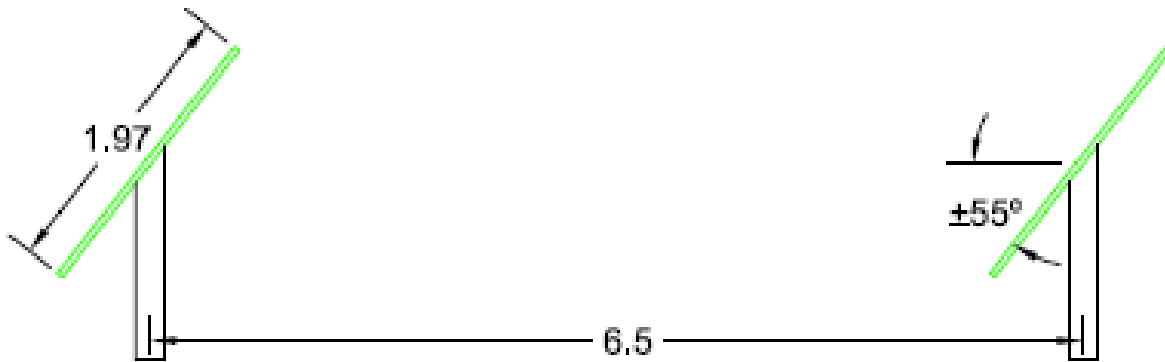


Figura II.9. Medidas de Inclinación, tamaño y distancia entre paneles (Fuente: Next Energy).

vii. Montaje de agrupación de strings en la estructura.

Es el anclaje de las cajas agrupadores a la propia estructura del tracker.

viii. Montaje de los centros de transformación.

Se realizarán las *losas de hormigón* para la cimentación de los centros de transformación con los correspondientes canales para el entubado de los cables de entrada y salida desde el generador fotovoltaico y hacia las líneas de evacuación. La instalación de los centros de transformación se realizarán cuando el hormigón de la losa alcance la resistencia de diseño.

Los centros de transformación son prefabricados (contenedores metálicos de 40 ft indivisibles), para su descarga e instalación sobre la cimentación construida in situ, como lo ejemplifica la siguiente figura:



Figura II.10. Edificios prefabricados de hormigón (maniobra exterior)².

ix. Montaje eléctrico.

Se divide en las principales fases siguientes:

- Una vez completado el montaje de estructura y módulos de un campo se inicia el tendido de cable, de manera que no haya interferencia entre los equipos de montaje eléctrico con el montaje mecánico.
- TENDIDO Y CONEXIÓN DE STRINGS. Para el tendido del cable de string el cable se va fijando a los marcos de los paneles mediante grapas. La conexión es directa entre los conectores macho y hembra MC4.
- TENDIDO DEL CABLE DC HASTA CAJAS DE AGRUPACIÓN e INVERSORES. Este cable va tendido por la propia estructura hasta las Cajas de Agrupación (Combiner Box) y desde éstas hasta el inversor va enterrado mediante tubo de PVC, inversor de corriente de 1.50 MW con eficiencia del 99% (**Figura II.11**).
- CONEXIÓN DE CABLE DC EN COMBINER BOX e INVERSORES.
- TENDIDO DE CABLE DE MEDIA TENSIÓN. Una vez abierta la zanja, se realiza el tendido del cable de media tensión.
- CONEXIÓN DE CABLE DE MEDIA TENSIÓN EN LAS CELDAS MT, de cada uno de los centros de transformación. Un equipo se encarga de la preparación de los terminales de los cables de MT, y su conexionado.

² Guía de soluciones. Parques fotovoltaicos. Schneider electric. Pág. 44.

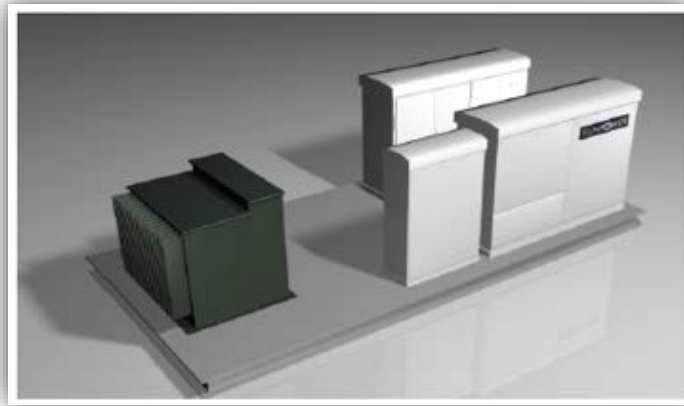


Figura II.11. Características del inversor (Fuente: Next Energy).

x. Subestación Eléctrica.

Se contempla la construcción de una subestación eléctrica elevadora. Dicha subestación se ha proyectado con dos transformadores de tensión. En este punto cabe destacar que dicha instalación queda sujeta a cuantas modificaciones estime oportunas realizar la CFE en sus condiciones de acceso a la red de distribución.

El recinto estará vallado en su totalidad por un enrejado de 2,20 metros de altura, provisto de señales de advertencia de peligro por alta tensión, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a toda persona ajena al servicio.

Las partes metálicas de la estructura deberán estar unidas entre sí, y a la vez estarlo a la red equipotencial de tierras para asegurar un sistema de conexión de tierras IT en el generador fotovoltaico.

Una vez instalada la subestación se realizarán todas las verificaciones, ajustes y pruebas necesarias que requerirán los equipos para asegurar su correcto estado físico, su montaje, y disponibilidad para su puesta en servicio.

xi. Sistema de monitorización.

Se instalará un sistema de monitorización de la instalación fotovoltaica que permitirá hacer un seguimiento remoto, facilitando así el mantenimiento y la detección de averías.

A tal efecto, se instalarán distintos componentes que el mismo fabricante de inversores facilita y que nos permitirán la visualización, almacenamiento y posterior procesamiento de los datos de la instalación fotovoltaica para su seguimiento remoto.

En paralelo con estas actividades se realizará la instalación del sistema de seguridad, sistema de monitorización, como se ejemplifica en las siguientes imágenes:



Figura II.12. Ejemplificación del sistema de monitoreo en un parque solar³.

xii. Estación meteorológica.

La estación de medición con seguimiento está conformada por un Datalogger que registra los siguientes parámetros cada 10 min. El intervalo de tiempo de registro es programable.

- Radiación Global sobre el plano horizontal
- Radiación Directa sobre plano normal
- Radiación Difusa sobre plano horizontal
- Velocidad y dirección de viento
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa
- Presión atmosférica
- Precipitación

xiii. Personal requerido.

Durante la etapa de construcción se requiere de personal especializado para el desarrollo de las actividades descritas con anterioridad. La empresa constructora realizará las contrataciones y será la responsable de los mismos.

En la siguiente tabla se enlistan las características y número del personal requerido:

Tabla II.6. Personal requerido para la construcción.

Personal	Número
Ingeniero residente	2
Oficial de albañilería	6
Oficial carpintero obra negra	4
Oficial electricista	5
Oficial ferrero	4
Oficial pintor	4
Peón	150
Ayudante	90

³<http://www.videovigilancia.eu.com/blog/videovigilancia/video-vigilancia-en-plantas-fotovoltaicas>

Almacenista	3
Topógrafo	5
Residente de obra	2
Total	275

II.2.4.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Se construirán almacenes temporales, estos estarán contruidos con vigas de madera, con techo de láminas galvanizadas y forradas con lámina de cartón, estos serán utilizados como bodegas de materiales y herramientas diversas, así como para la vigilancia diurna y nocturna y zona sombreada para que tomen sus alimentos los trabajadores, estos almacenes se ubicaran dentro del área de trabajo y serán desmantelados cuando se concluya la obra.

Se instalarán letrinas provisionales para el uso de los trabajadores y personal involucrado en la obra, considerando 1 letrina por 15 personas.

Para el acopio y recolección de los residuos sólidos inorgánicos que fueran generados durante las actividades, los cuales se espera sean mínimos, se contarán con botes con tapa en el almacén temporal, así como en los sitios cercanos a las áreas de trabajo y los sitios donde los trabajadores realicen sus comidas.

II.2.4.2 Descripción de obras asociadas al proyecto.

Por la naturaleza del proyecto, no se considera realizar obras o actividades asociadas, ya que durante la etapa de operación la demanda de insumos y servicios será cubierta con la infraestructura presente en la zona.

II.2.5 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

En la tabla siguiente se presenta el área total del predio, la que se solicita para CUSTF y la que permanecerá como área de conservación por el proyecto “Parque Solar Andrés Quintana Roo”, tal como se presenta:

Tabla II.7. Superficie para CUSTF que se solicita en el trazo bajo estudio.

USOS	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
CONSERVACIÓN	59.860	31
ÁREA DE CUSTF (Inversores, Paneles, Sin uso y Subestación)	133.236	69
TOTAL	193.095	100.00

Como se puede observar, la superficie para la cual se solicita cambio de uso del suelo es de **133.236 ha** y será la superficie para la cual se realizarán los cálculos para definir las existencias de recursos forestales y de madera.

Para conocer las especies presentes y estimar el volumen de madera que puede aprovecharse en el área forestal del predio, se realizaron recorridos preliminares, en los que se observó el estado general de la vegetación. Con base a lo observado en los recorridos, se hicieron muestreos de la vegetación, mediante sitios de inventario localizados en las zonas forestales del predio.

SITIOS DE MUESTREO

En total se trazaron **15 sitios de muestreo** con formas rectangulares de 1,000 m² (50 m de longitud x 20 m de ancho) para las estimaciones de recursos forestales a remover por el Cambio de Uso del Suelo que se solicita (**Figura II.13**). En cada sitio de muestreo se midieron todos los árboles presentes a partir de 5 cm de diámetro normal (DAP a 1.30 m); también se registró el nombre común y científico de cada árbol y su altura total, así como también se tomaron las coordenadas UTM Zona 16Q centrales de cada sitio de muestreo.

Adicionalmente, se levantaron 5 sitios de muestreo fuera del polígono para comparar la vegetación existente en la zona, los sitios fueron de la misma forma y dimensión y se midieron todos los árboles presentes con DAP mayor o igual a 10 cm. Las cordenadas de ubicación de los sitios externos al polígono se presentan en la tabla II.8b.

Las coordenadas UTM Zona 16Q que ubican los sitios de muestreo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II.8. Coordenada central de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

SITIOS	X	Y	SITIOS	X	Y
1	364144	2079078	9	363203	2079680
2	363939	2079336	10	363559	2079367
3	363588	2079599	11	363879	2079047
4	363171	2079889	12	363843	2078801
5	363060	2080057	13	363519	2078909
6	362769	2080353	14	363354	2079171
7	362645	2080181	15	363151	2079420
8	362866	2079819			

Tabla II.8b. Coordenada central de los sitios de muestreo fuera del área de estudio.

SITIO	N	W
1	18°48'21.59"	88°18'21.97"
2	18°49'57.44"	88°17'1.52"
3	18°49'58.2"	88°16'18.52"
4	18°51'53.964"	88°15'32.256"
5	18°47'37.536"	88°19'11.964"

SITIOS DE INVENTARIO FORESTAL

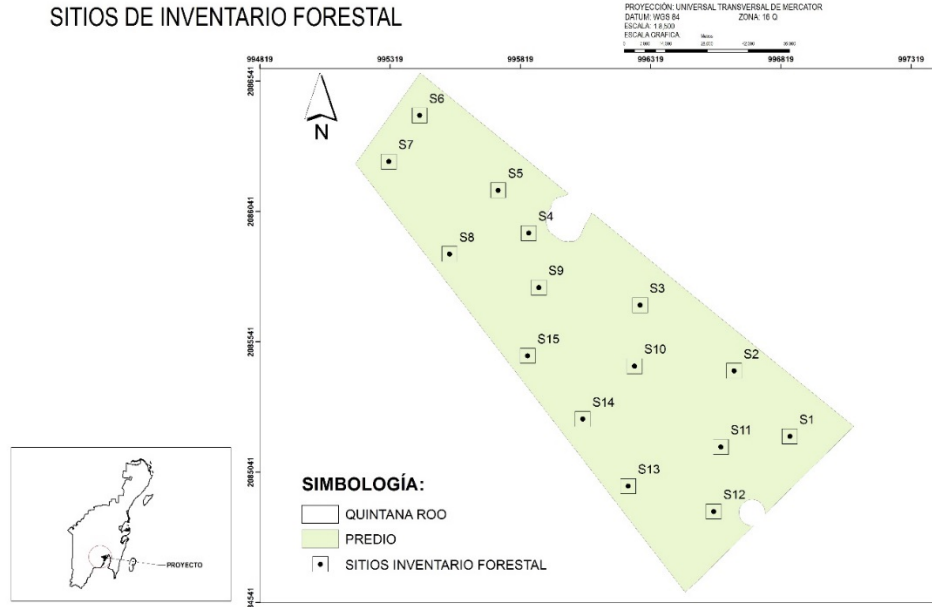


Figura II.13. Distribución de los sitios de muestreo forestal (parcelas)

CÁLCULO DE PARÁMETROS DASOMÉTRICOS

Para calcular las existencias volumétricas de los elementos arbóreos registrados en el muestreo de campo se utilizaron las siguientes formulas generales:

- **Área basal por especie y por hectárea.** Se obtiene con la siguiente fórmula y el resultado se extrapola a una hectárea.

$$AB\ sp = \left[\sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

Dónde:

d = Diámetro normal en cm.

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n.

T = Tamaño del sitio, en ha.

- **Número de árboles por hectárea.**

$$Na/ha = \frac{(N) (10,000)}{T}$$

Dónde:

N = Número de individuos de una especie.

T = Tamaño del sitio, en m².

- **Volumen por especie y por hectárea.** Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando la fórmula siguiente. El resultado se expresa en m³/ha

$$\text{Vol esp} = (\text{AB} * \text{AT} * \text{CM})/\text{T}$$

Dónde:

AB = Área basal.

AT = Altura total.

CM = Coeficiente mórfico de 65%.

T = Tamaño del sitio.

- **Intensidad de muestreo.** La relación entre el área muestreada y el área total del predio. Se estimó, a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{IM} = (n/N) * 100$$

Dónde:

IM = Intensidad de muestreo (%)

N = Tamaño de la población

n = Tamaño de la muestra

- **Grupos tecnológicos de los elementos maderables registrados en el predio.** Estos se basaron de acuerdo a la clasificación de los grupos tecnológicos de la península de Yucatán:
 1. Preciosas (Caoba, Cedro, Guayacán).
 2. Decorativas (Circote, Granadillo).
 3. Blandas tropicales (Ceiba, Pochote, Jobo, Chuum y otras especies con madera considerada como blanda).
 4. Duras tropicales (Tzalam, Pucte, Chukum y un gran número de especies con madera considerada dura o pesada).
- **Porcentaje de volumen de madera aprovechable y de desperdicio del volumen maderable total a removerse por CUSTF.** En las especies maderables se consideró un 84% de volumen aprovechable y 16 % de desperdicio, el cual se descontó del volumen total.

Considerando el muestreo de vegetación forestal efectuado en la zona y los recorridos de campo para analizar la presencia de arbolado de especies con interés, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE

Con la base señalada anteriormente se identificaron las especies y se registró el número de individuos presentes en cada uno de los sitios de muestreo, mismos que se aprecian en la siguiente tabla:

Tabla II.9. Familias, especies identificadas y número de individuos **por hectárea** en los polígonos forestales del predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
Rubiaceae	<i>Aleis yucatanensis Standl.</i>	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	19
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides Liebm. ssp. amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	1

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	22
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schltld. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	46
Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	1
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	11
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	16
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	53
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	25
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	29
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	3
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piín , sak iitsa, pochote	1
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	2
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandege in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	10
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	11
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	3
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	20
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	43
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	9
Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	1
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	25
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	1
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	4
Rubiaceae	<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	8
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	7
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	3
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	3
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	1
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	3
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. <i>leucocephala</i>	Waaxim, tumbapelo	1
Leguminosae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	8
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	100
Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	21
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	13
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	17

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NUMERO DE INDIVIDUOS
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	25
Anacardiaceae	<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	71
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	5
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	1
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	19
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	3
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	11
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	4
Leguminosae	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	4
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	1
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	20
Anacardiaceae	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	3
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. <i>cubensis</i>	K'aatal oox, corazón azul	7
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	17
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	3
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	15
TOTAL			753

Como puede observarse en la anterior, se registraron **753 individuos de plantas por hectárea**, siendo las especies más abundantes el *Lonchocarpus xuul* con 100 ind/ha, *Metopium brownie* con 71 ind/ha, *Bursera simaruba* con 53 ind/ha, *Ardisia escallonioides* con 46 ind/ha, *Cordia gerascanthus* con 43 ind/ha, *Caesalpinia gaumeri* con 29 ind/ha, *Byrsonima bucidiaefolia* con 25 ind/ha, *Ficus cotinifolia* con 25 ind/ha, *Manilkara zapota* con 25 ind/ha, entre los más importantes.

En el muestreo realizado en el predio para los cálculos de los recursos forestales se identificaron y registraron **24 familias** botánicas, **48 géneros** y **51 especies**. La familia botánica mejor representada es la *Leguminosae* con 11 géneros y 13 especies, le sigue la *Malvaceae* con 4 géneros y especies, le siguen familias como la *Rubiaceae* con dos géneros y tres especies, *Polygonaceae* con tres géneros y especies. También las familias *Simarubaceae*, *Annonaceae*, *Moraceae*, *Sapotaceae*, *Rhamnaceae*, *Euphorbiaceae*, *Anacardiaceae* y *Arecaceae* tienen de a dos géneros y especies; mientras, el resto de las familias tienen de un género y especie.

ÁREA BASAL Y VOLUMEN TOTAL DE LOS ELEMENTOS ARBÓREOS PRESENTES EN EL PREDIO

Con base en los parámetros obtenidos en los 15 sitios de inventario forestal (15,000 m²), se estimaron y obtuvieron los valores de área basal (AB) y volumen total árbol (VTA) de los elementos arbustivos y arbóreos presentes en el área de CUSTF por hectárea. En la tabla siguiente, se pueden observar los valores antes mencionados para todas las especies, con valores por hectárea.

Tabla II.10. Área basal y volumen total árbol **por hectárea** para las especies registradas en el predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AB (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	0.3	1.7
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	0.0	0.0
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	0.6	4.1
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schltl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	0.6	3.3
Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	0.0	0.1
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	1.0	7.2
Combretaceae	<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	0.3	1.7
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	2.0	13.7
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	0.3	1.8
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	0.5	3.3
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	0.0	0.1
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote	0.0	0.0
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	0.0	0.1
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	0.1	0.6
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	0.1	0.9
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	0.1	0.4
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	0.2	1.0
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	1.1	7.5
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	0.1	0.4
Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	0.0	0.0
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	0.5	3.2

Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	0.0	0.0
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	0.1	0.3
Rubiaceae	<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	0.1	0.5
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	0.2	1.5
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	0.0	0.2
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	0.0	0.3
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	0.0	0.0
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	0.0	0.2
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	0.0	0.0
Leguminosae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	0.3	2.2
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	1.6	9.9
Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	0.3	1.9
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	0.1	0.8
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	1.3	9.5
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	1.3	9.3
Anacardiaceae	<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	2.6	19.8
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	0.1	0.3
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	0.0	0.1
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	0.7	4.7
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	0.1	0.3
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	0.3	1.5
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	0.1	0.6
Leguminosae	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	0.1	0.2
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	0.0	0.0
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	0.5	3.6
Anacardiaceae	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	0.1	0.5
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	0.1	0.3
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	0.4	2.3

Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	0.0	0.2
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	0.8	6.7
TOTAL			19.1	128.9

En general, para todas las especies registradas en el muestreo forestal, se obtuvieron **19.1 m²/Ha** de **área basal** y **128.9m³/Ha** de **volumen total árbol (VTA)** por hectárea.

Para los sitios externos al polígono del CUSTF el área basal obtenida fue de 9.027 m²/ha y 62.819 m³/ha de VTA (Tabla II.10b), en esta tabla, también se observa que el promedio de número de árboles por hectárea es de 185, con un DAP promedio de 16.3 y altura total promedio de 9.9 m.

SITIO	NUM. DE ÁRBOLES	Promedio de DAP (cm)	Promedio de ALTURA (m)	ÁREA BASAL (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
1	26	15.2	9.4	5.244	33.450
2	47	15.8	10.0	11.503	85.879
3	34	20.1	10.4	11.903	85.876
4	46	14.2	9.0	8.316	48.369
5	32	16.8	10.9	8.170	60.520
Total general	185	16.3	9.9	9.027	62.819

Considerando los valores estimados de área basal y volumen por hectárea antes mencionados y tomando en cuenta la superficie forestal **133.23 ha**, se pueden estimar los volúmenes de madera que pueden obtenerse en el predio donde se llevara a cabo el proyecto y que pueden observarse en la tabla siguiente:

Tabla II.11. Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal (**133.23 ha**) del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	2483	36.6	220.4
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	177	1.1	6.6
<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	2927	81.7	540.8
<i>Ardisia escallonioides</i> Schltldl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	6120	79.3	443.2
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	177	1.4	8.1
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	1508	128.3	962.5
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	2129	42.0	229.9

<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	7095	264.0	1819.8
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	3370	43.8	245.3
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	3903	71.8	432.9
<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	355	3.7	18.8
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote	89	1.0	6.5
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	266	3.1	15.9
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	1330	16.3	83.6
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	1508	19.2	124.8
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	355	8.6	50.5
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	2661	23.6	134.3
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	5765	151.1	991.7
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	1153	9.4	56.9
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	89	1.2	5.4
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	3370	69.9	423.2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	177	0.8	3.6
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	532	7.1	45.5
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	1064	11.1	69.4
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	976	29.0	195.7
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	355	4.7	27.3
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	355	5.5	36.2
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	89	1.0	3.9
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	443	4.8	22.6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	89	1.0	4.6
<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	1064	40.2	287.6
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	13304	209.9	1318.0
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	2838	43.4	253.5
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	1774	17.8	105.6
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	2306	171.4	1264.8
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	3282	172.3	1241.8
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	9490	350.7	2632.5

<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	710	6.8	33.5
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	89	2.0	11.8
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	2572	87.3	625.9
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	443	7.1	39.0
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	1508	34.4	193.5
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Menega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	532	12.8	80.4
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	532	6.7	30.6
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	89	0.7	3.2
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	2661	72.7	481.6
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	355	13.9	64.4
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	887	7.1	35.3
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	2306	51.6	306.2
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	443	4.9	27.5
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	2040	107.4	886.7
		100,135	2,543.0	17,153.0

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas **100.135 árboles** con un **área basal** de **2,543.0 m²** y un **volumen total** de **17,153 m³** de madera.

Grupos tecnológicos presentes.

Las especies de plantas identificadas en el predio se pueden clasificar en dos grupos tecnológicos principales: **blandas tropicales** y **duras tropicales**.

Para el grupo tecnológico blandas tropicales en el área que se solicita para CUSTF se identificaron únicamente **seis especies** *Bursera simaruba*, *Cecropia peltata*, *Ceiba schottii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Jatropha gaumeri* y *Spondias radlkoferi*, cuyos valores de AB y VTA pueden observarse en la tabla II.12, para el caso de los sitios de muestreo externos al CUSTF la información se presenta en la tabla II.12b.

Tabla II.12. Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico **blandas** tropicales para la superficie considerada como forestal del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AB (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	264.0	1819.8
<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	3.7	18.8
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote	1.0	6.5
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	8.6	50.5
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	1.0	3.9
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	13.9	64.4
TOTAL		292.2	1,963.8

Tabla II.12b. Valores de DAP, altura total, área basal y volumen total árbol (VTA) para las especies del grupo tecnológico **blandas** tropicales de los sitios externos al CUSTF

GRUPO / ESPECIE	Promedio de DAP (cm)	Promedio de ALTURA (m)	AB (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	16.3	10.8	0.865	6.363
<i>Cecropia peltata</i> L.	13.2	9.6	0.605	3.869
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	14.3	8.3	0.199	1.114
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	14.5	8.8	0.217	1.356
SUBTOTAL	14.6	9.8	1.886	12.703

Para el grupo tecnológico duras tropicales se identificaron **45 especies**, mismas que pueden observarse en la tabla siguiente:

Tabla II.13. Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico **duras** tropicales para la superficie considerada como forestal del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	2483	36.6	220.4
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	177	1.1	6.6
<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	2927	81.7	540.8
<i>Ardisia escallonioides</i> Schltldl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	6120	79.3	443.2
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	177	1.4	8.1
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	1508	128.3	962.5
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	2129	42.0	229.9

<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	3370	43.8	245.3
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	3903	71.8	432.9
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	266	3.1	15.9
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	1330	16.3	83.6
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	1508	19.2	124.8
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	2661	23.6	134.3
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	5765	151.1	991.7
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	1153	9.4	56.9
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	89	1.2	5.4
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	3370	69.9	423.2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	177	0.8	3.6
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	532	7.1	45.5
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	1064	11.1	69.4
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	976	29.0	195.7
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	355	4.7	27.3
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	355	5.5	36.2
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	443	4.8	22.6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	89	1.0	4.6
<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	1064	40.2	287.6
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	13304	209.9	1318.0
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	2838	43.4	253.5
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	1774	17.8	105.6
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	2306	171.4	1264.8
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	3282	172.3	1241.8
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	9490	350.7	2632.5
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	710	6.8	33.5
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	89	2.0	11.8
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	2572	87.3	625.9
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	443	7.1	39.0

<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	1508	34.4	193.5
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Menega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	532	12.8	80.4
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	532	6.7	30.6
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	89	0.7	3.2
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negro	2661	72.7	481.6
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	887	7.1	35.3
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	2306	51.6	306.2
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	443	4.9	27.5
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	2040	107.4	886.7
TOTAL		91,798	2,250.8	15,189.1

Se estimó que para las especies duras tropicales existen **91,798 árboles** los que dan un **área basal** de **2,250.8 m²** y un **volumen total árbol** de **15,189.1 m³**. En la tabla 11.13b se presenta la información por hectárea de los sitios de muestreo externos al CUSTF.

Tabla II.13b. Valores de DAP, altura total, área basal y volumen total árbol (VTA) para las especies del grupo tecnológico **blandas** tropicales de los sitios externos al CUSTF.

GRUPO / ESPECIE	Promedio de DAP (cm)	Promedio de ALTURA (m)	AB (m ² /Ha)	VTA (m ³ /Ha)
<i>Acacia dolichostachya</i> S. F. Blake.	24.0	8.0	0.090	0.470
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. alicastrum	18.0	10.5	0.122	0.920
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	12.0	10.5	0.046	0.313
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	21.0	9.0	0.069	0.405
<i>Caesalpinia platyloba</i>	18.0	9.0	0.113	0.662
<i>Coccoloba spicata</i> Lundell	16.5	9.0	0.191	1.182
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	28.0	12.0	0.123	0.961
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	11.0	8.0	0.019	0.099
<i>Eugenia capuli</i> (Schlech. & Cham.) Hook & Arn.	16.0	10.0	0.040	0.261
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	20.0	8.3	0.204	1.300
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10.0	11.0	0.016	0.112
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	12.5	10.5	0.098	0.676
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	17.4	9.9	1.478	10.184
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	17.6	10.0	1.098	7.586
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	15.4	10.4	0.566	4.111
<i>Nectandra ambigens</i> (Blake) C. K. Allen.	11.0	9.0	0.019	0.111
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	14.8	9.6	0.189	1.207

<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	12.0	9.0	0.023	0.132
<i>Pouteria campechiana</i>	14.3	10.3	0.616	4.241
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	17.3	12.3	0.142	1.147
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	27.7	7.0	0.383	1.745
<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lamark.	15.3	11.7	0.129	0.994
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	13.8	8.8	0.153	0.857
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. <i>cubensis</i>	15.0	12.0	0.035	0.276
<i>Swietenia macrophylla</i>	42.0	13.5	0.693	6.619
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	14.0	8.0	0.031	0.160
<i>Talisia olivaeformis</i> (H.B.K.) Radlk	12.0	8.0	0.023	0.118
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	10.0	8.0	0.016	0.082
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	21.7	10.7	0.301	2.292
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britton & Millsp.	27.0	12.0	0.115	0.893
Dura	16.9	10.0	7.141	50.116

Tabla II.14. Especies con los mayores valores de área basal y volumen total en el área forestal que se solicita para CUSTF

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Ardisia escallonioides</i> Schltdl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	6,120	79.3	443.2
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	7,095	264.0	1819.8
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	3,370	43.8	245.3
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	3,903	71.8	432.9
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	5,765	151.1	991.7
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	3,370	69.9	423.2
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	13,304	209.9	1,318.0
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	3,282	172.3	1,241.8
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	9,490	350.7	2,632.5
TOTAL		55,699		1,412.7

Como se puede observar en la tabla anterior son **9 las especies** de mayor abundancia, área basal y volumen total árbol, las cuales representa el **55.6 %** de los individuos registrados en el área de CUSTF.

Para el caso de los sitios externos al CUSTF, en la tabla II.14b se observa que las 9 especies de mayor volumen representan el 74.8% del VTA/ha.

Tabla II.14b. Especies con los mayores valores volumen total en los sitios externos al CUSTF.

ESPECIE	Árboles por especie	DAP (cm)	ALTURA (m)	AB (m2/Ha)	VTA (m3/Ha)	VTA Acumulado (m3/ha)	%
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	28	17.4	9.9	1.478	10.184	10.184	16.2
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	21	17.6	10.0	1.098	7.586	17.770	28.3
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	42.0	13.5	0.693	6.619	24.389	38.8
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	18	16.3	10.8	0.865	6.363	30.752	49.0
<i>Pouteria campechiana</i>	18	14.3	10.3	0.616	4.241	34.993	55.7
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	13	15.4	10.4	0.566	4.111	39.103	62.2
<i>Cecropia peltata</i> L.	21	13.2	9.6	0.605	3.869	42.972	68.4
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	3	21.7	10.7	0.301	2.292	45.264	72.1
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	3	27.7	7.0	0.383	1.745	47.008	74.8

DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS

Con la finalidad de obtener la distribución de productos de las especies presentes en el predio bajo estudio, se parte de obtener dicha distribución de productos de las especies estimadas en una hectárea, lo que puede observarse en la tabla siguiente:

Tabla II.15. Distribución de productos por especie y por hectárea en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VTA (m³/ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTA S Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m³/ha)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	1.66	1.39	0.27	1.39
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	0.05	0.04	0.01	0.04
<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	4.06	3.41	0.65	3.41
<i>Ardisia escallonioides</i> Schltdl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	3.33	2.80	0.53	2.80
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	0.06	0.05	0.01	0.05
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	7.23	6.08	1.16	6.08
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	1.73	1.45	0.28	1.45
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	13.68	11.49	2.19	11.49
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance	1.84	1.55	0.30	1.55

	blanco, nance de monte				
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	3.25	2.73	0.52	2.73
<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	0.14	0.12	0.02	0.12
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote	0.05	0.04	0.01	0.04
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	0.12	0.10	0.02	0.10
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandege in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	0.63	0.53	0.10	0.53
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	0.94	0.79	0.15	0.79
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	0.38	0.32	0.06	0.32
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	1.01	0.85	0.16	0.85
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	7.45	6.26	1.19	6.26
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	0.43	0.36	0.07	0.36
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	0.04	0.03	0.01	0.03
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	3.18	2.67	0.51	2.67
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	0.03	0.02	0.00	0.02
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	0.34	0.29	0.05	0.29
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	0.52	0.44	0.08	0.44
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	1.47	1.24	0.24	1.24
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	0.21	0.17	0.03	0.17
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	0.27	0.23	0.04	0.23
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	0.03	0.02	0.00	0.02
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	0.17	0.14	0.03	0.14
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	0.03	0.03	0.01	0.03
<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	2.16	1.82	0.35	1.82
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	9.91	8.32	1.59	8.32
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	1.91	1.60	0.30	1.60
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	0.79	0.67	0.13	0.67
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	9.51	7.99	1.52	7.99

<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	9.33	7.84	1.49	7.84
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	19.79	16.62	3.17	16.62
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	0.25	0.21	0.04	0.21
<i>Neomillsaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	0.09	0.07	0.01	0.07
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	4.70	3.95	0.75	3.95
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	0.29	0.25	0.05	0.25
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	1.45	1.22	0.23	1.22
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Menega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	0.60	0.51	0.10	0.51
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	0.23	0.19	0.04	0.19
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	0.02	0.02	0.00	0.02
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	3.62	3.04	0.58	3.04
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	0.48	0.41	0.08	0.41
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	0.26	0.22	0.04	0.22
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	2.30	1.93	0.37	1.93
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	0.21	0.17	0.03	0.17
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	6.66	5.60	1.07	5.60
TOTAL		128.93	108.30	20.63	108.30

Partiendo del volumen disponible por especie con porte arbóreo registrado dentro del predio, se estimó el volumen disponible para el área que se solicita para CUSTF, tal como se puede observar a continuación:

Tabla II.16. Distribución de productos por especie y por el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VOLUMEN TOTAL ARBOL (m3)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTA S Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m³)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	220.4	185.2	35.3	185.2
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	6.6	5.5	1.1	5.5
<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	540.8	454.2	86.5	454.2
<i>Ardisia escallonioides</i> Schtdl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	443.2	372.3	70.9	372.3
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	8.1	6.8	1.3	6.8
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	962.5	808.5	154.0	808.5
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	229.9	193.1	36.8	193.1
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	1,819.8	1,528.6	291.2	1,528.6
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	245.3	206.0	39.2	206.0
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	432.9	363.6	69.3	363.6
<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	18.8	15.8	3.0	15.8
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Pfiin , sak iitsa, pochote	6.5	5.5	1.0	5.5
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	15.9	13.3	2.5	13.3
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	83.6	70.2	13.4	70.2
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	124.8	104.8	20.0	104.8
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	50.5	42.4	8.1	42.4
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	134.3	112.9	21.5	112.9
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	991.7	833.0	158.7	833.0
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	56.9	47.8	9.1	47.8
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	5.4	4.5	0.9	4.5
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	423.2	355.5	67.7	355.5
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	3.6	3.0	0.6	3.0
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	45.5	38.3	7.3	38.3
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	69.4	58.3	11.1	58.3
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	195.7	164.4	31.3	164.4
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	27.3	22.9	4.4	22.9
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	36.2	30.4	5.8	30.4
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	3.9	3.3	0.6	3.3
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	22.6	19.0	3.6	19.0
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. <i>leucocephala</i>	Waaxim, tumbapelo	4.6	3.8	0.7	3.8

<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	287.6	241.6	46.0	241.6
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	1,318.0	1,107.1	210.9	1,107.1
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	253.5	212.9	40.6	212.9
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	105.6	88.7	16.9	88.7
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	1,264.8	1,062.4	202.4	1,062.4
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	1,241.8	1,043.1	198.7	1,043.1
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	2,632.5	2,211.3	421.2	2,211.3
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	33.5	28.2	5.4	28.2
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	11.8	9.9	1.9	9.9
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	625.9	525.7	100.1	525.7
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	39.0	32.8	6.2	32.8
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	193.5	162.5	31.0	162.5
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	80.4	67.5	12.9	67.5
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	30.6	25.7	4.9	25.7
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	3.2	2.7	0.5	2.7
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	481.6	404.5	77.1	404.5
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	64.4	54.1	10.3	54.1
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	35.3	29.6	5.6	29.6
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	306.2	257.2	49.0	257.2
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'it, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	27.5	23.1	4.4	23.1
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	886.7	744.8	141.9	744.8
TOTAL		17,153.0	14,408.5	2,744.5	14,408.5

DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS DE LOS INDIVIDUOS REPORTADOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

La distribución de diámetros en la superficie considerada como forestal se puede apreciar a continuación:

Tabla II.17. Número de árboles por rango de diámetro, área basal, y volumen total árbol en el área considerada como forestal dentro del predio bajo estudio.

CATEGORÍA DIAMÉTRICA (cm)	NO ÁRBOLES	ÁREA BASAL (m ²)	VOLUMEN TOTAL ÁRBOL (m ³)
05 a 10	215	1.2	6.4
11 a 15	240	3.0	16.9
16 a 20	132	3.6	22.4
21 a 25	101	4.0	27.6

26 a 30	27	1.6	11.7
31 a 35	9	0.7	5.4
36 a 40	13	1.6	12.0
41 a 45	11	1.6	11.8
46 a 50	3	0.5	3.8
51 a 90	3	1.3	11.0
TOTAL	753	19.1	128.9

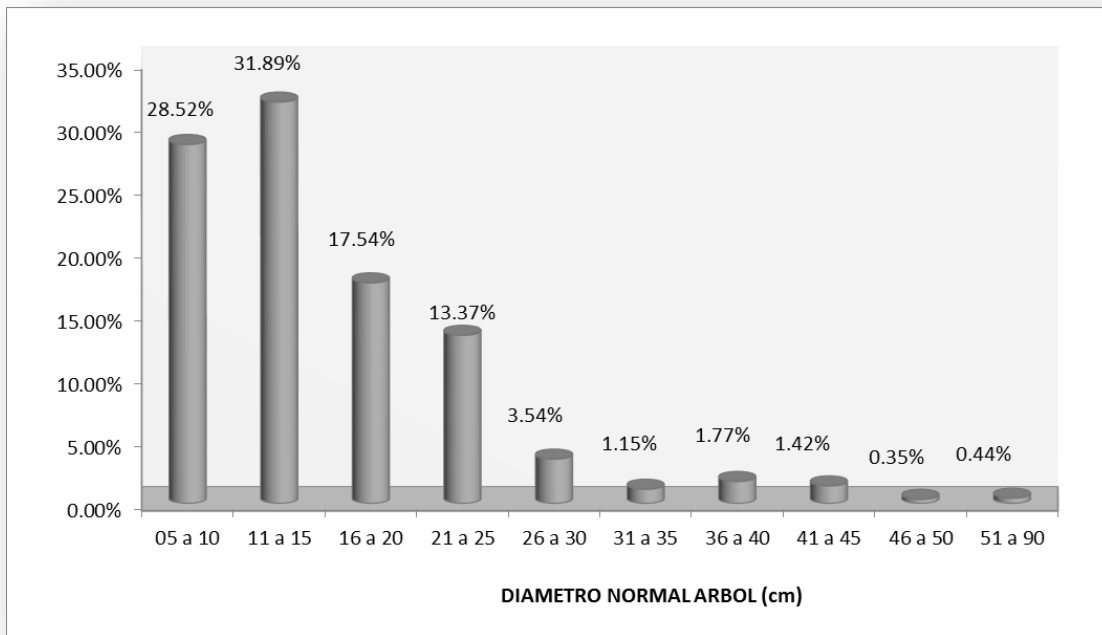


Figura II.14. Representatividad por clase diamétrica de los individuos registrados en el área de CUSTF que se solicita para el proyecto.

INTENSIDAD DE MUESTREO

Tabla II.18. Intensidad de muestreo obtenido por tipo de vegetación.

Uso de suelo y vegetación CAMPO	N	n(m ²)	#n	n	IM (%)
	Superficie total del proyecto en m ²	Superficie por unidad de muestreo en m ²	Número de unidades de muestreo	Superficie total de muestreo en m ²	Porcentaje de muestreo
vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia	1, 930,954.93	1,000	15	15,000	0.78

II.2.6 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.

II.2.6.1 Estimación económica de las especies y variedades de plantas.

II.2.6.1.1 Especies y volúmenes presentes dentro del área sujeta a CUSTF.

De acuerdo a las estimaciones expresadas, los parámetros dasométricos de área basal y volumen total estimados para la superficie considerada como forestal en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto “Parque Solar Andrés Quintana Roo”, se puede observar en la siguiente tabla en donde se incluyen las especies duras y blandas tropicales.

Tabla II.19. Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m ²)	VTA (m ³)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	2483	36.6	220.4
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	177	1.1	6.6
<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	2927	81.7	540.8
<i>Ardisia escallonioides</i> Schltdl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	6120	79.3	443.2
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	177	1.4	8.1
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	1508	128.3	962.5
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	2129	42.0	229.9
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	7095	264.0	1819.8
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	3370	43.8	245.3

<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	3903	71.8	432.9
<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	355	3.7	18.8
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Pfin , sak iitsa, pochote	89	1.0	6.5
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	266	3.1	15.9
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	1330	16.3	83.6
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	1508	19.2	124.8
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	355	8.6	50.5
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	2661	23.6	134.3
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	5765	151.1	991.7
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	1153	9.4	56.9
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	89	1.2	5.4
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	3370	69.9	423.2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	177	0.8	3.6
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	532	7.1	45.5
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	1064	11.1	69.4
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	976	29.0	195.7
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	355	4.7	27.3
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	355	5.5	36.2
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	89	1.0	3.9
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	443	4.8	22.6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	89	1.0	4.6
<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	1064	40.2	287.6
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	13304	209.9	1318.0
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	2838	43.4	253.5
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	1774	17.8	105.6
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	2306	171.4	1264.8
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	3282	172.3	1241.8
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	9490	350.7	2632.5
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	710	6.8	33.5
<i>Neomillsaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	89	2.0	11.8

<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	2572	87.3	625.9
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	443	7.1	39.0
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	1508	34.4	193.5
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Menega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	532	12.8	80.4
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	532	6.7	30.6
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	89	0.7	3.2
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	2661	72.7	481.6
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	355	13.9	64.4
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	887	7.1	35.3
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	2306	51.6	306.2
<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	443	4.9	27.5
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	2040	107.4	886.7
TOTAL		100,135	2,543.0	17,153.0

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas **100,135 árboles** con un **área basal** de **2,543 m²** y un **volumen total** de **17,153 m³** de madera.

Con la finalidad de estimar el valor de la mejor opción de uso de las especies e individuos presentes en el predio que se analiza, se procedió a organizar y analizar la información considerando tanto los diámetros como las especies y el grupo tecnológico al que pertenecen las especies.

II.2.6.1.2 Productos a obtener.

Considerando lo expresado en los apartados anteriores y buscando la mejor utilización posible de la madera, como se señala en la tabla anterior, con las especies presentes se pueden obtener los siguientes tipos de productos:

1. Carbón vegetal (especies duras tropicales)
2. Madera para artesanías (especies blandas tropicales)

Estos usos se consideran como la mejor alternativa económica para los recursos maderables que se pueden obtener en el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales solicitado.

ESPECIES DURAS TROPICALES Y BLANDAS TROPICALES

Con el fin de definir la distribución de productos para las especies duras tropicales se construyó la tabla siguiente donde se puede apreciar los volúmenes aprovechables (54 + 30 = 84%), los volúmenes de desperdicio (16%) y el volumen aprovechable.

En virtud de que no existen árboles para la obtención de productos primarios, solamente se consideran productos secundarios (84%) y desperdicios de puntas y ramas (16%).

Tabla II.20. Distribución de productos para las especies **duras** tropicales en el área definida como forestal dentro del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m3)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTA S Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m³)
<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo	220	185	35	185
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm. ssp. <i>amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga	7	6	1	6
<i>Annona glabra</i> L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre	541	454	87	454
<i>Ardisia escallonioides</i> Schlttdl. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte	443	372	71	372
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Ts' ulub took', pata de vaca	8	7	1	7
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón	962	808	154	808
<i>Bucida buceras</i> L.	Pucté, Puké o pukjté	230	193	37	193
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte	245	206	39	206
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'	433	364	69	364
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'	16	13	3	13
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre	84	70	13	70
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub	125	105	20	105
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché	134	113	21	113
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom	992	833	159	833
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'	57	48	9	48
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk	5	4	1	4
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo	423	355	68	355
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo	4	3	1	3

<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a	46	38	7	38
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo	69	58	11	58
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil	196	164	31	164
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	27	23	4	23
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua	36	30	6	30
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo	23	19	4	19
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo	5	4	1	4
<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'	288	242	46	242
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano	1,318	1,107	211	1,107
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul	253	213	41	213
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat	106	89	17	89
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	1,265	1,062	202	1,062
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo	1,242	1,043	199	1,043
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem	2,633	2,211	421	2,211
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy	34	28	5	28
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'	12	10	2	10
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	626	526	100	526
<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che', macho	39	33	6	33
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho	193	163	31	163
<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	80	68	13	68
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim	31	26	5	26
<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	3	3	1	3
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito	482	405	77	405
<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	K'aatal oox, corazón azul	35	30	6	30
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	306	257	49	257

<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma	27	23	4	23
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	887	745	142	745
TOTAL		15,189	12,759	2,430	12,759

Como puede apreciarse para todas las especies duras tropicales registradas dentro del predio se tiene un volumen de **15,189 m³** de madera; sin embargo, existen solamente **12,759 m³** de madera que puede ser aprovechada para la elaboración de carbón vegetal.

Para el caso del grupo tecnológico blandas tropicales se observaron seis especies (*Bursera simaruba*, *Cecropia peltata*, *Ceiba schottii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Jatropha gaumeri* y *Spondias radlkoferi*) en el área que se solicita para CUSTF en el predio bajo estudio y el volumen aprovechable de madera es de **1,650 m³**. Este volumen se destinará para elaborar piezas pequeñas para uso en la elaboración de artesanías.

Tabla II.21. Distribución de productos para las especies **blandas** tropicales en el área definida como forestal dentro del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	VTA (m ³)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m ³)
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	1,820	1,529	291	1,529
<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo	19	16	3	16
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote	7	5	1	5
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta	50	42	8	42
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'	4	3	1	3
<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	64	54	10	54
TOTAL		1,964	1,650	314	1,650

CARBÓN VEGETAL. Considerando que el volumen total aprovechable del grupo tecnológico duras tropicales a utilizar para la elaboración de carbón es de **12,759 m³** y que la tecnología para la elaboración del carbón es la tradicional y considerando que para una tonelada de carbón se requieren 5 m³ de madera, el carbón que se puede producir con la madera del predio es de **2,552** toneladas de carbón vegetal.

El valor actual por tonelada de carbón vegetal es de aproximadamente \$ 3,500.00, por lo que se puede estimar que el valor económico para la leña del área que ocupará la construcción del proyecto asciende a \$ 8,931,197.53 pesos por este concepto.

ARTESANÍAS. Se detectaron seis especies del grupo tecnológico blandas tropicales que se utilizan frecuentemente para elaborar artesanías.

La madera de blandas tropicales, que puede ser aprovechada se estimó en **1,650 m³** de volumen aprovechable, considerando que un metro cúbico de madera de *B. simaruba* de estas dimensiones usualmente alcanza un precio de \$ 2,500.00, por lo que el valor de la madera del volumen aprovechable estimada en rollo es del orden de \$ 4,124,078.89 pesos.

VALOR DE LOS RECURSOS (PLANTAS) FORESTALES

En resumen, los productos forestales derivados del Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales representan un valor estimado de \$ \$ **13,055,276.42** distribuido como puede apreciarse en la tabla siguiente:

Tabla II.22. Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Carbón vegetal	\$ 8,931,197.53
Madera para artesanías	\$ 4,124,078.89
SUMA	\$ 13,055,276.42

II.2.6.2 Estimación económica de las especies y variedades de animales.

En el proyecto que se presenta no se tiene programado el aprovechamiento de la fauna silvestre, debido a que esta será ahuyentada temporalmente o reubicada del sitio donde se desarrollará el proyecto, por lo cual se hará una estimación de su valor en función a una densidad estimada de individuos en la superficie considerada como forestal.

Se parte de los ejemplares de fauna silvestre reportados como avistados en los sitios de muestreo, estimando un número posible en función de la superficie considerada como forestal, información que puede observarse en la **Tabla II.23.**

Los valores otorgados a los ejemplares son estimativos y obedecen a precios que se otorgan a especies similares en las tiendas de mascotas.

Tabla II.23. Estimación económica de la fauna silvestre observada en el predio del proyecto.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS ^A	NO. DE INDIVIDUOS ^B	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo del golfo	4	453	50	22,650.00
<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	1	113	50	5,650.00
<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco rayado	2	226	50	11,300.00
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	2	226	150	33,900.00
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	2	226	50	11,300.00
<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul	2	226	50	11,300.00
<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija café	1	113	25	2,825.00

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS ^A	NO. DE INDIVIDUOS ^B	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
<i>Anolis sericeus</i>	Lagartija de abanico azul	1	113	25	2,825.00
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	1	113	35	3,955.00
<i>Holcosus undulata</i>	Ameiva metálica	3	339	35	11,865.00
<i>Bothrops asper (Garman, 1884)</i>	Nauyaca	1	113	3500	395,500.00
<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	1	192	150	28,800.00
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	1	192	400	76,800.00
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	3	576	S/V	S/V
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	2	384	40	15,360.00
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	384	40	15,360.00
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma ala blanca	3	576	50	28,800.00
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	3	576	60	34,560.00
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	768	S/V	S/V
<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo pico amarillo	2	384	70	26,880.00
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	1	192	45	8,640.00
<i>Carduelis psaltria</i>	Chichimbacal	3	576	45	25,920.00
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	2	384	45	17,280.00
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	2	384	45	17,280.00
<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	3	576	30	17,280.00
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	384	35	13,440.00
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	3	576	50	28,800.00
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	3	576	50	28,800.00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate, xkau	6	1,153	S/V	S/V
<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauillador gris	1	192	60	11,520.00
<i>Melanoptila glabirostris</i>	Mauillador negro	2	384	60	23,040.00
<i>Mimus gilvus</i>	Zenzontle tropical	1	192	50	9,600.00
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	2	384	50	19,200.00
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	1	192	60	11,520.00
<i>Amazona albifrons</i>	Loro frentiblanca	3	576	450	259,200.00
<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	4	768	350	268,800.00
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	1	192	1,200	230,400.00
<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita azul gris	3	576	45	25,920.00
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina	1	192	40	7,680.00
<i>Troglodytes aedon</i>	Chivirín saltapared	3	576	40	23,040.00
<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo	2	384	45	17,280.00
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	2	384	40	15,360.00
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	576	40	23,040.00
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorrita gris, chomac	1	23	1,500	34,500.00

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS ^A	NO. DE INDIVIDUOS ^B	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
<i>Didelphys virginiana</i>	Tlacuache	1	23	550	12,650.00
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza	2	45	250	11,250.00
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	1	23	300	6,900.00
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo cadeno	1	23	700	16,100.00
<i>Nasua narica</i>	Coatí	2	45	850	38,250.00
TOTAL					1,962,320.00

^ANúmero de individuos registrados en una superficie de 1.12 hectáreas (sitios de muestreo de Anfibios y Reptiles), 0.7 hectáreas (sitios de muestreo de Aves) y 6.0 hectáreas (sitios de muestreo de Mamíferos).

^BNúmero estimado de individuos a registrar en toda la superficie pretendida a para el CUSTF.

S/V. Sin valor en las tiendas de mascotas.

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente \$ **1,962,320.00 pesos** por concepto de fauna silvestre.

II.2.6.3 Estimación económica de las especies y variedades de microorganismos.

DE INTERÉS GENERAL

México es un país megadiverso, se considera que es uno de los 5 países con mayor diversidad biológica en el mundo. A pesar de la enorme importancia biológica y ecológica que tiene el caracterizar la diversidad biológica nativa en nuestro país, y a pesar de que los microorganismos son los organismos más abundantes en la tierra, y a pesar de la enorme relevancia de su participación en el funcionamiento de cualquier ecosistema.

Por su posición clave en los niveles tróficos de los ecosistemas, su participación central dentro de los ciclos biogeoquímicos, y sus interacciones con el resto de los seres vivos, el papel de los microorganismos para mantener el equilibrio de los ecosistemas es fundamental. Así, para la comprensión del funcionamiento de un ecosistema, es obvia la necesidad de integrar a los microorganismos como un componente esencial.

En el caso del suelo, el papel de los microorganismos es central ya que suministran los compuestos inorgánicos para que las plantas superiores puedan utilizarlos (ciclos del nitrógeno, carbono, fósforo y azufre), y contribuyen a la continua descomposición y mineralización de la materia orgánica en putrefacción. Esta actividad de los microorganismos descomponedores es fundamental para permitir el reciclaje de materia orgánica fijada en las plantas superiores, además ellos mismos se incorporan al detritus. Además, son indispensables para la descomposición de materia orgánica en ausencia de aire y para la fijación de CO₂ en condiciones de metanogénesis, lo que determina cambios globales importantes en los niveles de oxidación del material orgánico en ambientes anóxicos.

No obstante a lo anterior, la caracterización de la biodiversidad en México se ha realizado principal y casi exclusivamente en cuanto a su flora y fauna, mientras que la riqueza biológica y genética microbiana nativa de nuestros ecosistemas ha sido poco descrita (Herrera-Castellanos, 2007⁴).

De hecho, la fracción de los microorganismos conocidos y estudiados, respecto a los existentes en los muy diversos hábitats de nuestro planeta, es extremadamente pequeña. Esto se debe a que la mayoría de los microorganismos más ampliamente estudiados lo han sido principalmente por razones antropocéntricas (microorganismos patógenos o microorganismos de aplicación industrial, farmacéutica o agronómica); ya que los microorganismos estudiados solo son aquellos que pertenecen al grupo de microorganismos aislables y cultivables por los métodos microbiológicos de laboratorio tradicionalmente utilizados. Sin embargo, la gran mayoría de los microorganismos no son cultivables, por lo que los análisis de diversidad microbiana basados en el aislamiento y cultivo de las especies nativas han descrito de forma muy limitada las comunidades microbianas nativas.

Como se puede observar en México existe un conocimiento mínimo de la microbiota existente en ecosistemas, tales como las dunas costeras, selvas y manglares, y por consiguiente, es de suma importancia estudiarlas para conocer la riqueza biológica, genética y económica de estos componentes preponderantes en la vida de estos ecosistemas.

DE INTERÉS CIENTÍFICO

Justamente por la carencia de información de la microbiota de los diferentes hábitats de México ha llevado a la comunidad científica del país a la aplicación de metodologías de biología molecular e ingeniería genética, con fines de minimizar el rezago en conocimiento de este tipo de microorganismos.

El estudio de la diversidad microbiana nativa de diferentes hábitats, mediante abordajes moleculares como la secuenciación de RNAs ribosomales (rRNAs), han permitido la detección de especies microbianas no cultivables, y han conducido a la conclusión de que menos del 1% del total de los microorganismos presentes en el ambiente son cultivables (del 0.3% en el caso del suelo (Torsvik, 1990)).

Por otro lado, Los análisis metagenómicos han conducido desde la identificación de novedosos biocatalizadores con potencial biotecnológico (e.g. Rondon *et al.*, Uchiyama *et al.*, 2005), hasta la identificación de numerosas especies (filotipos) nuevos y más de un millón de nuevos genes (Acinas *et al.*, 2004, Venter *et al.*, 2004), el ensamble de genomas enteros incluso de microorganismos no cultivables, la caracterización de la estructura de las comunidades microbianas en ambientes extremos y la caracterización de perfiles metabólicos de la microbiota de ambientes complejos (Tyson *et al.*, 2004; Green *et al.*, 2005).

Un amplio y no previamente imaginado horizonte para estudios de ecología microbiana y la caracterización de su riqueza genética, se extiende a raíz de la aplicación de este nuevo tipo de abordaje metagenómico.

Como se puede ver al utilizar herramientas de este tipo es obvio el interés científico acerca de este grupo de microorganismos, cuya última finalidad de su hallazgo es la utilización para muy diversos fines tales como de conocimiento y aplicaciones biotecnológico, en las áreas de la medicina, agricultura, industria, etc.

⁴ Herrera-Estrella A. y F. Castellanos (2007). Análisis metagenómico de la microbiota edáfica de la reserva de la biósfera de Calakmul. *Ide@s CONCYTEG*. 29:802-823.

DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO

De acuerdo a la literatura basada en aislamientos microbiológicos tradicionales, la mayor parte de las bacterias del suelo son heterotróficas, siendo los más comunes los bacilos esporulados, actinomicetos, y en la rizósfera especies de los géneros *Rhizobium* y *Pseudomonas*. En más recientes estudios moleculares y metagenómicos, se han logrado detectar la presencia de Acidobacterias, bacterias Gram-positivas de bajo contenido en GC, Cytophagales, o géneros como *Janthinobacterium*, *Xhantomonas* y *Microbulbifer* (Rondon *et al.*, 2000; Voget *et al.*, 2003; Green *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista biotecnológico se han estado realizando estudios a nivel laboratorio con fines de conocer las verdaderas potencialidades de ciertos microorganismos para usos futuros a gran escala y de forma comercial. Entre algunos de los organismos que se están estudiando se pueden mencionar a los siguientes:

Glomus spp que se utilizó para inocular especies para reforestación en la Reserva del Eden en Quintana Roo (Allen *et al.*, 2003⁵).

Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense, que se utilizaron para inocular plantas de Maiz en Yucatán (Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria, 2006⁶).

Estos dos ejemplos de estudios solamente han quedado en estudios de ciencia básica y aplicada a pequeña escala, sin una trascendencia importante que termine en un producto o paquete tecnológico con un valor productivo y económico.

DE INTERÉS COMERCIAL

Universidades y centros de investigación en todo el mundo han realizado estudios con microorganismos para usos de la ciencia y los aspectos biotecnológicos. Como ejemplos de estos son lo que se mencionan a continuación:

- ✓ **Soley Biotechnology Institute** ha producido y pone al alcance de la sociedad agronómica productos, tales como:
- ✓

Bioactive Soil Neutralizer:(Soil Acidity/Alkalinity Regulator): Regula y estabiliza el nivel de pH del suelo entre 6.5-7.5, puede activarse cerca de 2 años, incrementa la fijación de nitrógeno del suelo, se requiere pequeñas cantidades para grandes extensiones (1gr para 1m²), contiene una mezcla y consorcio bacteriano, es nocivo para el ambiente, reduce la absorción de metales pesados.

La mezcla o consorcio bacteriano contiene en forma de esporas a: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*.

⁵ Allen B., Allen M., Egerton-Warburton L., Corkidi L. y A. Gomez-Pompa (2003). Impacts of early- and late-seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. *Ecological Applications*, 13(6):1701–1717.

⁶ Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y Brassinoesteroide en la producción de Maíz en suelo Luvisol. *Agricultura Técnica de México*. 32(1): 67-76.

El precio de este producto en el mercado es de **76 USD/kg (\$ 927 /Kg)**.

Disponible: <http://www.soley.cn/products/bioactive-soil-neutralizer.html>.

- ✓ **Natural Resource Group Inc** ha producido diversos productos para diferentes fines, tales como los siguientes:

Biotecnología Agrícola. Liquid Endo (consorcio bacteriano compuesto por 4 especies de hongos endomicorrizicos, *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mosseae* y *G. etunicatum*. Este producto es efectivo para incrementar la habilidad de las raíces para la absorción de agua, nutrientes y mayor producción de las plantas).

Biorremediación de residuos de petróleos Activate™HCT (consorcio bacteriano para la degradación de petróleo y desechos orgánicos en aguas negras).

Disponible: <http://www.callnrg.com/agriculture.html>.

Los 2 ejemplos anteriores dejan visualizar los conocimientos que se tiene sobre ciertos organismos tanto a nivel de laboratorio (ciencia básica), como a nivel de aplicación de campo y a escala mayor (ciencia aplicada). Solamente teniendo estos conocimientos se puede pensar en un aprovechamiento comercial de estos organismos envasados en diferentes presentaciones y para muy diferentes fines con la agricultura, biorremediación, industria alimentaria, etc. y por ende un valor intrínseco de estos productos biotecnológicos.

Como se puede observar estos conocimientos han sido generados por industrias extranjeras. México actualmente se encuentra en estudios de laboratorio y a escala menor (ciencia básica) con fines de que en un futuro se pueda generar productos biotecnológicos aplicables al campo mexicano, pero por de pronto no existen estos datos para el país.

II.2.6.4 Estimación económica de los servicios ambientales.

PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN MÉXICO. El Pago por Servicios ambientales (PSA) fue creado como un incentivo económico para los dueños de los terrenos forestales donde se generan estos servicios, con la finalidad de compensar por los costos de conservación y por los gastos en que incurren al realizar prácticas de buen manejo del territorio.

Los esquemas del PSA son voluntarios, pues se basan en el interés y acuerdo mutuo de las partes para participar en ellos; en estos esquemas, los usuarios de los servicios ambientales (ciudades, organismos operadores de agua, empresas, entre otros) están dispuestos a pagar para seguir disfrutando de ellos, mientras que los proveedores (dueños de los terrenos forestales) están dispuestos a adoptar las acciones necesarias para mantener o mejorar su provisión a cambio del pago recibido.

En México se han desarrollado iniciativas para pagar por los servicios ambientales hidrológicos en las sierras de Coahuila y Veracruz, para pagar por carbono capturado en las selvas chiapanecas, o bien para compensar económicamente por la belleza de los paisajes costeros de Oaxaca, entre otros; así mismo, el Gobierno Federal a través de la CONAFOR ha encabezado los esfuerzos por preservar los servicios

ambientales a través de diversos programas que se han modificado y actualizado con el fin de mejorar su operación e incrementar su impacto (CONAFOR, 2011⁷).

Como parte de la estrategia para la promoción de mecanismos de pago por servicios ambientales en México, el Gobierno Federal a través de la Comisión Nacional Forestal emprendió dos iniciativas: el Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH) a partir de 2003, y el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono y los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA) desde el año 2004.

A partir de 2006, los dos programas se fusionaron bajo un solo concepto denominado Servicios Ambientales que ahora forma parte de ProÁrbol. A partir del año 2007 el presupuesto destinado al Programa de Pago por Servicios Ambientales se incrementó cinco veces.

La valoración de los servicios ambientales por la captura de agua y carbono dentro del área de CUSTF por el proyecto se estimara en base a las experiencias de los pagos de los servicios ambientales hechos en otros estados de la República Mexicana, tal como se presentan a continuación:

VALORACIÓN DE LA CAPTURA DE AGUA. Entre las experiencias de los pagos de servicios ambientales en México se encuentra el caso del pago voluntario por servicios ambientales hidrológicos en la Cuenca del Alto Nazas. La región que abarcó el Proyecto llamado Irritila, incluye 8,622 hectáreas pertenecientes a 14 ejidos de los municipios de Santiago Papasquiara, Tepehuanes y Guanacevi, todos ellos localizados dentro de la Sierra Madre Occidental, en el estado de Durango.

La Sierra de Durango es la responsable de la captación de agua para la satisfacción agropecuaria, doméstica e industrial en la Comarca Lagunera. Actualmente existe una disminución evidente en la disponibilidad de acuíferos en la región debido a la extracción de agua para uso doméstico, industrial y para el Distrito de Riego 017, ya que existen actividades antropogénicas que históricamente han provocado una evidente perturbación en los recursos naturales de la región, como la pesca, actividades agropecuarias e industriales.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ha llevado a cabo la gestión correspondiente para organizar a los pobladores de las zonas altas de la cuenca para que realicen acciones de conservación y mejoramiento de la cobertura forestal. En el año 2009 la Conafor se sumó a este esfuerzo mediante la creación de mecanismos locales de pago por servicios ambientales a través de fondos concurrentes, firmando un convenio con la Comisión de Cuenca del Alto Nazas, A.C. por un periodo de cinco años, para realizar trabajos de conservación en una superficie de 8,622 hectáreas. La Conafor comprometió una aportación de 10 millones de pesos, mientras que la Comisión de Cuenca aporta otro tanto igual para sumar 20 millones de pesos.

Con base a lo anterior se puede indicar que se conservó una superficie de 8,622 hectáreas por 5 años con un pago por servicios ambientales de 30 millones de pesos. Lo anterior, indica el pago de \$ 695.89 pesos por hectárea de bosque y por año. Si este dato, lo usamos para estimar el monto de pago económico al que se haría acreedor el predio bajo estudio en un tiempo de 5 años como periodo manejado por CONAFOR sería:

⁷ CONAFOR (2011). Servicios ambientales y cambio climático. Gobierno Federal-Semarnat. Guadalajara, Jalisco, México. 63 pp.

Tabla II.24. Pago del servicio ambiental por captura de agua que se ejercería para el área de CUSTF por el proyecto.

ÁREA DE CUSTF (HA)	PAGO AÑO/HA (PESOS)	PAGO SERVICIOS AMBIENTALES (15 AÑOS)
133.23	695.89	1,389,7212.33

VALORACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO. Otra experiencia en el pago por servicios ambientales de la captura de carbono se ha dado en el proyecto denominado Un esquema de mercado voluntario de carbono forestal. Experiencia de comunidades indígenas en Oaxaca.

El proyecto se desarrolló en 10 comunidades indígenas (etnias Mixe, Chinanteca, Zapoteca, etc) de las sierras Sur y Norte del estado de Oaxaca, y beneficia a cerca de 590 familias que habitan en comunidades con alto índice de marginación.

Uno de los factores determinantes que influyeron en la participación de estas comunidades en el proyecto de pago por servicios ambientales fue el nivel de deterioro que presentaban sus tierras debido a las actividades agrícolas. La deforestación de sus bosques trajo como consecuencia la disminución de agua y liberación de dióxido de carbono a la atmósfera.

El trabajo que ahora realizan las comunidades de Oaxaca es el mantenimiento y manejo de las 2,973 hectáreas que fueron reforestadas, mantenimiento de la regeneración natural, enriquecimiento de cafetales y restauración de los bosques. Ahora, cuentan los habitantes, que gracias al trabajo de reforestación se tiene agua en abundancia y se ha recuperado el paisaje.

La Conafor aportó el capital inicial en 2004 para este proyecto que fue nombrado “Captura de Carbono en Comunidades Indígenas y Campesinas del Estado de Oaxaca”, y lo hizo a través del programa entonces llamado PSA-CABSA, con un monto de 3.74 millones de pesos asignados en el periodo 2004-2009, por las toneladas de carbono adicionales capturadas con las actividades anteriormente descritas. Lo anterior, indica el pago de \$ 251.60 pesos por hectárea de bosque y por año. Si este dato lo extrapolamos al caso particular de nuestra área de estudio, entonces se espera lo siguiente para un pago de 15 años b :

ambiental por captura de carbono que se ejercería para el área de CUSTF por el proyecto.

ÁREA DE CUSTF (HA)	PAGO AÑO/HA (PESOS)	PAGO SERVICIOS AMBIENTALES (15 AÑOS)
133.23	251.6	502,300.53

VALORACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE SUELOS. En el suelo de los terrenos forestales existe un amplio grupo de micro-organismos que a pesar de ser menos conspicuos, son abundantes en casi todos los ambientes, donde cohabitan con plantas y animales superiores. En la tierra forestal, estos micro-organismos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica y la formación del humus, el cual juega un papel fundamental en la fertilidad del suelo y la retención de agua del suelo. Aquí podemos encontrar bacterias, hongos, protozoarios, nemátodos, anélidos, platelmintos, oligoquetos, microartrópodos, macroartrópodos y moluscos.

Se estima que en ambientes tropicales, este conjunto de organismos descomponen entre 10 a 200 toneladas/año de materia orgánica muerta en selvas secas y vegetación de tierras bajas; se estima que en caso de no existir dicho grupo de organismos, estos desechos incrementarían su altura en 120 cm/año. Una vez concluido el proceso de descomposición, llegan acumularse en el suelo forestal de 1.7 a 2.45 ton/ha de humus que absorben agua en proporción de 6 veces su peso, previenen la erosión del suelo y se mineralizan, para poner a disposición de las plantas los nutrientes que requieren para crecer. Sin bien la velocidad del proceso varía a lo largo del año en ambientes con marcada estacionalidad, como es el caso de las selvas secas y vegetación costera de la península de Yucatán; el humus ó mantillo es un bien que entra en el mercado convencional de las plantas de ornato y la jardinería, y los precios que alcanza varían de acuerdo a su disponibilidad y distancia a los centro de consumo.

Al considerar que la tierra negra ó tierra de monte es muy apreciada y porque se utiliza extensamente en jardinería; alcanza precios aproximados en el mercado de \$350.00 por m³. Con los datos anteriores, podemos obtener lo siguiente con respecto al predio:

Tabla II.26. Valor económico aproximado del suelo del área de CUSTF.

SERVICIO AMBIENTAL	SUELO (m ³)	COSTO EN EL MERCADO (\$)
PROTECCIÓN DE SUELO (Área de CUSTF)	133.23	47,521,638.21

Tomando en cuenta todo lo anteriormente expuesto se puede mencionar que el valor de los recursos biológicos-forestales que serán removidos o afectados en los polígonos forestales del predio del proyecto que nos ocupa es el que a continuación se menciona.

Tabla II.27. Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Carbón vegetal	9,114,877.11
Madera para artesanías	4,208,894.96
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	1,962,320.00
Servicio ambiental Captura de agua	1,417,287.15
Servicio ambiental Captura de carbono	512,414.38
Servicio ambiental Protección de suelo	47,521,638.21
SUMA	64,737,431.81

No se encontraron plantas herbáceas o arbustivas que pudiesen ser comercializadas como ornatos, ni líquenes, musgos, hongos y resinas u otros organismos con valor como alimento o industrial; por lo cual el valor aproximado de los recursos bióticos y de servicios que contienen los polígonos forestales en la superficie de CUSTF (133.23 ha) asciende a la cantidad de **\$64, 737,431.81 pesos**.

II.2.7 Operación y mantenimiento.

El funcionamiento del proyecto consistirá en la captación de energía solar mediante las células fotovoltaicas (integradas al panel fotovoltaico), para su transformación en energía eléctrica-corriente continua, mediante el efecto foto eléctrico. La energía generada será conducida a la sala eléctrica de inversores para llevar a cabo su transformación, posteriormente la energía generada será enviada a la subestación eléctrica, donde se elevará el voltaje para su entrega. El receptor final de la energía será la línea eléctrica de transferencia de la CFE (orilla de carretera), la cual la conducirá hasta la subestación eléctrica de CFE ya existente (**Figura II.15**).

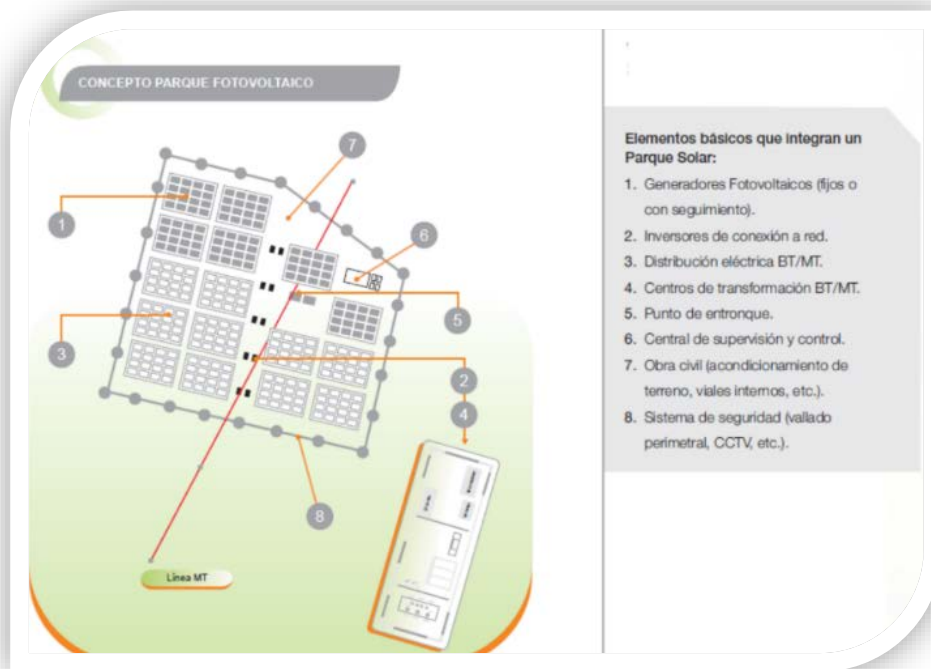


Figura II.15. Ejemplificación de la operación del proyecto⁸.

Durante la etapa operativa del proyecto se llevará a cabo la vigilancia del proyecto a través de sistemas de seguridad y control específicos, ubicados en el edificio de operación y mantenimiento.

Con la finalidad de conseguir un apropiado rendimiento de los equipos y sistemas instalados, se ejecutaran las siguientes actividades de mantenimiento:

a) Paneles Fotovoltaicos.

Limpieza de los paneles fotovoltaicos (empleando solo agua), con sistemas prácticos y sencillos que permitan la facilidad de la limpieza de los equipos. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad con que se ensucien. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos. Acudirá una pipa de agua de una empresa autorizada para realizarlo.

⁸ Guía de soluciones. Parques fotovoltaicos. Schneider electric. Pág. 44.

- Limpieza de broza en las áreas cercanas a las estructuras metálicas (trackers) para evitar que las hierbas crezcan y produzcan sombras o se enreden con los cables de los paneles fotovoltaicos.
- Verificación de los elementos de sujeción y conexión.
- Comprobación del estado de la red de tierras, para proteger a los sistemas en caso de sobre tensiones.
- Revisión de las conexiones, los cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros (equipos eléctricos), su estanqueidad y revisión de los equipos de mando y protección.
- Revisión de los inversores respecto a su sistema de ventilación.

b) Estructura metálicas (trackers).

- Verificación mecánica de seguidores.
- Revisión de daños en la estructura, como los causados por oxidación y su deterioro por agentes ambientales.

c) Control de conexiones y cableado.

Cada 6 meses realizar un mantenimiento preventivo efectuando las siguientes operaciones:

- Comprobación del ajuste y estado de las terminales de los cables de conexiones de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de las terminales.

d) Obra civil (camino, cercado perimetral, cimentaciones etc.).

- Comprobar que el camino interno del proyecto estén en perfecto estado para facilitar la circulación de los vehículos.
- Revisar el cercado perimetral, los taludes y la cimentación de las estructuras metálicas (trackers).

Cabe resaltar que en caso de hacer un remplazo de los equipos, se solicitará al fabricante su reparación o su disposición final.

II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Como ya fue mencionado, la vida útil del proyecto se ha estimado en 40 años; no obstante, con la implementación de técnicas preventivas y correctivas, se prevé prolongar indefinidamente el tiempo de vida útil de los equipos.

En caso de que no se pretenda continuar con el proyecto, al término de su vida útil se procederá al desmantelamiento de los equipos instalados y a la limpieza del sitio, cumpliendo con las disposiciones ambientales y sanitarias vigentes en ese momento.

En caso de llevarse a cabo el desmantelamiento del proyecto, se realizarían las actividades que se enlistan a continuación:

- ✓ Desconexión de todos los equipos eléctricos bajo lineamientos y estándares aplicables.
- ✓ Desarme de paneles fotovoltaicos.
- ✓ Desarme de las estructuras metálicas.
- ✓ Desenergización y desconexión.
- ✓ Desmantelamiento y remoción de los paneles solares.
- ✓ Excavación y extracción del cableado subterráneo.

- ✓ Remoción de todos los pilotes, postes verticales y estacas.
- ✓ Remoción del material de camino (grava).
- ✓ Remoción de la subestación.
- ✓ Desmantelamiento del cercado perimetral.
- ✓ Las áreas compactadas incluyendo el camino, subestación y otras áreas serán descompactadas por medio de maquinaria especial, tratando de llevar el terreno a los contornos previos al desplante de las obras.

Durante el proceso de desmantelamiento y abandono del sitio se establecerán controles para el manejo adecuado de materiales, así como medidas de erosión de suelo, este tipo de controles serán similares a los que se implementarán durante la etapa de construcción.

II.2.9 Residuos.

ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

Residuos sólidos orgánicos.

Material vegetal: Producto de la remoción de la vegetación, se generarán residuos de vegetación secundaria, arbórea, arbustiva, herbácea y pastos. Los residuos vegetales leñosos, serán trasladados fuera del sitio para su uso como leña y/o materiales de construcción. Aquellos residuos vegetales que no puedan ser aprovechados, tales como residuos de vegetación herbácea y pastos, serán triturados y esparcidos en las áreas verdes del proyecto o bien enviados al sitio de disposición final autorizado por el municipio.

Estos residuos de no ser manejados adecuadamente, podrían generar foco de plagas, riesgo de incendio así como ocasionarían contaminación visual en el área del proyecto.

Residuos de alimentos: En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos orgánicos de alimentos, aproximadamente 100 gr./obrero al día. Se dispondrán contenedores con tapa en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y serán acopiados para trasladarse al sitio de disposición final autorizado por una empresa autorizada.

Estos residuos, manejados de la manera incorrecta podrían generar malos olores, lixiviados y la proliferación de insectos, así como contaminación visual al área del proyecto.

Residuos sólidos inorgánicos.

Empaques de alimentos: En la diaria preparación y consumo de alimentos por parte de los empleados en la construcción, se generan residuos inorgánicos, como envases, bolsas y otros productos de plástico y/o cartón, aproximadamente 50gr. /obrero al día. Se dispondrán contenedores con tapa de 200 lt. separando por tipo de residuo para reciclar madera, cartón, plástico, PET, en sitios cercanos a los lugares donde se realicen mayormente estas actividades, y se almacenarán temporalmente hasta su traslado al sitio de disposición final autorizado por el municipio, por una empresa autorizada para este servicio. Cabe mencionar que muchos de los residuos, incluso son clasificados por los mismos trabajadores debido a su valor.

Los posibles efectos del manejo inadecuado, sería la generación de malos olores y la contaminación visual al área del proyecto.

Residuos sólidos peligrosos.

Se espera que no se generen residuos de tipo peligroso, sin embargo pudiera haberlos si la maquinaria o los vehículos reciben mantenimiento el sitio, disponiendo el aceite gastado, los enseres impregnados y desechos de manera inadecuada. Por lo tanto, todas las acciones de mantenimiento de la maquinaria se realizarán fuera del predio.

Así mismo, durante el proceso de pintura de herrerías u otros acabados, es posible que se empleen solventes y otros productos que requieren ser manejados con cuidado para evitar la contaminación al ecosistema.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Residuos de manejo especial.

Derivado de las actividades de mantenimiento, por el reemplazo de equipos se generarán residuos de manejo especial, los cuales serán retirados por la empresa y enviados a un sitio de disposición final o recuperación.

Residuos sólidos peligrosos.

No se espera la generación de ningún tipo de residuos peligrosos. En caso de derrames accidentales, todo derrame de hidrocarburos será limpiado, colectando los líquidos y excavando y removiendo todo el suelo contaminado. Los residuos son dispuestos en contenedores y enviados a confinamiento externo autorizado por la SEMARNAT.

II.2.10 Emisiones y descargas.

Durante las diferentes etapas de la obra, las emisiones, descargas y generación de residuos serán de manera paulatina y en cantidades pequeñas. A continuación se describe de manera más detallada cada una de ellas:

ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

Residuos líquidos

Aguas residuales: Producto de la evacuación de fluidos corporales y el aseo personal se generan aguas residuales de tipo doméstico compuestas principalmente de urea, materia orgánica, organismos coliformes y detergentes; aproximadamente 700 gr/obrero. Para su manejo adecuado se utilizarán letrinas portátiles, en una relación de una por cada 15 trabajadores. El mantenimiento de las letrinas y la disposición final estará a cargo de una empresa autorizada.

Los posibles efectos de un manejo inadecuado de estos, serían malos olores, insectos y vectores y lixiviados.

Emisión de gases

Emisiones de maquinaria y equipo de construcción: Durante el proceso de operación de la maquinaria la combustión de hidrocarburos genera emisiones a la atmósfera de diversa composición. Estas emisiones deberán cumplir con los valores máximos de los parámetros que dictan las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006, para evitar la generación de ruido excesivo y molestia en los ojos. Estas emisiones serán dispersadas de manera natural a la atmósfera.

*No se prevé la generación de residuos peligrosos, ya que la maquinaria que intervenga en la obra, será subcontratada y recibirá mantenimiento preventivo y correctivo en talleres autorizados, fuera del sitio.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Residuos líquidos

Únicamente se generarán aguas grises derivadas del lavado de los paneles solares, sin embargo el agua provendrá de pipas y no contendrá ningún tipo de químico o sustancia limpiadora, se espera que se infiltre directamente al suelo, ya que este no se encontrará impermeabilizado.

Emisión a la atmósfera

Emisiones de gases: En la etapa de operación, derivado de la circulación vehicular dentro del predio por las visitas de supervisión, monitoreo y mantenimiento, se generarán emisiones a la atmósfera de diversa composición por la combustión de hidrocarburos en el uso de los vehículos. Estas emisiones deberán cumplir con los valores máximos de los parámetros que dictan las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006, para evitar la generación de ruido excesivo y molestia en los ojos. Estas emisiones serán mínimas y se espera sean dispersadas de manera natural a la atmósfera.

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

A efecto de determinar la congruencia y la concordancia, del proyecto con los ordenamientos legales vigentes, se realizó una búsqueda y análisis de la ubicación de la zona a fin de identificar que programas, decretos, reglamentos y normas que pueden aplicar, se encontró que conforme la ubicación del sitio seleccionado para el proyecto en todas las etapas, pueden aplicar los siguientes instrumentos de ley:

Mediante el *Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan*; publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de diciembre de 2010, en el cual, se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B.

Así mismo, en el citado Acuerdo se define al Documento Técnico Unificado (DTU) como sigue:

“SEGUNDO. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por:

...

II. Documento técnico unificado, el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y cuyo contenido se describe en los artículos Sexto y Séptimo del presente Acuerdo.

...”

Ahora bien, el Acuerdo por el que se unifica la evaluación de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en su artículo *Segundo, fracción V*, establece que el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, **modalidad B** corresponde a las obras y actividades señaladas en la fracción VII (referentes al cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como el selvas y zonas áridas) más las descritas **en cualquier otra fracción del artículo 28** de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral (correspondiente a los aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración) y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III.1 Ordenamientos jurídicos federales.

III.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS – DOF: 24/02/2017.

“Artículo 4o párrafo quinto. -Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”

“Artículo 27.-La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

(...)

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

Vinculación: *De tal forma que el proyecto se somete a procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con apego a la legislación en materia ambiental evaluando los impactos del proyecto al ambiente y estableciendo medidas para preservar el equilibrio ecológico.*

III.1.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) – DOF: 09/01/2015.

“Artículo 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

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

Vinculación: *La energía solar es un recurso natural para la producción de energía eléctrica en este caso el proyecto, y además permite la obtención de ingresos y derrama económica, mediante el uso de esta fuente de energía se reduce la dependencia y explotación de los hidrocarburos como el petróleo o el carbón mineral, lo que permite la disminución de la contaminación en el ambiente y contribuye a disminuir la aportación al efecto invernadero por la disminución de emisiones.*

“Artículo 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

(...)

IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;

VII.- El aprovechamiento de los recursos naturales renovables debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y renovabilidad;”

Vinculación: *Al respecto se considera la supervisión ambiental permanente para las actividades constructivas. El proyecto permite el aprovechamiento y transformación de la energía solar que incide sobre el área, para obtener energía eléctrica, siendo una alternativa limpia y sustentable.*

“**Artículo 28.-** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

(...)

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;”

(...)

X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;”

Vinculación: *Se da cumplimiento mediante la solicitud de autorización del presente Documento Técnico Unificado (DTU).*

“**Artículo 113.-** No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.”

Vinculación: *No se espera generar emisiones contaminantes a la atmósfera durante de la etapa de operación del proyecto, sin embargo, con el tránsito de vehículos a través del camino de acceso para las obras de mantenimiento se generarán emisiones a la atmósfera, aunque no significativas, aun así, se implementara el programa de supervisión ambiental, en la etapa de construcción las partículas generadas por las acciones de despalme y desmonte no serán continuas ni significativas por lo que no hay un impacto sobre la atmósfera.*

“**Artículo 117.-** Para la prevención de la contaminación del agua se considera los siguientes criterios:

- I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II. Corresponde al Estado y a la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarlas en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
- V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad en condición indispensable para evitar la contaminación del agua.”

Vinculación: En cuanto a la generación de aguas residuales, el proyecto se apegará a la normatividad ambiental vigente. Se espera la generación de aguas sanitarias durante la etapa de construcción, donde se contará con letrinas portátiles para el uso de los trabajadores, en la operación el uso de agua será para lavado de paneles la cual será libre de contaminantes.

III.1.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – DOF: 31/10/2014.

“Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

(...)

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

- I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;
- II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y
- III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

(...)

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

- I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y
- II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.”

Vinculación: En este sentido, debido a que el proyecto comprende el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en **133.23** hectáreas, y que además, dentro del predio donde se plantea desarrollar se encuentra un área de humedal de **59.86 ha**(la cual sin embargo será destinada como área de conservación), se somete a evaluación el presente documento a fin de que la Secretaría evalúe el impacto ambiental del proyecto y apruebe su realización.

“Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

(...)

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y”

Vinculación: *Se da cumplimiento mediante la solicitud de autorización del presente Documento Técnico Unificado (DTU) modalidad regional.*

III.1.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) – DOF: 24/01/2017.

“Artículo 7. Fracc. XLVIII. Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;”

“Artículo 58.- Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

- I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;
- II. Aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales;
- III. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en superficies mayores de 800 hectáreas, excepto aquéllas en terrenos forestales temporales, y
- IV. Colecta y usos con fines comerciales o de investigación de los recursos genéticos.”

“Artículo 117 primer párrafo.- La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.”

“Artículo 118.- Los interesados en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.”

Vinculación: *El presente Documento técnico unificado se presenta a evaluación a fin de obtener la autorización de cambio de uso de suelo por excepción, demostrando que con la implementación del proyecto no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.*

III.1.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS) – DOF: 31/10/2014.

“Artículo 120.- Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
 - II. Lugar y fecha;
 - III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
 - IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.
- Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.”

“Artículo 122.- La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

- I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
- IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y
- V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.”

“Artículo 123.- La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley, por el monto económico de la compensación ambiental determinado de conformidad con lo establecido en el artículo 124 del presente Reglamento.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación. Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida. “

“Artículo 124.- El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 118 de la Ley, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente:

- I. Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y
- II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo. Estas actividades serán realizadas por la Comisión.”

Vinculación: *El presente Documento Técnico Justificativo para cambio de uso de suelo se ha realizado conforme a lo expresado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento y el promovente conoce las disposiciones normativas, así como las compensaciones ambientales que habrá de depositar en tiempo y forma en el Fondo Forestal Mexicano, una vez resuelta favorablemente la solicitud de cambio de uso del suelo motivo de este estudio.*

III.1.6 LEY DE AGUAS NACIONALES – DOF: 24/03/2016.

“Artículo 44.- La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue "la Autoridad del Agua", en los términos dispuestos por el Título Cuarto de esta Ley.

Las personas que infiltren o descarguen aguas residuales en el suelo o subsuelo o cuerpos receptores distintos de los sistemas municipales de alcantarillados de las poblaciones, deberán obtener el permiso de descarga respectivo, en los términos de esta Ley independientemente del origen de las fuentes de abastecimiento.

Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante aviso.”

“Artículo 88.- Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.”

Vinculación: *El proyecto no considera el aprovechamiento de aguas nacionales, ya que será abastecido por servidores externos, mediante pipas.*

*Para las aguas residuales generadas debido a la presencia de trabajadores en la etapa de construcción del proyecto se implementarán baños portátiles para el uso de los trabajadores cuyo manejo y limpieza correrá a cargo de una empresa que preste el servicio.
El proyecto no generará contaminantes líquidos en su etapa de operación.*

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

Vinculación: *No se llevará a cabo la disposición de basura o cualquier otro residuo en cuerpos receptores y zonas federales.*

III.1.7 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE – DOF: 19/12/2016.

“Artículo 4o.- Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.

Artículo 18.- Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.

Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.

Artículo 106.- Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.”

Vinculación: *El Promovente asume su deber, en cuanto a conservar la vida silvestre. Por lo que acatará las disposiciones y acuerdos vigentes y en su caso, los que en la materia emitan las autoridades competentes. Se implementará un programa de rescate y reubicación de especies.*

“Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.”

Vinculación: *El proyecto no pretende la realización de actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; tampoco se afectará la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema. Esto debido a que esta zona será destinada a zona de conservación.*

III.1.8 REGLAMENTO DE LA LEY DE VIDA SILVESTRE – DOF: 09/05/2014.

“**Artículo 106.** Se considerará aprovechamiento de subsistencia al uso de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre para consumo directo o venta, para la satisfacción total o parcial de necesidades básicas relacionadas directamente con alimentación, vivienda y salud, así como las de dependientes económicos.”

Vinculación: *Quedará prohibido el aprovechamiento de la vida silvestre en el sitio del proyecto y en sus áreas circunvecinas y los trabajadores recibirán instrucción acerca de estas prohibiciones bajo pena de sanciones administrativas y las que resulten según la normatividad ambiental vigente.*

III.1.9 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS – DOF: 22/05/2015.

“**Artículo 2o.-** En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:

(...)

III. La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;

IV. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;”

Vinculación: *El promovente deberá prestar atención a esta Ley, responsabilizarse por el manejo responsable, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generarán durante la etapa de construcción y operación de este proyecto.*

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

Vinculación: *Para las diferentes etapas del proyecto todos los residuos serán colectados en basureros plásticos con tapa, siendo estos los recipientes de almacenamiento temporal, adecuados para la zona y trasladados por el mismo personal laboral hacia sitios de disposición final.*

III.1.10 LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA – DOF: 12/01/2012.

“**Artículo 2o.-** El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

Vinculación: *De acuerdo a la naturaleza de las obras, en que se pretende el aprovechamiento de la energía solar para la conservación de energía eléctrica, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, lo cual permite tipificar la obra o el proyecto como una actividad de aprovechamiento de fuente de energía renovable, así mismo conlleva la utilización de tecnología limpia, ya que no habrá generación de emisiones a la atmósfera, como se da en la producción de energía eléctrica mediante procedimientos convencionales, por ejemplo la utilización de combustibles fósiles.*

“**Artículo 21.-** Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:

I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;”

Vinculación: *Se realizó un estudio de campo para entrar en contacto directo con la población de la zona para pulsar sus opiniones sobre el estado actual de las cosas en la región, de esta forma fue posible recabar información cualitativa de gran importancia para la determinación de la línea base del estudio de Impacto Social. Así mismo, el trabajo de campo permitió hacer una estimación del grado de aceptación general de la población respecto del proyecto.*

III.1.11 LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA – DOF: 11/08/2014.

“**Artículo 71.-** La industria eléctrica se considera de utilidad pública. Procederá la ocupación o afectación superficial o la constitución de servidumbres necesarias para prestar el Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, y para la construcción de plantas de generación de energía eléctrica en aquellos casos en que, por las características del proyecto, se requiera de una ubicación específica, conforme a las disposiciones aplicables.

Las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica se consideran de interés social y orden público, por lo que tendrán preferencia sobre cualquier otra que implique el aprovechamiento de la superficie o del subsuelo de los terrenos afectos a aquéllas.

La Federación, los gobiernos de los Estados y del Distrito Federal, de los municipios y de las delegaciones, contribuirán al desarrollo de proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, mediante procedimientos y bases de coordinación que agilicen y garanticen el otorgamiento de los permisos y autorizaciones en el ámbito de su competencia.

Artículo 72.- Los concesionarios mineros, así como los titulares de asignaciones, permisos o contratos, no podrán oponerse al tendido de ductos, cables o a la instalación de cualquier otra infraestructura

para la transmisión y distribución de energía eléctrica en el área comprendida en la concesión, asignación, permiso o contrato de que se trate, siempre que sea técnicamente factible.

En las instalaciones y derechos de vía de la infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional se permitirá el acceso al mayor número posible de prestadores de servicios públicos de industrias distintas a la eléctrica a cambio de una remuneración justa, siempre que no se ponga en riesgo la seguridad y continuidad de la prestación de los servicios. La CRE emitirá las disposiciones necesarias para que dicho acceso sea permitido y vigilará el cumplimiento de esta obligación, así como la forma en que se afectarán las tarifas de las actividades de la industria eléctrica por los costos de los derechos de vía. Los Transportistas y los Distribuidores sólo podrán cobrar las tarifas que establezca la CRE por el uso de su infraestructura y proporcionarán la información que esta Comisión requiera para regular dicha actividad.

Las obras e infraestructura a que se refiere este artículo deberán cumplir con la normatividad que emita la CRE en materia de seguridad, y asimismo, ser necesarias, adecuadas y proporcionales a los requerimientos de la Nación.

Artículo 73.- La contraprestación, los términos y las condiciones para el uso, goce o afectación de los terrenos, bienes o derechos necesarios para realizar las actividades a que se refiere el artículo 71 de esta Ley, serán negociados y acordados entre los propietarios o titulares de dichos terrenos, bienes o derechos, incluyendo derechos reales, ejidales o comunales, y los interesados en realizar dichas actividades. Tratándose de propiedad privada, además podrá convenirse la adquisición.

Lo dispuesto en el presente Capítulo será aplicable respecto de los derechos que la Constitución, las leyes y los tratados internacionales suscritos por el Estado Mexicano, reconocen a las comunidades indígenas.

Artículo 74.- La negociación y acuerdo a que se refiere el artículo anterior deberá realizarse de manera transparente y sujetarse a las siguientes bases y a lo señalado en las disposiciones que emanen de esta Ley:

- I. El interesado deberá expresar por escrito al propietario o titular del terreno, bien o derecho de que se trate, su interés de usar, gozar, afectar o, en su caso, adquirir tales terrenos, bienes o derechos;
- II. El interesado deberá mostrar y describir el proyecto que planea desarrollar y atender las dudas y cuestionamientos del propietario o titular del terreno, bien o derecho de que se trate, de manera que entienda sus alcances, así como las posibles consecuencias y afectaciones que se podrían generar por su ejecución y, en su caso, los beneficios que le representaría en lo personal y/o en su comunidad o localidad;
- III. La Secretaría podrá prever la participación de testigos sociales en los procesos de negociación, en los términos que señalen las disposiciones jurídicas aplicables;
- IV. Los interesados deberán notificar a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano del inicio de las negociaciones a que se refiere este artículo;
- V. La forma o modalidad de uso, goce, afectación o, en su caso, adquisición que se pacte deberá ser idónea para el desarrollo del proyecto en cuestión, según sus características. Al efecto, podrán emplearse las figuras de arrendamiento, servidumbre voluntaria, ocupación superficial, ocupación temporal, compraventa, permuta y cualquier otra que no contravenga la ley;
- VI. La contraprestación que se acuerde deberá ser proporcional a los requerimientos de las partes conforme a las actividades de la industria eléctrica que se realicen por el interesado.

De acuerdo con las distintas formas o modalidades de uso, goce, afectación o, en su caso, adquisición que se pacte, los titulares de los terrenos, bienes o derechos tendrán derecho a que la contraprestación cubra, según sea el caso:

- a) El pago de las afectaciones de bienes o derechos distintos de la tierra, así como la previsión de los daños y perjuicios, que se podrían sufrir con motivo del proyecto a desarrollar, calculado en función de la actividad habitual de dicha propiedad, y
- b) La renta por concepto de ocupación, servidumbre o uso de la tierra.

En lo dispuesto en los incisos a) y b) anteriores, se deberá considerar el valor comercial;

VII. Los pagos de las contraprestaciones que se pacten podrán cubrirse en efectivo y, en su caso, mediante cualquiera de las siguientes modalidades:

- a) Compromisos para ejecutar proyectos de desarrollo en beneficio de la comunidad o localidad afectada;
- b) Cualquier otra prestación que no sea contraria a la ley, o
- c) Una combinación de las anteriores.

Sin perjuicio de las modalidades de contraprestación a que se refiere esta fracción, se podrá proponer al propietario, titular del derecho o miembros de la comunidad o localidad a las que pertenezcan, la adquisición de bienes o insumos, o los servicios fabricados, suministrados o prestados por dichas personas, cuando esto sea compatible con el proyecto;

VIII. La contraprestación, así como los demás términos y condiciones que se pacten para la adquisición, uso, goce o afectación de los terrenos, bienes o derechos deberán constar invariablemente en un contrato por escrito, sujetarse a los lineamientos y a los modelos de contratos que emita la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, en coordinación con la Secretaría de Energía.

El contrato deberá contener, al menos, los derechos y obligaciones de las partes, así como posibles mecanismos de solución de controversias, y

IX. Los contratos en los que consten los acuerdos alcanzados no podrán prever cláusulas de confidencialidad sobre los términos, montos y condiciones de la contraprestación, que penalicen a las partes por su divulgación.

Vinculación: *En relación con estos artículos el promovente realizó las gestiones necesarias y conforme a la Ley para emitir el contrato de arrendamiento donde se establece la autorización por parte de los interesados para el arrendamiento y aprovechamiento de las tierras, específicamente para uso del proyecto solar; este documento se encuentra comprendido para la implementación del proyecto en la sección de anexos con lo cual se da cumplimiento a estos artículos.*

III.1.12 LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA - DOF: 24/12/2015.

“Artículo 1o.- La presente Ley tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.”

“**Artículo 3o.**- Para efectos de esta Ley se considerarán las siguientes definiciones:

(...)

XV. Energías Limpias: Son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad definidos como tales en la Ley de la Industria Eléctrica;

XVI. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:

- a) El viento;
- b) La radiación solar, en todas sus formas;
- c) El movimiento del agua en cauces naturales o en aquellos artificiales con embalses ya existentes, con sistemas de generación de capacidad menor o igual a 30 MW o una densidad de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie del embalse, superior a 10 watts/m² ;
- d) La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: de las mareas, del gradiente térmico marino, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;
- e) El calor de los yacimientos geotérmicos, y
- f) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos”

Vinculación: *El proyecto propuesto queda clasificado como de Energía Renovable, de acuerdo a la definición del Artículo 3, XVI en su inciso b). Esta definición y la inclusión de energía solar en la definición de Energía Limpia en la Ley de Energía Limpia (Artículo 2, XXII), garantizan que el proyecto produzca energía eléctrica incluida en los programas de mejoramiento del perfil ambiental del sistema eléctrico nacional.*

LEYES ESTATALES

III.1.13 LEY DE EQUILIBRIO ECOLOGICO Y AL PROTECCION DEL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

“**Artículo 103.**- Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.”

Vinculación: *Con el objeto de mantener las emisiones contaminantes controladas y dentro de los parámetros de la NOM-041 y la NOM-045. La maquinaria y vehículos empleados contarán con mantenimiento periódico que garanticen su correcto funcionamiento.*

“**Artículo 119.**- Para la prevención y control de la contaminación del agua, se considerarán los siguientes criterios y fundamentos:

I. La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del Estado;

- II. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- III. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua de jurisdicción federal, incluyendo las aguas del subsuelo;
- IV. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua; y
- V. Corresponde al Estado con la participación de los Municipios, prevenir la contaminación de aguas de jurisdicción estatal y las que tengan asignadas por la federación.”

Vinculación: *El proyecto no genera contaminantes líquidos en su operación normal. Se prevendrá en todo momento la contaminación del agua mediante una supervisión ambiental que vigilará las actividades que se lleven a cabo durante las actividades propias del desarrollo propuesto. Para las aguas residuales generadas debido a la presencia de trabajadores en las etapas de preparación y construcción del proyecto se implementarán baños portátiles para el uso de los trabajadores cuyo manejo y limpieza correrá a cargo de una empresa que preste el servicio.*

III.1.14 LEY DE ACCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

“**Artículo 1o.-** La presente Ley es de orden público e interés general; sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el Estado de Quintana Roo, en concurrencia con los Municipios y la Sociedad Civil.

Tiene por objeto mitigar las emisiones y lograr un territorio mejor adaptado a los potenciales impactos del cambio climático, estableciendo el marco para la planeación y la ejecución de las políticas de adaptación, de acuerdo con el conocimiento científico existente.

Artículo 16.- En materia de mitigación de gases de efecto invernadero, el Programa Estatal deberá considerar las directrices siguientes:

(...)

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

Artículo 19.- El Gobierno del Estado y los Municipios, en el ámbito de sus competencias, impulsarán el ahorro y la eficiencia energética, así como la utilización de combustibles menos intensivos en carbono en los distintos sectores de actividad consumidores de energía.

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

Vinculación: *El proyecto propuesto encaja en la promoción de mitigar emisiones de carbono, al potencialmente reemplazar electricidad producida por la combustión de hidrocarburos, generadores de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.*

Así como también, a minimizar los efectos del cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales con el uso de nuevas fuentes de generación de energía eléctrica, el proyecto ayudará al Estado

y Municipio al ahorro y eficiencia energética, colaborando con los objetivos de la presente Ley de mitigar las emisiones debido a la producción de electricidad, contribuyendo a mejorar las condiciones ambientales del estado en prevención al cambio climático.

III.1.15 LEY PARA EL FOMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DEL APROVECHAMIENTO DE LAS FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.

“Artículo 1o.- La presente ley es de orden público e interés social y tiene por objeto:

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

III. Promover la aplicación de tecnologías limpias para atender las necesidades de la población en zonas urbanas y rurales;

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

VI. Aplicar en el Estado una adecuada política de diversificación de eficiencia y sustentabilidad energética, y

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

“Artículo 8o.- Los Municipios en el ámbito de su competencia podrán:

I. Realizar actividades relacionadas con el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y el uso de tecnologías limpias;

II. Celebrar convenios de coordinación y colaboración con la Federación, el Estado, los municipios, instituciones de educación e investigación, así como con el sector social y privado, en materia de fomento y apoyo a la investigación, desarrollo, innovación y aplicación de las energías renovables;”

“Artículo 21.- En los programas y acciones de vivienda, cuando así sea factible, se incluirá el aprovechamiento de las fuentes de energías renovables que contendrán, entre otros, los siguientes aspectos:

I. La aplicación de los sistemas conectados a la red con energía solar en la generación de energía eléctrica para autoabastecimiento total;”

“Artículo 38.- La Comisión deberá promover entre el sector social y privado, sistemas de cogeneración y autoabastecimiento que utilicen fuentes de energía renovables.”

Vinculación: *El objetivo del proyecto es colaborador con el cumplimiento de los criterios mencionados en los artículos transcritos, fortaleciendo y diversificando la generación eléctrica mediante el uso de energía renovable. Así mismo, ayudará a que el Estado promueva la adopción de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía como se establece en los artículos en cita.*

REGLAMENTOS MUNICIPALES

III.1.16 REGLAMENTO INTERIOR DEL CONCEJO O AYUNTAMIENTO MUNICIPAL DE BACALAR.

“**Artículo 56.-** El Titular de la Dirección de Ecología y Medio Ambiente, tendrá las siguientes facultades:
(...)

II. Promover, certificar e implementar programas para el cumplimiento cabal de la normatividad ambiental y la aplicación de criterios de protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y de prevención y disminución de la contaminación ambiental atmosférica;

(...)

XIX. Promover y fomentar el desarrollo y uso de energías, tecnologías y combustibles alternativos, así como la investigación ambiental;”

Vinculación: *En cumplimiento a los incisos mencionados, el proyecto integral contempla, la creación y puesta en marcha de un parque para generar energía eléctrica fotovoltaica, con el uso de tecnologías limpias.*

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL EN EL ÁMBITO INTERNACIONAL

III.1.17 PROTOCOLO DE KIOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (PROTOCOLO DE KIOTO).

En 1992 realizada en Rio de Janeiro, los países se adhirieron a un tratado internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), a fin de examinar qué podían hacer para limitar el aumento de la temperatura mundial y el consiguiente cambio climático, y de hacer frente a sus consecuencias. Entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

En 1995, los países reconocieron que las disposiciones en materia de reducción de las emisiones recogidas en la Convención no eran suficientes. Por lo tanto, iniciaron negociaciones para reforzar la respuesta mundial al cambio climático y, en 1997, adoptaron el Protocolo de Kioto.

A finales de 1997 se aprobó en Kioto, un anexo de suma importancia de la Convención. Este Protocolo de Kioto estableció metas obligatorias para los países industrializados en relación con las emisiones y creó mecanismos innovadores para ayudar a estos países a cumplir esas metas. El Protocolo de Kioto entró en vigor el 18 de noviembre de 2004, después de su ratificación por 55 Partes en la Convención, entre ellas un número suficiente de países industrializados, que tienen metas concretas que cumplir, que representaban el 55% de las emisiones de dióxido de carbono de ese grupo en 1990.

El Protocolo de Kioto comparte con la Convención el objetivo supremo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida la interferencia peligrosa con el régimen climático. En la consecución de este objetivo, el Protocolo de Kioto se basa y hace hincapié en muchos de los compromisos ya contraídos en virtud de la Convención. Sólo las Partes en la Convención pueden ser Partes en el Protocolo.

Para ayudar a los países industrializados a cumplir sus metas obligatorias y promover el desarrollo sostenible en los países en desarrollo, el Protocolo de Kioto estableció tres mecanismos innovadores: el mecanismo para un desarrollo limpio o MDL, la aplicación conjunta y el comercio de los derechos de emisión.

En el artículo 2, inciso a), fracción I del Protocolo de Kioto, que prevé la obligación de las Partes de fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional correspondiente.

Cuando finalice la vigencia del Protocolo de Kioto para el año 2020, continuaría “El Acuerdo de París” es un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global. El acuerdo fue negociado durante la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP 21) por los 195 países miembros, adoptado el 12 de diciembre de 2015 y abierto para firma el 22 de abril de 2016 para celebrar el Día de la Tierra. Dándole continuidad

Vinculación: *Cobra relevancia el proyecto pues dado su naturaleza, es de gran utilidad en el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por México en virtud de lo siguiente:*

- *Implica el desarrollo, uso y aprovechamiento de formas nuevas, no extractivas y renovables de energía, se trata de tecnologías avanzadas, novedosas y ecológicamente racionales;*
- *El costo de producción será menor en comparación con la producción de otros combustibles fósiles;*

En particular, el proyecto dará impulso a la adopción de tecnologías limpias para el aprovechamiento de energía renovable, como la energía solar. Lo anterior hace que el proyecto sea vinculante con el instrumento denominado “Protocolo de Kioto” de carácter internacional y contribuye en la participación del cumplimiento a las obligaciones adquiridas por parte de México.

III.2 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012.

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables. Establece 203 unidades de gestión ambiental (UGA) clasificadas en marinas y regionales. La cartografía disponible ordenamiento, indica que el proyecto incide en la Unidad de Gestión Ambiental Regional **152 Bacalar**, con las siguientes características:

Tabla III.1. Descripción de la UGA aplicable al proyecto.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Bacalar
Superficie:	188,805.909 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Puerto Pesquero	Presente



Figura III.1. Ubicación del proyecto (círculo rojo) respecto al ámbito de aplicación geográfico del POEMyRGMyc.

Las acciones generales de las UGA 152 se describen y vinculan al proyecto en la siguiente Tabla:

Tabla III.2. Acciones Generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculado al proyecto.

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes	<i>Dada la naturaleza del proyecto, éste no requiere de servicios de agua potable durante las etapas del proyecto, por lo que la presente no es de observancia. El agua que se empleará para las etapas del proyecto se comprará a pipas q trasladen el agua hasta el área del proyecto.</i>
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Sin embargo, al hacer las gestiones en materia forestal (CUSTF) y posteriormente lograr la autorización de esta por excepción, se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generarán; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.</i>
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	<i>El proyecto no contempla la creación de UMA's, por lo que la presente no es de observancia.</i>
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	<i>El proyecto no consiste en la realización de actividades extractivas de flora y fauna silvestre, por lo que la presente no es de observancia. Sin embargo, en vista de que en el área del proyecto se registraron especies de flora y de fauna silvestre de importancia local y de la NOM. El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación a afectar y así como un para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región. Del mismo modo se implementará un Programa de supervisión ambiental durante de las diferentes etapas del proyecto, el que procurará dar el debido cumplimiento del programa antes mencionado.</i>
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No obstante, a lo anterior el proyecto estaría contribuyendo al establecimiento de un banco de germoplasma in situ al promover la permanencia de una superficie mayor al 31 % siendo 59.86 ha (área de conservación) y que albergará especies nativas de la región.</i>
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	<i>La naturaleza del proyecto es promover la reducción de las emisiones de gas invernadero utilizando tecnología de primer nivel para la generación de energía</i>

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
		<i>eléctrica a través de la captación de radiación solar, por lo que la emisión de emisiones derivadas del consumo de combustibles fósiles será reducida. Sin embargo, las fuentes móviles que existirán para el desarrollo del proyecto, esto por el flujo vehicular, será monitoreados, mediante la verificación de cada una de las fuentes móviles, implementando el mantenimiento preventivo adecuado y mediante el uso eficiente del flujo vehicular.</i>
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Ya que el proyecto consiste específicamente en la construcción de un Parque Solar, pero si se realizará la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero cuando entre en operación el proyecto.</i>
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	<i>No aplica de manera estricta puesto que no es un proyecto de vías de comunicación terrestre. Sin embargo, las áreas de maniobras y caminos se mantendrán permeables para transitar a través de todas las instalaciones.</i>
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	<i>El proyecto no pretende la realización de actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; tampoco se afectará la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema.</i>
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Ya que el proyecto en ningún momento realizará la introducción de especies invasoras o exóticas, debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar. Ya que en el área de estudio no existen ríos ni montañas.</i>
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El proyecto no pretende la realización de actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; tampoco se afectará la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema.</i>
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que en el área de estudio no existen ríos. Sin embargo, se conservará la vegetación de manglar adyacente a la zona lagunar. Esta comunidad no será desmontada ni aprovechada.</i>
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	<i>El presente proyecto consiste en instalación de tecnología de punta para producción de energía eléctrica, y no se realizarán actividades extractivas.</i>
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	<i>El presente proyecto consiste en instalación de tecnología de punta para producción de energía eléctrica, y no se realizarán actividades de este tipo.</i>
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	<i>El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región. Será destinada un área de 59.86 ha que corresponde al 31% % del área del proyecto como zona de conservación de la vegetación.</i>
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	<i>El diseño de las instalaciones del proyecto considera mantener aquellas áreas que presenten vegetación de mangle, así como la vegetación localizada junto a la laguna. Destinando una superficie permeable de 31 % siendo 59.86 ha (área de conservación). Así mismo, se menciona que el área de maniobras y caminos servirá como paso entre paneles y no se encontrará impermeabilizada.</i>
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	<i>El proyecto en sí mismo promueve el uso de la radiación solar de la zona para la generación de energía eléctrica, por lo que en alguna medida se dejará de emplear combustibles de origen fósil como hidrocarburos para la generación de electricidad.</i>
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía	

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	<i>El proyecto se realizará con tecnología de punta.</i>
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	<i>El proyecto en sí mismo promueve el uso de la radiación solar de la zona para la generación de energía eléctrica por lo que se promueve de esta manera el empleo de energías renovables y aprovechamiento sustentable para la generación de electricidad en lugar de promover la emisión de contaminantes que contribuyen al calentamiento global.</i>
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	<i>El proyecto en sí mismo promueve el uso de la radiación solar de la zona para la generación de energía eléctrica por lo que se promueve de esta manera el empleo de energías renovables y aprovechamiento sustentable para la generación de electricidad.</i>
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Aunque el proyecto en sí mismo promueve el uso de tecnología nueva para generación de energía a través de la red eléctrica nacional para abastecimiento de viviendas y edificios.</i>
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Aunque si se promueve la eficiencia energética a través de la red eléctrica nacional por el empleo de energía solar.</i>
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Aunque el proyecto en sí mismo promueve el uso de tecnología nueva para generación de energía, a través de la red eléctrica nacional para abastecimiento de este tipo de instalaciones.</i>
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	<i>Se realiza más adelante la vinculación de los instrumentos y ordenamientos ecológicos locales para la superficie que ocupa el predio del proyecto.</i>
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición puesto que no se trata de un proyecto industrial.</i>

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El municipio aún no cuenta con un PDU.</i>
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición puesto que no se trata de un proyecto industrial. Más bien, el proyecto fomentará el uso de energía solar en industrias locales y regionales.</i>
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición puesto que no es un proyecto pesquero.</i>
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	<i>En la zona existe accesibilidad con carreteras en buen estado, precisamente la carreta Chetumal-Cancún.</i>
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas	<i>El suministro de energía eléctrica a través de la red eléctrica nacional promoverá la diversificación de los mismos y del uso de energía renovable para garantizar la eficiencia de su producción.</i>
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	<i>Se promoverá la colocación de señalamientos de protección civil generados por desastre naturales, ya que la zona es propensa al paso de fenómenos meteorológicos adversos durante la operación del proyecto.</i>
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	<i>No se trata de un proyecto de edificación donde se cuente con personal permanente, por lo que el personal que realice el mantenimiento de la infraestructura instalada realizará acciones de protección interna de entrada por salida.</i>
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	<i>Se promoverá el uso adecuado de los residuos sólidos urbanos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, promoviendo la separación en fracciones orgánicas e inorgánicas.</i>
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	<i>Sin embargo, Para las aguas residuales generadas debido a la presencia de trabajadores en la etapa de construcción del proyecto se implementarán baños portátiles para el uso de los trabajadores cuyo manejo y limpieza correrá a cargo de una empresa que preste el servicio, así como la separación de residuos sólidos.</i>
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	<i>Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Solar que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevará a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</i>
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Sin embargo se promoverá el manejo adecuado de los residuos mediante la aplicación de un Programa de manejo integral de los mismos.</i>
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP.</i>
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no se realizará en la costa.</i>
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	<i>Sin embargo, se conservará la vegetación de manglar adyacente a la zona lagunar y la del humedal dentro de los límites del polígono. Esta comunidad no será desmontada ni aprovechada.</i>

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
		<i>Además, se cumplirá con lo establecido en esta acción ya que los materiales que se utilizarán para el proyecto no son tóxicos para el ambiente marino, además se llevará un adecuado manejo de residuos para evitar la contaminación.</i>
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No se realizará actividad o modificación alguna dentro de la comunidad hidrológica.</i>
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP.</i>

A esta UGA se le aplican, además de las siguientes Acciones Específicas:

Tabla III.3. Acciones específicas para la UGA 152 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe vinculado al proyecto.

CLAVE	DESCRIPCION	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	<i>Durante la construcción del proyecto, se mantendrán tambores a cielo abierto en temporada de lluvia para la captación de agua.</i>
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	<i>Será destinada un área de 59.86 ha que corresponde al 31 % del área del proyecto como zona de conservación de la vegetación.</i>
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP.</i>

A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	<i>En vista de que en el área del proyecto se registraron especie de flora y de fauna silvestre de la NOM. El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación a afectar y para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región.</i>
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Además, durante las diferentes etapas del proyecto se contará con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.</i>
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	<i>La naturaleza del proyecto es promover la reducción de las emisiones de gas invernadero utilizando tecnología de primer nivel para la generación de energía eléctrica a través de la radiación solar, por lo que la emisión de emisiones derivadas del consumo de combustibles fósiles será reducida. Sin embargo, las fuentes móviles que existirán para el desarrollo del proyecto, esto por el flujo vehicular, será monitoreados, mediante la verificación de cada una de las fuentes móviles, implementando el mantenimiento preventivo adecuado y mediante el uso eficiente del flujo vehicular.</i>
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	<i>Se pretende dar cumplimiento a este criterio a través de la implementación del uso adecuado de los residuos sólidos urbanos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción</i>

		<i>y operación del proyecto, promoviendo la separación en fracciones orgánicas e inorgánicas, el cual se realizará dentro de las acciones del Programa de supervisión ambiental que se ejecutará una vez autorizado el proyecto.</i>
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. De acuerdo a la naturaleza de las obras, en que se pretende el aprovechamiento de la energía solar para la conservación de energía eléctrica, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, lo cual permite tipificarla obra o el proyecto como una actividad de aprovechamiento de fuente de energía renovable, así mismo conlleva la utilización de tecnología limpia, ya que no habrá generación de emisiones a la atmosfera, como se da en la producción de energía eléctrica mediante procedimientos convencionales, por ejemplo la utilización de combustibles fósiles.</i>
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No se realizará ningún tipo de infraestructura dentro de la zona lagunar.</i>
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar	<i>Se pretende la instalación de energías alternativas, entre la cual se contempla la construcción de un Parque Solar.</i>
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>

A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A043	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales	
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación	
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas	

A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo	
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Sin embargo, debido a que la energía producida por el Parque será comercializada a la red eléctrica nacional, mediante el uso de esta fuente de energía se reduce la dependencia y explotación de los hidrocarburos como el petróleo o el carbón mineral, lo que permite la disminución de la contaminación en el ambiente y contribuye a disminuir la aportación al efecto invernadero por la disminución de emisiones.</i>
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	<i>Este proyecto no generará un impacto negativo al ambiente por el uso de sustancias químicas y/o generación de residuos peligrosos, que pudiesen ocasionar la contaminación del suelo, ya que la maquinaria que intervenga en la obra, será subcontratada y recibirá mantenimiento preventivo y correctivo en talleres autorizados, fuera del sitio.</i>
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	

A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	<i>Se promoverá el uso adecuado de los residuos sólidos urbanos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, promoviendo la separación en fracciones orgánicas e inorgánicas.</i>
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	<i>No se prevé la generación de residuos peligrosos, ya que la maquinaria que intervenga en la obra, será subcontratada y recibirá mantenimiento preventivo y correctivo en talleres autorizados, fuera del sitio.</i>
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	<p><i>Además, durante las diferentes etapas del proyecto se contará con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.</i></p> <p><i>Para las diferentes etapas del proyecto todos los residuos serán colectados en basureros plásticos con tapa, siendo estos los recipientes de almacenamiento temporal, adecuados para la zona y trasladados por el mismo personal laboral hacia sitios de disposición final.</i></p> <p><i>Se promoverá el manejo adecuado de los residuos mediante la aplicación de un Programa de manejo integral de los mismos.</i></p>
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>

	alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	

Los siguientes criterios responden en mucho a las características naturales de la franja costera por su riqueza en formación de arrecifes y al intenso uso turístico. A esta UGA se le aplican, además de los siguientes Criterios de Regulación Ecológica:

Tabla III.4. Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas Mar Caribe vinculado al proyecto.

CLAVE	CRITERIO	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición no se desarrollará en ambiente marino.</i>
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	<i>El proyecto no pretende la realización de actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; tampoco se afectará la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema.</i>
ZMC-03	Solo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado confines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	<i>No realizará la extracción ni el aprovechamiento de las mismas, asimismo se establecerá un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna previo a las actividades de preparación del sitio.</i>
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. No existen zonas coralinas.</i>
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, solo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	<i>No se pretende la utilización de hidrocarburos y/o productos químicos biodegradables al suelo, al agua o al mar.</i>
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>

ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar.</i>
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	<i>El proyecto no pretende la realización de actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; tampoco se afectará la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema.</i> <i>No se encuentra dentro de un ANP, RHP, RMP o AICAS.</i>

III.2.2 Programa De Ordenamiento Ecológico Territorial (POETRLB).

Decreto por el que se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar, Quintana Roo. Publicado en el Periódico Oficial el 15 de Marzo de 2005.

De conformidad con dicho ordenamiento, el sitio del proyecto se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) **Ff-4** = Costa Bacalar, **Ff-20** = Laguna Bacalar y **Tu-8** = Costa Xtomoc; con Política = *Conservación* (ver **Figura III.2**), la cual se define en el propio ordenamiento como “aquella donde se promueve la permanencia de ecosistemas nativos y su utilización, sin que esto implique cambios drásticos en el uso del suelo. Manteniendo la estructura y procesos de los ecosistemas bajo un esquema sustentable de manejo de los recursos existentes”.

En este orden de ideas, la operación del presente proyecto es compatible con la política designada a ambas UGAs, toda vez que el proyecto cuenta con estrategias para el aprovechamiento y uso de los recursos naturales como son la luz solar para generación de energía eléctrica por medio de celda solares, la generación de residuos sólidos y aguas residuales es mínima y no implica alteración de cuerpos de agua. Por lo anterior el proyecto se engloba en un carácter sustentable.

Tabla III.5. Se enlistan las actividades y usos de suelo aplicables a dichas UGA.

Actividades y Usos de suelo			
Usos	Ff-4	Tu-8	Ff-20
Predominante	Manejo de Flora y Fauna.	Turismo hotelero intensivo.	Manejo de flora y fauna.
Compatible	Agroforestería, Apicultura, Corredor natural, Turismo Alternativo, Silvicultura.	Turismo Alternativo, Equipamiento.	Corredor natural, Turismo Alternativo.
Condicionado	Agricultura, Casa, Forestal, Ganadería.	Infraestructura.	Caza, Pesca.
Incompatible	Acuicultura, ANP, Aprovechamiento acuífero, Asentamiento humano, Centro de población, Equipamiento, Extracción pétreo, Industria, Infraestructura, Pesca, Turismo hotelero intensivo.	Acuicultura, Agricultura, Agroforestería, ANP, Apicultura, Aprovechamiento acuífero, Asentamiento humano, Caza, Centro de población, Corredor natural, Extracción pétreo, Forestal, Ganadería, Industria, Manejo de flora y fauna, Pesca, Silvicultura.	Acuicultura, Agricultura, Agroforestería, ANP, Apicultura, Aprovechamiento acuífero, Asentamiento humano, Centro de población, Equipamiento, Extracción pétreo, Forestal, Ganadería, Industria, Infraestructura, Silvicultura, Turismo hotelero intensivo.

Con respecto a la vinculación del proyecto con la UGA Ff-4 de la **Tabla III.5** “Actividades y Usos de suelo”, hacemos una descripción de los Usos Incompatibles, de acuerdo al POETRLB (apartado **Glosario de Términos para el programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar**), esto con el fin de descartar interpretaciones ambiguas a lo que conlleva el objetivo y descripción del proyecto Parque Solar Andrés Quintana Roo:

Equipamiento: *Componente de la estructura de un asentamiento humano que está formado por el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario, edificios y espacios, en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en lo que se proporcionan a*

la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, culturales y recreativas.

Industria Ligera: Incluye sectores que se caracterizan por producir bienes de consumo final no duraderos, intermedios e intensivos en mano de obra. Ejemplos: agroindustria, muebles, artículos de decoración, cuero procesado y calzado, textil y confección, manufactureras de plástico, químico-farmacéutica y material de construcción.

Infraestructura: Conjunto de obras mayores de ingeniería y fuentes de energía que dan soporte a la movilidad y funcionamiento de las actividades productivas, haciendo posible el uso del suelo, la accesibilidad, el transporte, el saneamiento, el encauzamiento y distribución de agua y energía, las comunicaciones telefónicas, etc., fuera de asentamientos humanos.

Por otra parte, en el documento del POETRLB, se hace mención a las políticas especiales que se deberán implementar de manera paulatina en toda el área sujeta a este Ordenamiento, las cuales se enlistan a continuación:

Políticas especiales que se deberán implementar de manera paulatina en toda el área
Se promoverá la reutilización de aguas pluviales, previo tratamiento y eliminación de grasas y aceites.
Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero
Se promoverá la instalación de letrinas secas.
Se debe promover la pesca de liberación con especies nativas y se deberá tener un estricto control para evitar el establecimiento de poblaciones fuera de los sitios de captura.
Se promoverá la instalación de infraestructura para la generación de energía alternativa basada en recursos renovables (solar, eólica) dentro del área que se pretende desarrollar.
Se recomienda la instalación subterránea de infraestructura de conducción, de energía eléctrica y comunicación, evitando la contaminación visual del paisaje.
Las densidades poblacionales en las unidades de aprovechamiento y desarrollo de centros poblacionales deberán establecerse como límites recomendables en el marco de los escenarios del modelo para cada uno de los polígonos y escenarios planteados. Deben incorporarse los criterios de control sugeridos.

Análisis. El proyecto no se encuentra clasificado dentro de los usos de suelo incompatibles para la zona, toda vez que no se trata de instalaciones que realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo en un asentamiento humano, tampoco tiene como objetivo producir un bien de consumo; ni es una obra mayor de ingeniería que de soporte a las actividades productivas (camino, carreteras, puentes, presas, acueductos, etc.).

De tal manera que más bien el uso de suelo y/o actividad del proyecto se clasifica como **Energía alternativa**, definido en el Glosario de Términos del POETRLB como “Sistema de generación de energía con base en el aprovechamiento de la luz solar, de la energía de las mareas, viento o la quema de basura.”

Adicionalmente, el proyecto es una planta solar fotovoltaica que se define como “una agrupación de instalaciones solares fotovoltaicas instaladas en un mismo lugar (parque o huerto solar) y conectadas a la red eléctrica para la venta de toda la energía generada a la compañía eléctrica con la cual se haya establecido el contrato”¹

Con respecto a la política especial quinta, ésta se refiere a que se debe promover la generación de energía alternativa como la solar y la eólica en la zona sujeta al presente ordenamiento; de tal manera que el proyecto cumple con esta política especial toda vez que su ejecución es totalmente congruente con la misma siendo un proyecto generador de energía alternativa, a saber, energía solar fotovoltaica.

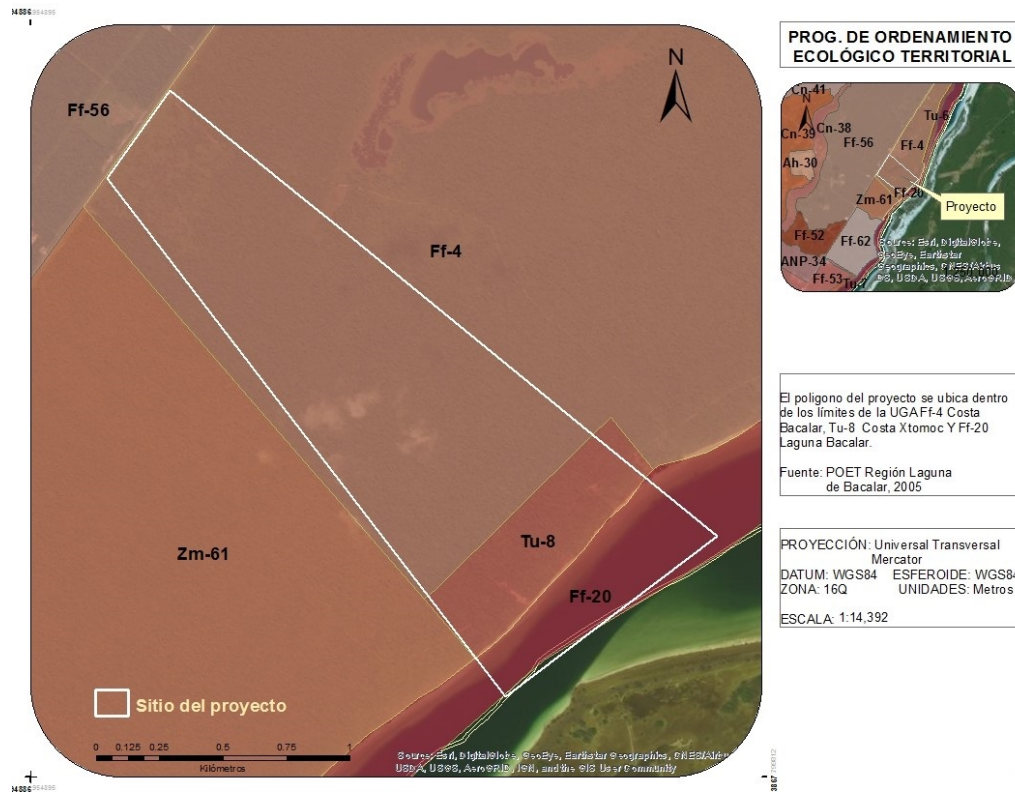


Figura III.2. Ubicación del predio del proyecto de acuerdo al POETRLB.

En la tabla siguiente se realiza la vinculación del proyecto con los diferentes criterios ecológicos aplicables a la UGA donde se encuentra inmerso el proyecto:

Tabla III.6. Criterios ecológicos aplicables a las UGA Ff-4.

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Marinas		
MA-01	No se permite la instalación de marinas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Campos de Golf		
CG-02	Se prohíben los campos de golf.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>

¹ Huidrobo, J.M. Parques solares. Una inversión muy rentable. Autores científicos Técnicos y Académicos. http://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/047053.pdf

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Bancos de Material		
BM-02	Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de material.	<i>No se hará ningún banco de extracción de material, ya que los materiales que se utilizarán para la construcción como arena y grava, se adquirirán mediante licitación con proveedores locales teniendo como condicionante para la contratación que cuente con bancos de extracción de material autorizados y se notificará la ubicación de los bancos de extracción a la SEMARNAT.</i>
BM-04	No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
BM-08	No se permite el uso de bancos de extracción de material como rellenos sanitarios.	
Manglares		
Man-04	Se permite el uso ecoturístico del manglar y los humedales para la contemplación de la naturaleza, paseos fotográficos y senderismo.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Man-05	En ningún caso se permitirá la disposición de aguas tratadas en el manglar.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. Es importante señalar que únicamente durante la etapa de preparación del sitio e instalación se contará con baños portátiles contratados a una empresa autorizada, misma que realizará la limpieza periódica correspondiente.</i>
Man-07	No se permite la construcción de obras de ingeniería en humedales.	<i>El proyecto no instalará las fotoceldas ni realizará actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; tampoco se afectará la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema. Se mantendrá como área de conservación.</i>
Ganadería		
Gan-01	Sólo se permite la ganadería estabulada, en la cual se dé un manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos y a no menos de 1.5 Km de áreas urbanas, de uso predominante turístico o Zona Federal Marítima Terrestre.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, ya que no se practica la ganadería dentro del predio.</i>
Gan-04	El establecimiento de potreros se hará solo en sitios con vegetación perturbada.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
ZOFEMAT		
ZFMT-02	En la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la Zona Federal Marítimo Terrestre.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no incide sobre la ZOFEMAT.</i>
ZFMT-03	En la Zona Federal Marítima Terrestre sólo se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición ya que no se afectará la ZOFEMAT.</i>
Fauna		
Fa-06	Sólo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS).	<i>El presente proyecto no considera actividades cinegéticas. No obstante, se prohibirá a los trabajadores la caza y/o captura de fauna silvestre, así como su comercialización.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Manejo de Residuos Sólidos		
MRS-07	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios. En su lugar se promoverá la utilización de tecnologías alternativas para el manejo y disposición de la basura.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, ya que no corresponde al desarrollo de un relleno sanitario.</i>
MRS-09	No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.	<i>Los residuos vegetales que resulten de la remoción de vegetación (hojas y ramas), deberán ser finalmente trozados o triturados y esparcidos en áreas verdes destinadas a la conservación con el objeto de facilitar la incorporación de sus elementos bioquímicos al suelo; los troncos con diámetro mayor de 25 cm. serán cortados con el fin de evitar su rodamiento y con ello afectaciones a la vegetación aledaña. Se considerará el aprovechamiento forestal, para lo cual se realizaría el trámite correspondiente.</i>
Manejo de Residuos Líquidos		
MRL-04	Se prohíbe la descarga de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de aguas y zonas inundables.	<i>Durante la fase de preparación e instalación de las celdas se contará con letrinas portátiles para los residuos sanitarios de los trabajadores. Los residuos serán colectados por la empresa proveedora del servicio, la cual realizará la confinación final en las áreas adecuadas y autorizadas por la autoridad en materia ambiental.</i>
MRL-05	Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico como sistema único de tratamiento.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Agricultura		
Agr-01	En la preparación del terreno para las actividades agrícolas se deberá usar el método tumba, roza y pica, queda estrictamente prohibida la utilización del fuego.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, ya que no corresponde a actividad agrícola.</i>
Flora		
Flo-05	El aprovechamiento de las hojas de las palmas <i>Thrinax radiata</i> (chit), <i>Pseudophoenix sargentii</i> (palma kuka), <i>Coccothrinax readii</i> (nakas), <i>Chamaedorea seifrizii</i> (xiat), <i>Beaucarnea ameliae</i> (despeinada) y demás plantas silvestres sólo se permitirá en las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMAS), autorizadas por la SEMARNAT.	<i>Durante todas las etapas del proyecto se prohibirá la extracción y el aprovechamiento de especies de flora, especialmente de especies catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM 059 SEMARNAT 2010.</i>
Flo-06	La decisión de la forma y tipo de reforestación en las áreas de conservación y protección, después de fenómenos naturales como fuego o ciclones y los antropogénicos, quedará a cargo de la SEMARNAT.	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
Flo-08	Previo al desmonte para la construcción de obras de ingeniería, se deberá llevar a cabo el rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados. Una vez terminadas las obras, se deberán reforestar aquellas áreas afectadas por el proceso de construcción, (derechos de vías,	<i>El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies vegetales a afectar y así como para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
	caminos laterales, etc.), usando únicamente especies nativas, por lo que queda prohibido, para esta actividad, el uso del pino de mar (<i>Casuarina equisetifolia</i>), framboyán (<i>Delonix regia</i>), tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>) y almendro (<i>Terminalia cattapa</i>).	
Flo-09	El trazo de las nuevas vialidades deberá respetar los árboles de al menos 30 cm de diámetro en concordancia con la evaluación de impacto ambiental correspondiente.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida, no se pretende la apertura de nuevas vialidades.</i>
Flo-10	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de mar (<i>Casuarina equisetifolia</i>), framboyán (<i>Delonix regia</i>), tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>) y almendro (<i>Terminalia cattapa</i>). Se restablecerá la flora nativa.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Flo-12	Se prohíbe la introducción de especies exóticas.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Áreas Urbanas		
Urb-04	El establecimiento o ampliación de reservas territoriales quedará sujeto a la elaboración y autorización del programa de desarrollo urbano del centro de población correspondiente, previa autorización en materia de impacto ambiental.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición toda vez que no conforma una reserva territorial.</i>
Industria		
Ind-04	No se permitirá la instalación de industrias cementeras, bloqueras o similares.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Ind-05	No se permiten las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica, así como los depósitos de combustibles.	
Carreteras y Caminos		
CyC-02	En las vialidades que atraviesan zonas de conservación o protección, deben existir reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	<i>El presente proyecto no atraviesa zonas de conservación o protección. Sin embargo, para los caminos internos se tomará en cuenta la presente medida.</i>
CyC-04	Los caminos de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluados y aprobados a partir de la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se pretenden caminos de acceso al cuerpo de agua.</i>
CyC-05	En las orillas de caminos rurales, más allá del derecho de vía, no se permite el derribe de árboles y arbustos.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
CyC-06	Los taludes y bordes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	
Infraestructura Básica y de Servicios		
IBS-04	Se prohíbe la construcción de cualquier tipo de infraestructura básica y de servicios.	<i>El proyecto consiste únicamente en la instalación de paneles fotovoltaicos donde se capta, almacena y transforma en energía. En predio no cuenta ni se requiere de servicios como electricidad, agua potable, drenaje, telefonía.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
		<i>Siendo que, Infraestructura básica se define como: servicios indispensables para una óptima calidad de vida, que reduzcan riesgos en la vida cotidiana y en la salud de los habitantes (electrificación, agua potable, saneamiento, etc.)², no se considera que el proyecto cumpla con las características aplicables, por lo tanto se cumple el presente criterio.</i>
Construcción		
Cons-13	Las edificaciones en las zonas costeras no deberán rebasar los 20 metros de altura desde el nivel de terreno natural. Se exceptúan de este criterio los faros.	<i>El presente proyecto no corresponde a una edificación, sin embargo los paneles no rebasan los 20 m de altura.</i>
Cons-14	Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a la construcción y vías de acceso en forma gradual de conformidad al avance del mismo.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. A fin de asegurar el desmonte gradual de la vegetación, se aplicará un Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado.</i>
Cons-15	Las edificaciones en las zonas no costeras que excedan las 2 plantas o los 10 metros de altura, deberán sustentarse en estudios específicos de características físicas del suelo y el potencial de disolución cárstica.	<i>El presente proyecto no requiere de edificaciones debido a que el proyecto consiste únicamente en la instalación de paneles solares.</i>
Cons-16	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Aprovechamiento Acuífero		
AA-01	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. Sin embargo, en el predio no existen cuerpos de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos. El agua del consumo humano que requerirán las personas que laborarán en el área del proyecto, será obtenido de las localidades cercanas, el personal que labore en el proyecto serán los encargados de suministrar el líquido. El agua destinada para las distintas actividades de la realización del proyecto se traerá con pipas.</i>
AA-02	Para el aprovechamiento extractivo de los acuíferos se deberán presentar los estudios relacionados con la demanda, abasto, calidad de agua y el impacto ambiental causado por la explotación.	<i>El presente proyecto no requiere del consumo de agua. El único consumo es para uso humano y este se les proveerá por medio de garrafones de agua purificada adquirida en establecimientos de la zona.</i>
AA-05	No se permite captación de agua subterránea para la transferencia de esta unidad a otra.	<i>El presente proyecto no realizará la captación ni transferencia de agua subterránea.</i>
Control de Contaminación		
CoCo-03	Sólo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	<i>El presente proyecto vigilará se cumpla el presente criterio.</i>
Zona Litoral y Costera		
ZLC-02	No se permiten los dragados, espigones, la apertura de canales o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral.	<i>El proyecto no requiere ni contempla el dragado, espigones ni apertura de canales, ni alguna</i>

²Catálogo de Programas Federales para municipios 2016. SEGOB.INAFED. Pág. 270.

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
ZLC-03	Se permite la construcción de muelles ó atracaderos, piloteados o flotantes, solamente con materiales temporales y autorizados por la SEMARNAT y SCT. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	<i>actividad en la laguna como se aprecia en los planos correspondientes.</i>
ZLC-04	No se permitirá la remoción de la vegetación acuática de lagunas, ríos y zona federal marítima terrestre.	<i>El proyecto no tiene afectación sobre la laguna, no obstante se instruirá y vigilará al personal de trabajo en el sitio, no realicen remoción de vegetación. Se mantendrá en área de conservación.</i>
UMA's		
UMAS-01	Se permite la constitución de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS), con fines de repoblación, recreación o uso cinegético.	<i>El proyecto no contempla la creación de UMA's, ni actividades cinegéticas, se instruirá al personal a no realizar ninguna actividad de cacería dentro del sitio del proyecto.</i>

Tabla III.7. Criterios ecológicos aplicables a las UGA Ff-20.

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Turismo alternativo		
TA-02	Para llevar a cabo actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo, deberá elaborarse un programa de manejo.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Pesca		
Pe-01	Se permite la pesca deportiva. (Ver glosario).	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Pe-02	Todas las actividades pesqueras estarán sujetas a lo establecido en la Ley Federal de Pesca y su reglamento vigente.	
Marinas		
MA-01	No se permite la instalación de marinas.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Bancos de Material		
BM-04	No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Manglares		
Man-04	Se permite el uso ecoturístico del manglar y los humedales para la contemplación de la naturaleza, paseos fotográficos y senderismo.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Man-05	En ningún caso se permitirá la disposición de aguas tratadas en el manglar.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. Como se puede observar en los planos del proyecto (Figura III.3), el área del polígono que se localiza dentro de la UGA Ff-20 será destinada a conservación.</i>
Fauna		

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Fa-01	Se prohíbe la extracción o captura de especies de flora y fauna silvestre, salvo autorización expresa de la SEMARNAT para pie de cría o investigación.	<i>El presente proyecto no realizará la extracción o aprovechamiento de especies.</i>
Fa-06	Sólo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS).	<i>El presente proyecto no considera actividades cinegéticas, no obstante se prohibirá a los trabajadores la caza y/o captura de fauna silvestre así como su comercialización.</i>
Manejo de Residuos Líquidos		
MRL-04	Se prohíbe la descarga de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de aguas y zonas inundables.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, durante la fase de preparación e instalación en el área paneles (UGA Ff-4) se contará con letrinas portátiles para los residuos sanitarios de los trabajadores. Los residuos serán colectados por la empresa proveedora del servicio, la cual realizará la confinación final en las áreas adecuadas y autorizadas por la autoridad en materia ambiental (ver Figura III.3).</i>
Flora		
Flo-12	Se prohíbe la introducción de especies exóticas.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Infraestructura Básica y de Servicios		
IBS-04	Se prohíbe la construcción de cualquier tipo de infraestructura básica y de servicios.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación.</i>
Construcción		
Cons-01	Se prohíbe el uso de explosivos.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Aprovechamiento Acuífero		
AA-01	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. Sin embargo en el predio no existen cuerpos de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos.</i>
AA-03	Para el aprovechamiento no extractivo de los cuerpos de agua, se deberá obtener autorización en materia de impacto ambiental.	<i>El presente proyecto no realizará aprovechamiento no extractivo ni extractivo.</i>
AA-04	Se prohíbe el aprovechamiento extractivo del acuífero sea superficial o subterráneo.	
AA-05	No se permite captación de agua subterránea para la transferencia de esta unidad a otra.	<i>El presente proyecto no realizará la captación ni transferencia de agua subterránea.</i>
Control de Contaminación		
CoCo-02	Los canales de navegación estarán sujetos a un monitoreo que permita evaluar la calidad del agua y establecer medidas que eviten la contaminación hacia humedales, manglares y zonas adyacentes.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
CoCo-03	Sólo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. El presente proyecto vigilará se cumpla el presente criterio.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Zona Litoral y Costera		
ZLC-01	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a autorización en materia de impacto ambiental.	<i>Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
ZLC-04	No se permitirá la remoción de la vegetación acuática de lagunas, ríos y zona federal marítima terrestre.	<i>El proyecto no tiene afectación sobre la laguna, no obstante se instruirá y vigilará al personal de trabajo en el sitio, no realicen remoción de vegetación.</i>
ZLC-05	En los cuerpos de agua interiores se prohíbe la instalación o construcción de plataformas flotantes no ligadas a tierra, fijas o móviles, para atracaderos, restaurantes, etcétera.	<i>El presente proyecto vigilará se cumpla el presente criterio.</i>
Actividades Náuticas		
AN-01	Se prohíbe el uso de motores fuera de borda tipo "pata larga" en las lagunas, con excepción de las actividades pesqueras permitidas, el tránsito y las actividades de vigilancia y emergencia.	<i>El presente proyecto vigilará se cumpla el presente criterio.</i>
AN-03	Para todas las actividades náuticas, los promotores deberán elaborar reglamentos de operación que minimicen los impactos ambientales. Dichos reglamentos serán sancionados por la SEDUMA.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición. Se tomará en cuenta la presente medida.</i>
UMA		
UMAS-01	Se permite la constitución de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS), con fines de repoblación, recreación o uso cinegético.	<i>El proyecto no contempla la creación de UMA's, ni actividades cinegéticas, se instruirá al personal a no realizar ninguna actividad de cacería dentro del sitio del proyecto.</i>

Tabla III.8. Criterios ecológicos aplicables a las UGA Tu-8.

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
Turismo Alternativo		
TA-01	La superficie no ocupada por la infraestructura turística podrá ser empleada para actividades de turismo alternativo y observación de la naturaleza que no requieran la construcción de infraestructura.	<i>El proyecto no se refiere a actividades turísticas.</i>
TA-02	Para llevar a cabo actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo, deberá elaborarse un programa de manejo.	
Marinas		
MA-01	No se permite la instalación de marinas.	<i>El proyecto no se refiere a actividades que incluyan marinas o puertos.</i>
Campos de Golf		
CG-02	Se prohíben los campos de golf.	<i>El proyecto no se refiere a campos de golf.</i>
Densidades		
Den-01	El número total de cuartos que es posible construir en un predio, se obtiene al multiplicar la densidad (cuartos por hectárea) asignada a la unidad de gestión ambiental en	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que el proyecto</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
	donde se encuentra el predio por la superficie total del mismo (hectáreas).	<i>consiste únicamente en la construcción de un Parque Solar y no a un desarrollo turístico.</i>
Den-02	La densidad no podrá transferirse entre UGA's ni entre predios.	
Den-03	Se considera equivalente dos y medio cuartos de hotel con una vivienda residencial turística.	
Den-04	La cuantificación del total de cuartos por predio incluye los cuartos hoteleros y las habitaciones del personal de servicio.	
Den-05	Los desarrollos turísticos establecidos en ésta área no excederán una densidad de 1 cuartos por hectárea.	
Bancos de Material		
BM-02	Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de material.	<i>No se realizará ningún banco de extracción de material, ya que los materiales que se utilizarán para la construcción como arena y grava, se adquirirán mediante licitación con proveedores locales teniendo como condicionante para la contratación que cuente con bancos de extracción de material autorizados y se notificará la ubicación de los bancos de extracción a la SEMARNAT.</i>
BM-04	No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados.	<i>Se vigilará estrictamente el cumplimiento de la presente medida.</i>
BM-08	No se permite el uso de bancos de extracción de material como rellenos sanitarios.	<i>En el sitio no existen bancos de material que pudieran utilizarse como un relleno sanitario, ni tampoco se permitiría.</i>
Manglares		
Man-01	Los caminos que se construyan sobre manglares deberán de realizarse sobre pilotes, en concordancia con lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición debido a que no se construirán caminos.</i>
Man-04	Se permite el uso ecoturístico del manglar y los humedales para la contemplación de la naturaleza, paseos fotográficos y senderismo.	<i>El proyecto planteado no corresponde a actividades ecoturísticas.</i>
Man-05	En ningún caso se permitirá la disposición de aguas tratadas en el manglar.	<i>Se vigilará estrictamente el cumplimiento de la presente medida.</i>
Man-06	Las obras de ingeniería que se realicen sobre humedales deberán contar con autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá considerar las acciones para garantizar el flujo y reflujo de agua superficial y subterránea dentro y entre los ecosistemas, apegándose a la NOM-022-SEMARNAT-2003.	<i>El proyecto no pretende la realización de actividades o estructuras que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia lagunar; como se aprecia en el plano de usos de suelo, estas áreas serán destinadas a conservación.</i>
Ganadería		
Gan-02	Se prohíbe la actividad ganadera en centros urbanos y turísticos.	<i>El presente proyecto no corresponde a actividad ganadera.</i>
ZOFEMAT		
ZFMT-01	El ancho de los accesos vehiculares a la zona costera deberá tener como máximo 20 m incluyendo el derecho de vía.	<i>No se realizará actividad en área de ZOFEMAT.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
ZFMT-02	En la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la Zona Federal Marítimo Terrestre.	<i>Se respetará el presente criterio, a fin de no obstruir la ZOFEMAT.</i>
ZFMT-03	En la Zona Federal Marítima Terrestre sólo se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos.	<i>El proyecto no pretende construir obras en la zona federal.</i>
ZFMT-04	Todo proyecto de desarrollo en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	
Fauna		
Fa-02	Las actividades que se realicen deberán poner énfasis en causar el menor impacto posible a poblaciones de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	<i>El responsable ambiental de la obra, dará seguimiento a los criterios para dar un completo cumplimiento. El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies vegetales a afectar, así como para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región.</i>
Fa-03	Los desarrollos turísticos y habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de cocodrilos (<i>Crocodylus moreletii</i> y <i>Crocodylus acutus</i>).	<i>El presente proyecto no afectará el hábitat de estas especies.</i>
Manejo de Residuos Sólidos		
MRS-01	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	<i>El proyecto no corresponde a un asentamiento humano o turístico. No se establecerán campamentos provisionales ya que el personal que laborará se trasladará todos los días de la localidad de Bacalar y comunidades aledañas. No obstante, se promoverá el uso adecuado de los residuos sólidos urbanos generados durante todas las etapas, promoviendo la separación en fracciones orgánicas e inorgánicas y disponiéndolos en los sitios autorizados por el municipio.</i>
MRS-04	Los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de desechos sólidos	<i>El proyecto no corresponde a un asentamiento humano, sin embargo la localidad de Bacalar cuenta con un basurero municipal autorizado, al cual se llevarán los residuos generados.</i>
MRS-05	Se deberá contar con áreas acondicionadas para almacenar temporalmente la basura inorgánica, para posteriormente trasladarla al sitio de disposición final.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación (ver Figura III.4). Sin embargo, en el proyecto se promoverá el uso adecuado de los residuos sólidos urbanos generados durante todas las etapas, promoviendo la separación en fracciones orgánicas e inorgánicas. Serán dispuestos en el relleno sanitario de Bacalar para su destino final.</i>
MRS-06	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección de desechos sanitarios y sólidos para su posterior disposición en áreas autorizadas por el Municipio.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, el proyecto no contempla el mantenimiento de un</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
		<p><i>campamento de trabajadores ya que serán trasladados día a día al área del proyecto. No obstante, para las diferentes etapas del proyecto todos los residuos serán colectados en basureros plásticos con tapa, siendo estos los recipientes de almacenamiento temporal, adecuados para la zona y trasladados por el mismo personal laboral hacia sitios de disposición final.</i></p>
MRS-07	<p>Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios. En su lugar se promoverá la utilización de tecnologías alternativas para el manejo y disposición de la basura.</p>	<p><i>El proyecto no se refiere a actividades relacionadas con un relleno sanitario.</i></p>
MRS-08	<p>El manejo de los residuos biológico infecciosos se sujetará a lo dispuesto en la NOM-SEMARNAT-SSA1-2002.</p>	<p><i>El proyecto no genera residuos biológico-infecciosos.</i></p>
MRS-09	<p>No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.</p>	<p><i>No se permitirá la quema de vegetación por ninguna circunstancia.</i></p>
Manejo de Residuos Líquidos		
MRL-01	<p>La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá contemplar el máximo histórico de tormentas para la zona.</p>	<p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, en el proyecto no se requiere de obras para el drenaje pluvial, toda vez que el suelo no será sellado por lo que puede captar y absorber la precipitación pluvial.</i></p>
MRL-02	<p>Toda obra urbana, suburbana y turística deberá contar con drenaje pluvial y sanitario separados.</p>	
MRL-03	<p>Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que considere la estabilización, desinfección y disposición final de lodos de acuerdo con las disposiciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.</p>	<p><i>El proyecto no se refiere a una actividad urbana ni tampoco habrá personal fijo durante el periodo de operación del proyecto.</i></p>
MRL-04	<p>Se prohíbe la descarga de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de aguas y zonas inundables.</p>	<p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, en el proyecto durante las etapas de preparación y construcción se contará con letrinas portátiles para los residuos sanitarios de los trabajadores. Los residuos serán colectados por la empresa proveedora del servicio, la cual realizará la confinación final en las áreas adecuadas y autorizadas por la autoridad en materia ambiental. En la etapa de operación no existe personal fijo en el sitio, por lo que no se requieren de servicios de drenaje y alcantarillado.</i></p>
MRL-05	<p>Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico como sistema único de tratamiento.</p>	<p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, en el proyecto no se realizarán pozos de absorción, los baños portátiles serán limpiados por la empresa</i></p>
MRL-06	<p>Los desechos sólidos, el agua de sentinas y de los sistemas sanitarios de las embarcaciones sólo se dispondrán en muelles y marinas, mismos que contarán</p>	

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
	con el equipamiento de recepción, para su traslado a los sitios de tratamiento y disposición final.	<i>autorizada y sus descargas llevadas al lugar que tienen autorizado.</i>
Flora		
Flo-02	Se deberá establecer por lo menos un vivero previo a la etapa de construcción o desarrollo del proyecto para el acopio, rescate y reproducción de la vegetación nativa, misma que será utilizado en reforestación, áreas jardinadas y en su caso restauración.	<i>El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación a afectar con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región, por lo que se considera la actividad aquí señalada.</i>
Flo-03	Las áreas donde se mantenga la vegetación nativa dentro de los predios que sean empleados para la creación de desarrollos turísticos, estarán sujetas a conservación, mantenimiento y en su caso restauración, las que serán responsabilidad de los promoventes del desarrollo.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación, la cual se vigilará para su preservación.</i>
Flo-05	El aprovechamiento de las hojas de las palmas <i>Thrinax radiata</i> (chit), <i>Pseudophoenix sargentii</i> (palma kuka), <i>Coccothrinax readii</i> (nakas), <i>Chamaedorea seifrizii</i> (xiat), <i>Beaucarnea ameliae</i> (despeinada) y demás plantas silvestres sólo se permitirá en las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMAS), autorizadas por la SEMARNAT.	<i>Durante todas las etapas del proyecto se prohibirá la extracción y el aprovechamiento de especies de flora, especialmente de especies catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>
Flo-06	La decisión de la forma y tipo de reforestación en las áreas de conservación y protección, después de fenómenos naturales como fuego o ciclones y los antropogénicos, quedará a cargo de la SEMARNAT.	<i>Se considerará el presente criterio en caso de requerirse.</i>
Flo-07	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre las colindancias de los predios para asegurar la permanencia y continuidad de las comunidades y poblaciones naturales y endémicas del área así como la posibilidad de movilización de la fauna silvestre. Esta vegetación deberá estar distribuida en una retícula en todo el predio.	<i>Esta área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación, la cual garantizará la conexión de la vegetación natural entre las colindancias de los predios (ver Figura III.4).</i>
Flo-08	Previo al desmonte para la construcción de obras de ingeniería, se deberá llevar a cabo el rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados. Una vez terminadas las obras, se deberán reforestar aquellas áreas afectadas por el proceso de construcción, (derechos de vías, caminos laterales, etc.), usando únicamente especies nativas, por lo que queda prohibido, para esta actividad, el uso del pino de mar (<i>Casuarina equisetifolia</i>), framboyán (<i>Delonix regia</i>), tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>) y almendro (<i>Terminalia cattapa</i>).	<i>El proyecto tiene planteado la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación a afectar con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región, dicha actividad se realizará previa al desmonte donde se privilegiará las especies en la Norma, así como especies de importancia ecológica, las cuales podrán ser reubicadas en la zona de conservación inmediatamente o primero en adaptación en un vivero. Esto depende de las condiciones del clima y el estrés de la planta.</i>
Flo-09	El trazo de las nuevas vialidades deberá respetar los árboles de al menos 30 cm de diámetro en concordancia con la evaluación de impacto ambiental correspondiente.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Flo-10	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino de	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
	mar (<i>Casuarina equisetifolia</i>), framboyán (<i>Delonix regia</i>), tulipán africano (<i>Spathodea campanulata</i>) y almendro (<i>Terminalia cattapa</i>). Se restablecerá la flora nativa.	
Flo-11	Exclusivamente para áreas verdes jardinadas se permite el uso de especies exóticas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida.	<i>No se pretenden realizar áreas ajardinadas, no obstante en su caso se respetará el presente criterio.</i>
Áreas Urbanas		
Urb-01	Podrán establecerse estaciones de servicios relacionados con hidrocarburos (gasolineras), debiendo cumplir con la Reglamentación de Franquicias Tres Estrellas establecida por Petróleos Mexicanos (PEMEX).	<i>El presente proyecto no corresponde a un desarrollo urbano, sino al establecimiento de un Parque Solar.</i>
Urb-03	En áreas ajardinadas públicas y privadas se emplearán plantas nativas, el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida. (Ver listado anexo "Especies Exóticas")	
Industria		
Ind-04	No se permitirá la instalación de industrias cementeras, bloqueras o similares.	<i>El proyecto consiste únicamente en el establecimiento de un Parque Solar.</i>
Ind-05	No se permiten las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica, así como los depósitos de combustibles.	
Carreteras y Caminos		
CyC-01	Los caminos que se realicen sobre zonas inundables deberán construirse de tal forma que garanticen los flujos hidrodinámicos, así como la integridad de los corredores biológicos.	<i>El proyecto no pretende la realización de actividades o estructura que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia lagunar.</i>
CyC-02	En las vialidades que atraviesan zonas de conservación o protección, deben existir reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	<i>No se encuentra dentro de un ANP, RHP, RMP o AICAS, sin embargo, se considera la presente medida.</i>
CyC-03	En la construcción o rehabilitación de caminos costeros deberán utilizarse materiales que permitan la filtración de agua al subsuelo.	<i>Se vigilará estrictamente el cumplimiento de la presente medida.</i>
CyC-04	Los caminos de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluados y aprobados a partir de la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental.	<i>No se abrirán nuevos caminos con acceso a los cuerpos de agua.</i>
CyC-05	En las orillas de caminos rurales, más allá del derecho de vía, no se permite el derribe de árboles y arbustos.	<i>Se vigilará estrictamente el cumplimiento de la presente medida.</i>
CyC-06	Los taludes y bordes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	<i>Se vigilará estrictamente el cumplimiento de la presente medida.</i>
Infraestructura Básica y de Servicios		
IBS-01	Las subestaciones eléctricas deberán situarse fuera de los asentamientos humanos y observar las normas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, el proyecto se encuentra ubicado aproximadamente a 16 km hacia el Noroeste del poblado de Bacalar. Quedando sujeta a cuantas modificaciones estime oportunas realizar la CFE en sus condiciones de acceso a la red de distribución.</i>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
IBS-03	Se permite la instalación de infraestructura básica y de servicios, previa autorización en materia de impacto ambiental.	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i></p> <p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación.</i></p>
Construcción		
Cons-03	Se permite la construcción de vivienda residencial turística.	<p><i>El proyecto no corresponde a la construcción de vivienda turística.</i></p>
Cons-04	Todo desarrollo deberá conservar el 60% de la superficie total del terreno en estado natural.	<p><i>La superficie del predio que se encuentra dentro de los límites de la UGA Tu-8 es de 28.25 ha, de las cuales el 100 % mantendrán las condiciones actuales de vegetación ya que serán áreas de conservación. De tal manera que se cumple con lo estipulado en el presente criterio. Ver Figura III.3. y Figura III.4.</i></p>
Cons-05	Cualquier abandono de actividad deberá presentar al menos con tres meses de anticipación, un programa de restauración de sitio.	<p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, en caso de abandono, se desarmen los paneles, se retiran las bases y el predio puede ser utilizado con otros propósitos.</i></p>
Cons-06	En los proyectos de desarrollo deberá dejarse una franja mínima de 20 m de amortiguamiento con vegetación sin desmontar alrededor de los ecosistemas excepcionales. Se consideran como ecosistemas excepcionales: manglares, selva bien y medianamente conservada, playas, duna, cenotes, cavernas, rejolladas, etc (articulado de LEEGPA).	<p><i>No se pretende uso del predio, aproximadamente a 284 m hacia la laguna. Ver Figura III.4.</i></p>
Cons-08	En áreas sujetas a inundaciones, la infraestructura deberá construirse sobre pilotes, garantizando el flujo laminar del agua.	<p><i>No se considerará infraestructura en áreas inundables.</i></p>
Cons-09	Para toda obra que se realice deberán tomarse las medidas preventivas o correctivas necesarias para el manejo y la disposición de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	<p><i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. Durante las diferentes etapas del proyecto se contará con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas que incluye el manejo de los residuos.</i></p>
Cons-10	Al finalizar la obra deberá removerse el campamento y sus componentes.	<p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, el presente proyecto no tendrá un campamento, dada la cercanía con el poblado. No obstante una vez finalizada la instalación de los paneles se realizará una limpieza para evitar que se quede cualquier tipo de residuo generado por el proyecto.</i></p>
Cons-11	El almacenamiento y manejo de materiales de construcción deberá evitar la dispersión de polvos fugitivos.	<p><i>El área del polígono que se localiza dentro de esta UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, en el presente proyecto se regará con agua aquellos</i></p>

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
		<i>materiales que despidan polvos, como el sascab y la arena (polvo).</i>
Cons-12	Los campamentos de construcción deberán contabilizarse en la superficie total de desplante del proyecto, ubicados preferentemente en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, nunca sobre humedales o zona federal marítimo terrestre.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de la UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, en el presente proyecto no se instalarán campamentos, de cualquier manera, las parte del material de instalación de paneles se colocarán sobre la superficie a impactar de CUSTF.</i>
Cons-13	Las edificaciones en las zonas costeras no deberán rebasar los 20 metros de altura desde el nivel de terreno natural. Se exceptúan de este criterio los faros.	<i>No existen edificaciones en esta zona y en el caso los paneles no rebasan los 20 m de altura.</i>
Cons-14	Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a la construcción y vías de acceso en forma gradual de conformidad al avance del mismo.	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Cons-15	Las edificaciones en las zonas no costeras que excedan las 2 plantas o los 10 metros de altura, deberán sustentarse en estudios específicos de características físicas del suelo y el potencial de disolución cársica.	<i>El área del polígono que se localiza dentro de la UGA se considera como área de conservación. Sin embargo, el proyecto consiste únicamente en la instalación de paneles solares que no alcanzan los 10 m.</i>
Cons-16	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida.</i>
Aprovechamiento Acuífero		
AA-01	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos	<i>Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida. Sin embargo en el predio no existen cuerpos de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos.</i>
AA-02	Para el aprovechamiento extractivo de los acuíferos se deberán presentar los estudios relacionados con la demanda, abasto, calidad de agua y el impacto ambiental causado por la explotación.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
AA-05	No se permite captación de agua subterránea para la transferencia de esta unidad a otra.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>
Control de Contaminación		
CoCo-01	Se deberá captar y recuperar los aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos vertidos en el agua para su reciclamiento o disposición final.	<i>Estos residuos serán manejados de acuerdo a la normatividad ambiental vigente tomando en consideración su reducido volumen y su escasa periodicidad.</i>
CoCo-03	Sólo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	<i>Se vigilará estrictamente el cumplimiento de la presente medida.</i>
Zona Litoral y Costera		
ZLC-01	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a autorización en materia de impacto ambiental.	<i>El proyecto no pretende la realización de actividades que afecten la integridad de flujo hidrológico del manglar, del ecosistema y su zona de influencia lagunar.</i>
ZLC-02	No se permiten los dragados, espigones, la apertura de canales o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral.	
ZLC-03	Se permite la construcción de muelles ó atracaderos, piloteados o flotantes, solamente con materiales temporales y autorizados por la SEMARNAT y SCT. La	

No.	Descripción	Vinculación con el proyecto
	Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	
ZLC-04	No se permitirá la remoción de la vegetación acuática de lagunas, ríos y zona federal marítima terrestre.	<i>El proyecto no incide directamente en la zona lagunar, pero se instruirá y vigilará al personal a fin de que no realicen la remoción de vegetación y se dé cumplimiento al presente criterio.</i>
Actividades Náuticas		
AN-03	Para todas las actividades náuticas, los promotores deberán elaborar reglamentos de operación que minimicen los impactos ambientales. Dichos reglamentos serán sancionados por la SEDUMA.	<i>El proyecto no prevé actividades náuticas.</i>
Ecosistemas excepcionales		
Ecoex-01	Queda prohibida la construcción de infraestructura en ecosistemas vulnerables o de alto valor escénico, cultural o histórico que se localicen en las áreas destinadas al desarrollo turístico y urbano.	<i>El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto no se encuentra en áreas destinadas al desarrollo turístico y urbano.</i>

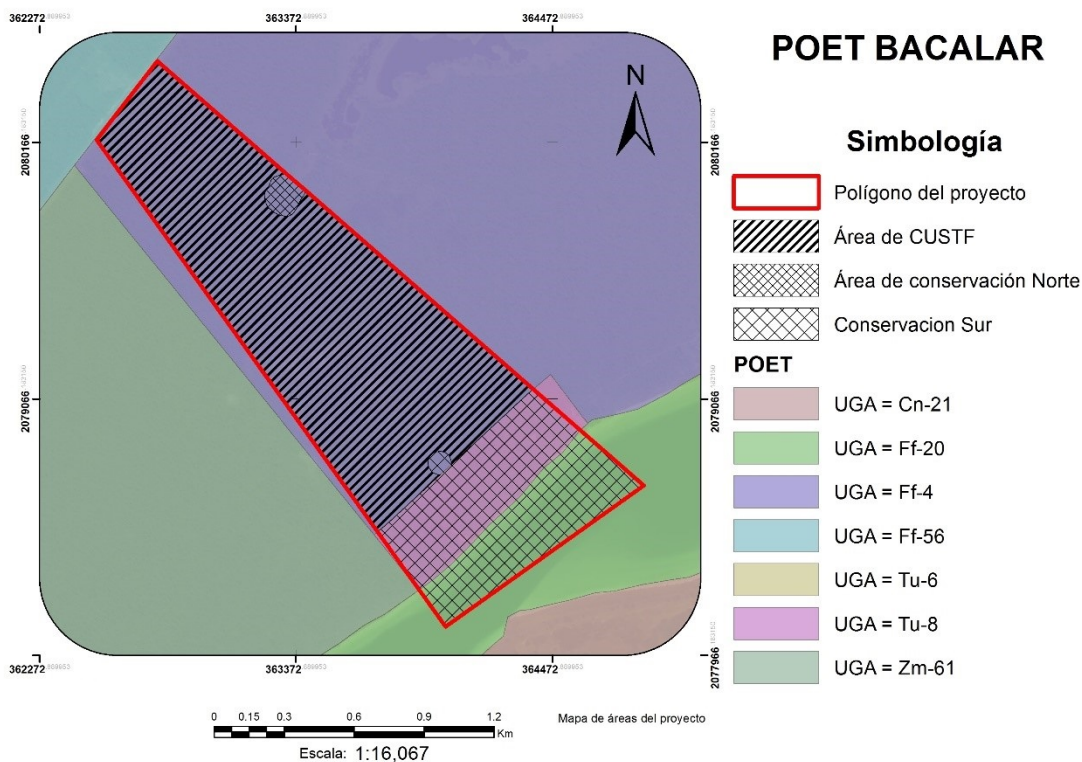


Figura III.3. Usos del proyecto con respecto al POET.

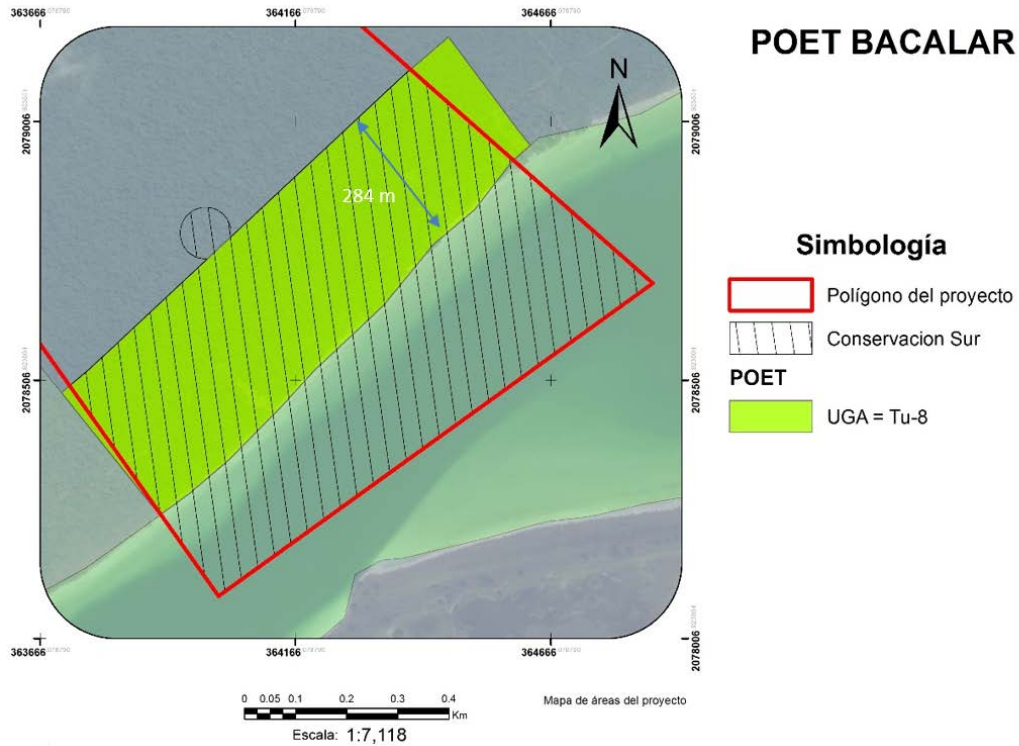


Figura III.4. Área de conservación localizada dentro de la UGA Tu-8.

Tabla III.9. Descripción de los criterios de aplicación general.

CRITERIOS GENERALES

- 1.- No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizados por la SEMARNAT.
- 3.- No se permite modificar o alterar física o escénicamente el interior de dolinas, cenotes y cavernas.
- 4.- Las actividades recreativas asociadas a cenotes deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.
- 5.- Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en una distancia menor de 50 m alrededor de los cenotes, dolinas o cavernas, así como el dragado, relleno, excavaciones o ampliaciones.
- Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, que no se encuentra en las inmediaciones de un cenote por lo que los criterios generales 1-5 no son aplicables para el presente proyecto.**
- 6.- Se prohíbe la remoción de la vegetación acuática nativa.
- Vinculación: Se vigilará que personal de trabajo no realice remoción, reubicación o aprovechamiento de vegetación acuática.**
- 7.- Se prohíbe la quema a cielo abierto de residuos sólidos.
- 8.- No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.
- 9.- La disposición de baterías, acumuladores, plaguicidas y fertilizantes así como sus empaques y envases, deberá cumplir con lo dispuesto en la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.
- 10.- Se prohíbe enterrar los desechos sólidos provenientes de asentamientos humanos.
- Vinculación: Se aplicará un Programa de manejo de residuos que serán almacenados en contenedores específicos y se instruirá y vigilará al personal para que den cumplimiento de las medidas señaladas en los criterios 7-10.**
- 11.- Los actuales tiraderos a cielo abierto deberán cumplir con la NOM-083-SEMARNAT-1996.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, no representa el desarrollo de un relleno sanitario. Los residuos generados serán depositados de acuerdo a su clasificación y en los sitios autorizados para tal efecto.

12.- Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos, para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes.

Vinculación: Los residuos vegetales que resulten de la remoción de vegetación (hojas y ramas), serán retirados del sitio y trasladados a sitios de disposición final ya sea basureros municipal, sitios de aprovechamiento forestal (previa tramitación de permisos ante SEMARNAT) o bien, serán trozados o triturados y esparcidos en áreas verdes destinadas la conservación con el objeto de facilitar la incorporación de sus elementos bioquímicos al suelo.

13.- Se prohíbe la quema de corral o traspatio de desechos sólidos (basuras).

Vinculación: En cualquier etapa del proyecto se prohibirá la quema de residuos sólidos, depositándose en botes debidamente rotulados y tapados previo a su traslado al basurero municipal.

14.- Las casas habitación que no puedan conectarse al drenaje, deberán contar con una fosa séptica para disponer de las aguas residuales propias.

15.- Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SMARNAT-1996.

16.- No se permite la descarga directa de ningún tipo de drenaje en los cuerpos de agua y humedales.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que los criterios 14-16 no son compatibles con la actividad, ya que no se contempla asentamiento humano permanente. Durante la construcción se contará con letrinas portátiles para los residuos sanitarios de los trabajadores, que posteriormente serán colectados por la empresa proveedora del servicio, la cual realizará la confinación final en las áreas adecuadas y autorizadas por la autoridad en materia ambiental.

17.- En los asentamientos humanos menores de 500 habitantes se deberán dirigir las descargas de aguas residuales hacia sistemas alternativos para su manejo.

18.- La extracción de agua en los pozos artesianos deberá sustentarse mediante los estudios que solicite la autoridad competente y deberá monitorearse constantemente la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina).

19.- Se promoverá en las áreas urbanas, turísticas o casas habitación la instalación de infraestructura para la captación del agua de lluvia.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que los criterios 17, 18 y 19 no son aplicables para el proyecto.

20.- Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran, deberán poner especial atención en el ahorro, el abasto del recurso agua y las medidas de prevención de contaminación al manto freático.

Vinculación: El proyecto contempla medidas de mitigación a favor del manto freático.

21.- Se debe dar preferencia a la rehabilitación de terracerías existentes en lugar de construir nuevas.

22.- En el mantenimiento de los laterales del derecho de vía sólo se permite el aclareo manual. (Ver glosario).

Vinculación: Cuenta con acceso principal de la carretera federal Chetumal-Cancún 307, la cual se reutilizará y acondicionará en terracería.

23.- En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.

24.- En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.

25.- En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.

26.- No se permite la utilización de las palmas *Thrinax radiata* (chit), *Pseudophoenix sargentii* (palma kuka), *Coccothrinax readii* (nakas), como material de construcción, excepto aquellas que provengan de UMAS autorizadas.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que los criterios 23-25, no son aplicables para el proyecto. En el caso del criterio 26, no se utilizará palmas para ninguna actividad para la instalación del parque solar.

27.- El uso del manglar estará sujeto a las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, NOM-022-SEMARNAT-2002 y la Ley General de Vida Silvestre.

Vinculación: En el área del predio se identificó manglar, las cuales no resultaran afectadas por las actividades del proyecto ni el área de CUSTF. Se vinculará con lo dispuesto en las leyes.

28.- Los viveros deberán contar con el registro de la SEMARNAT y la anuencia de Sanidad Vegetal.

29.- Se recomienda promover la introducción de variedades de coco resistente al amarillamiento letal.

30.- El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996.

31.- No se permite el establecimiento de nuevos centros de población, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano debidamente aprobado.

32.- El establecimiento de nuevos centros de población estará sujeto a manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional.

33.- Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos biodegradables en áreas verdes, jardinadas y campos de cultivo.

34.- Las actividades recreativas especializadas que se realicen, deberán ser supervisadas por un guía certificado. (Ver glosario).

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que los criterios 28- 34 se refieren a actividades urbanas por lo que no son aplicables para el proyecto del parque solar.

35.- Deberá evitarse el uso de sustancias químicas que contengan compuestos organoclorados, carbamatos o metales pesados.

36.- Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Vinculación: Se vigilará el estricto cumplimiento de las medidas señaladas en los criterios 35 y 36.

37.- El aprovechamiento de aguas subterráneas, no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizará la no intrusión salina.

Vinculación: No se realizará aprovechamiento de aguas subterráneas.

38.- En los sitios arqueológicos, solo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración, mantenimiento y uso del sitio.

39.- En las zonas arqueológicas sólo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avalados por el INAH.

40.- El uso (aplicación, control, almacenamiento) y desechos de compuestos, organofosforados, fosfatos o nitrogenados (pesticidas y fertilizantes), deberán apegarse a la normatividad aplicable, y a las consideraciones de la Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola vigente, y demás lineamientos que señale la Comisión Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPLAFEST)

41.- Solo se permite la captura de mamíferos acuáticos para fines de reproducción e investigación, previa autorización especial de SEMARNAT.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que los criterios 38-41, no son aplicables para el proyecto.

42.- Se prohíbe la desecación, dragado, y relleno de humedales y cuerpos de agua.

Vinculación: Se vigilará el estricto cumplimiento de la presente medida señaladas.

43.- Las aguas residuales tratadas que vayan a ser reutilizadas en servicios públicos deberán cumplir con las especificaciones de la NOM-003-SEMARNAT-1997.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que este criterio no es aplicable para el proyecto.

44.- Los desechos de las construcciones o demoliciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, bloques, losetas, herrería y cancelería, etc.) deberán manejarse apropiadamente y disponerse, en los sitios designados por la autoridad correspondiente.

Vinculación: Se designará un área específica para el almacenamiento temporal, mediante una separación sistemática (orgánica e inorgánica) para su traslado al relleno sanitario de Bacalar y le den el manejo correspondiente.

45.- Los materiales calificados como no permanentes tales como, la palma chit, madera para la construcción de muelles, etc., deberá provenir de UMA's, ejidos o fuentes con autorización de explotación vigente al momento de la compra.

46.- Para las actividades de pesca tanto comercial como deportiva no se permite el uso de redes.

47.- En la construcción de instalaciones e infraestructura turística, urbana, de comunicaciones y de servicios, se deberá considerar la erosión y la alta probabilidad de incidencia de fenómenos hidrometeorológicos para calcular la resistencia necesaria de la infraestructura, su programa de mantenimiento, las acciones de prevención y corrección necesarias ante dichos fenómenos así como los programas de contingencia correspondientes.

Vinculación: La naturaleza del proyecto es un parque solar, por lo que los criterios 45-47 se refieren a infraestructura turística por lo que no son aplicables para el proyecto.

48.- Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.

Vinculación: Se considera la presente medida.

49.- La cimentación de las construcciones no debe interrumpir la circulación del agua subterránea.

Vinculación: La cimentación que se realizará en el sitio no llega a manto freático, por lo que no se considera que tenga afectación en la circulación subterránea.

El proyecto llevará a cabo acciones específicas en cada uno de los lineamientos señalados en las tablas a fin de dar cumplimiento cabal a las recomendaciones del POET de Quintana Roo. Se considera que las medidas son factibles totalmente y garantizaran la protección del ambiente y el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, **se concluye que este proyecto es congruente con los criterios del POET Bacalar descritos en las tablas anteriores.**

III.3 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

III.3.1 Áreas naturales protegidas estatales.

Conforme al Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas (SEANPQROO) debido a su ubicación, el polígono del proyecto NO se encuentra dentro de la superficie de alguna Área Natural Protegida por lo que no se afectará directamente la misma, las más cercanas son: el Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal (Estatal), ubicado a aprox. 4.6 km de distancia hacia el suroeste y el Parque Lagunar de Bacalar (Estatal), ubicada a aprox. 15 km de distancia hacia el sureste (**Figura III.5**).

Vinculación: Debido a la distancia que existe entre el proyecto y las ANPs no existe interacción alguna, por lo que el proyecto no ejercerá ningún tipo de influencia sobre la dinámica ni la problemática que afecta a alguna de estas dos áreas.

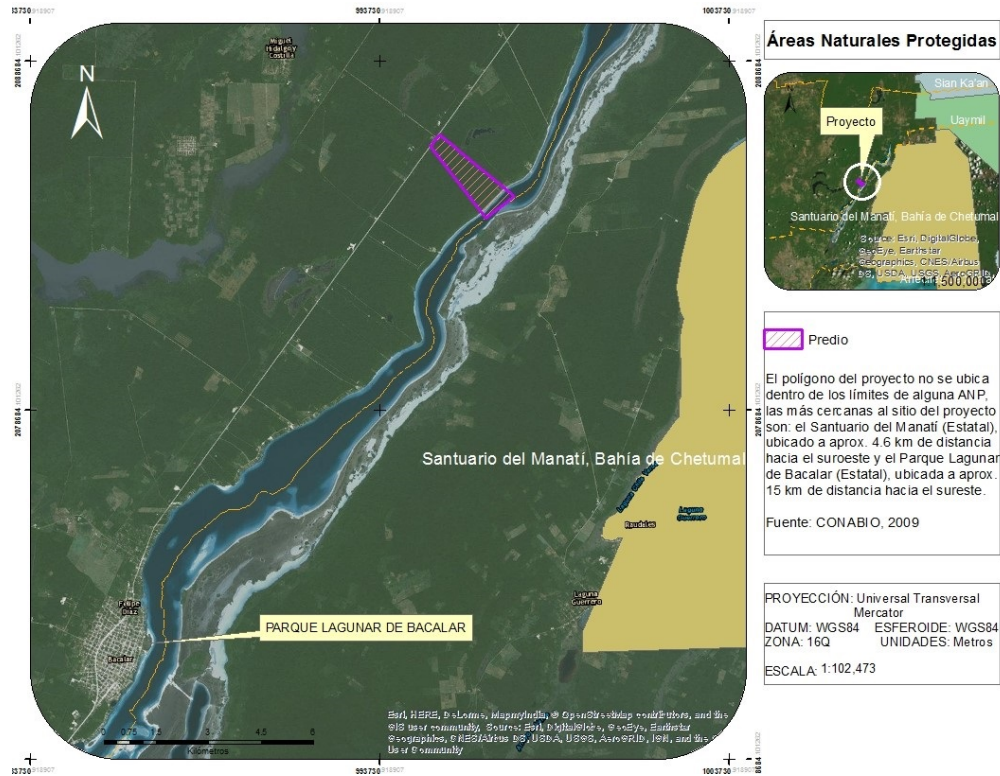


Figura III.5. Ubicación del proyecto de acuerdo a las ANPs.

III.3.2 Regiones prioritarias de Conservación.

Con respecto al Programa de Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que aunque no se constituyen como un instrumento normativo de planificación de la región ni de regulación ambiental, permiten caracterizar algunas partes del territorio nacional que destacan por su importancia en la materia; como podrá observarse en las Figuras siguientes, el área de estudio se ubica dentro de las Regiones Prioritarias de Conservación, tal como Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Regiones Marinas Prioritarias (RMP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's).

A. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El predio se encuentra ubicado en la RTP-149 Zonas Forestales de Quintana Roo³, la cual comprende 3 municipios del estado de Quintana Roo, abarcando 17,994 km² (Figura III.6).

Esta RTP fue considerada como tal en virtud de poseer las masas forestales continuas y bajo manejo probablemente de mayor importancia del México tropical. La existencia de esta región es relevante por su papel como corredor biológico y por favorecer la presencia de especies propias del ecosistema de selva mediana subperennifolia en extensiones grandes y con alto grado de conservación. El tipo de vegetación predominante es de selva mediana subperennifolia. Debido a que la topografía es muy

³ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_149.pdf

homogénea, el patrón ecosistémico obedece básicamente al gradiente latitudinal que se presenta en la península de Yucatán.

El principal problema ambiental es que se encuentra actualmente en riesgo de incendios forestales. No se conocen medidas de conservación para la región.

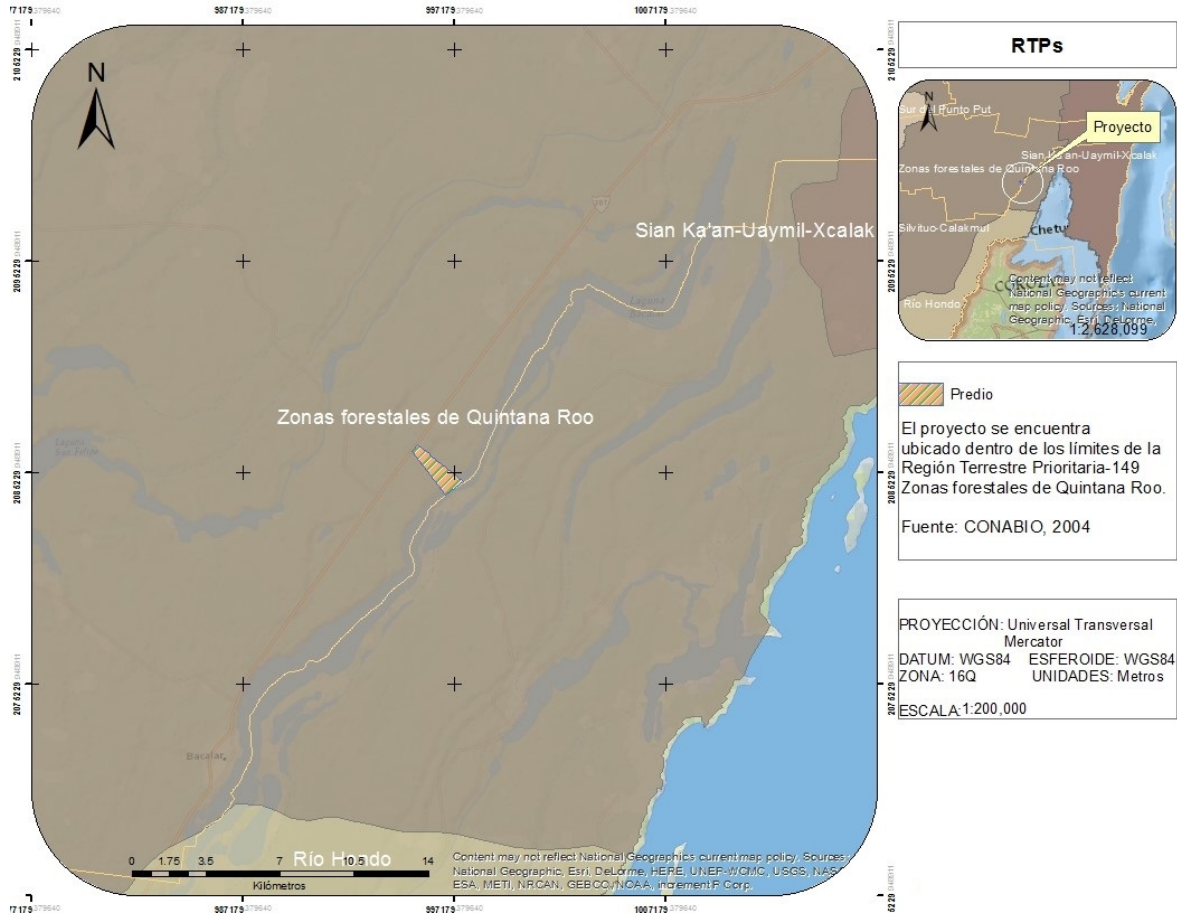


Figura III.6. Ubicación del proyecto de acuerdo a las RTPs.

Vinculación: Al respecto, es necesario comentar que la naturaleza del proyecto y su correcto funcionamiento requieren del cambio de uso del suelo, sin embargo, el proyecto contempla medidas de prevención y mitigación para proteger el ambiente y al proyecto de riesgos de incendios forestales.

B. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

El polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de la superficie de alguna RHP. La más cercana es la 109. Humedales y Lagunas de la Bahía de Chetumal, cuyo límite más próximo el sitio del proyecto se encuentra a 2.1 km hacia el Sureste.

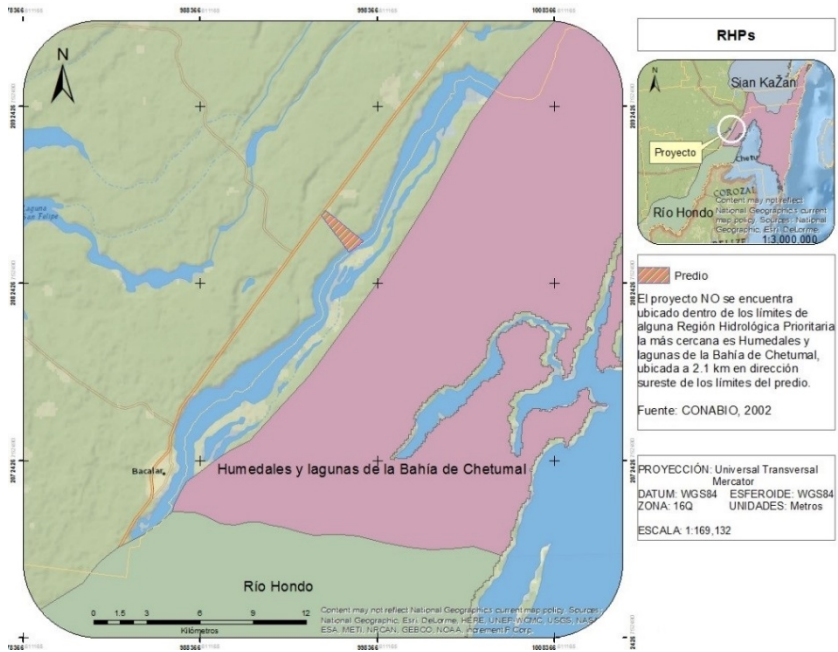


Figura III.7. Ubicación del proyecto de acuerdo a las RHPs.

C. Regiones Marinas Prioritarias (RMP).

El polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de la superficie de alguna RMP. La más cercana es la 66. Bahía de Chetumal, cuyo límite más próximo el sitio del proyecto se encuentra a 1.2 km hacia el Sureste.

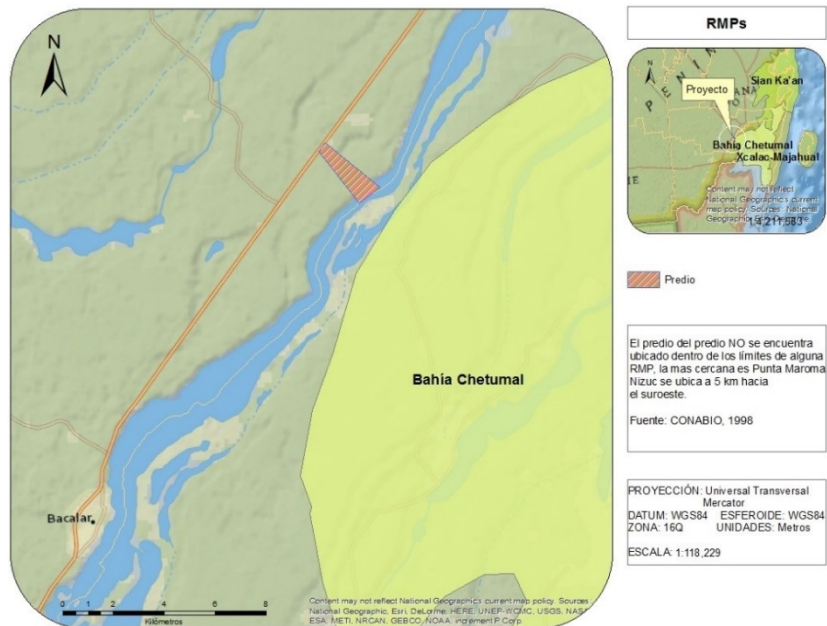


Figura III.8. Ubicación del predio del proyecto con respecto a las RMPs.

D. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de la superficie de algún AICA, la más cercana a los límites del predio es la SE-52 Corredor Calakmul-Sian Ka’an, cuyos límites más próximos se ubican a aproximadamente 25 km de distancia hacia el Noreste y 23 km hacia el Oeste.

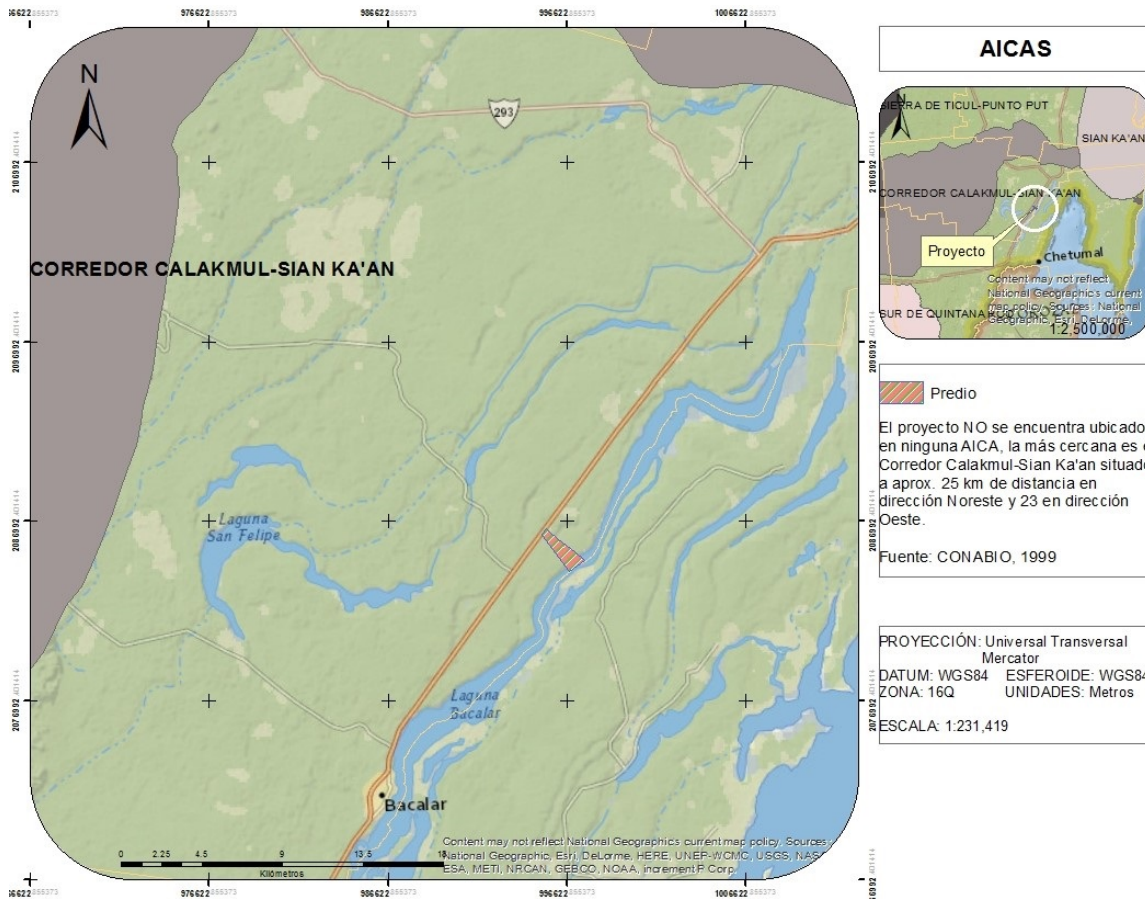


Figura III.9. Ubicación del predio del proyecto con respecto a las AICAS.

III.3.3 Sitios RAMSAR en México.

La convención sobre los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas, también llamada Convención de Ramsar es un tratado intergubernamental en donde 160 países establecen los compromisos de actuación dirigidos a mantener las características ecológicas de sus Humedales como una contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el planeta a través de acciones locales, regionales y nacionales.

El polígono del predio NO se encuentra ubicado dentro de algún sitio RAMSAR, la más cercana a los límites del predio es Sian Ka’an, cuyos límites más próximos se ubican a aproximadamente 34 km de distancia hacia el Noreste.

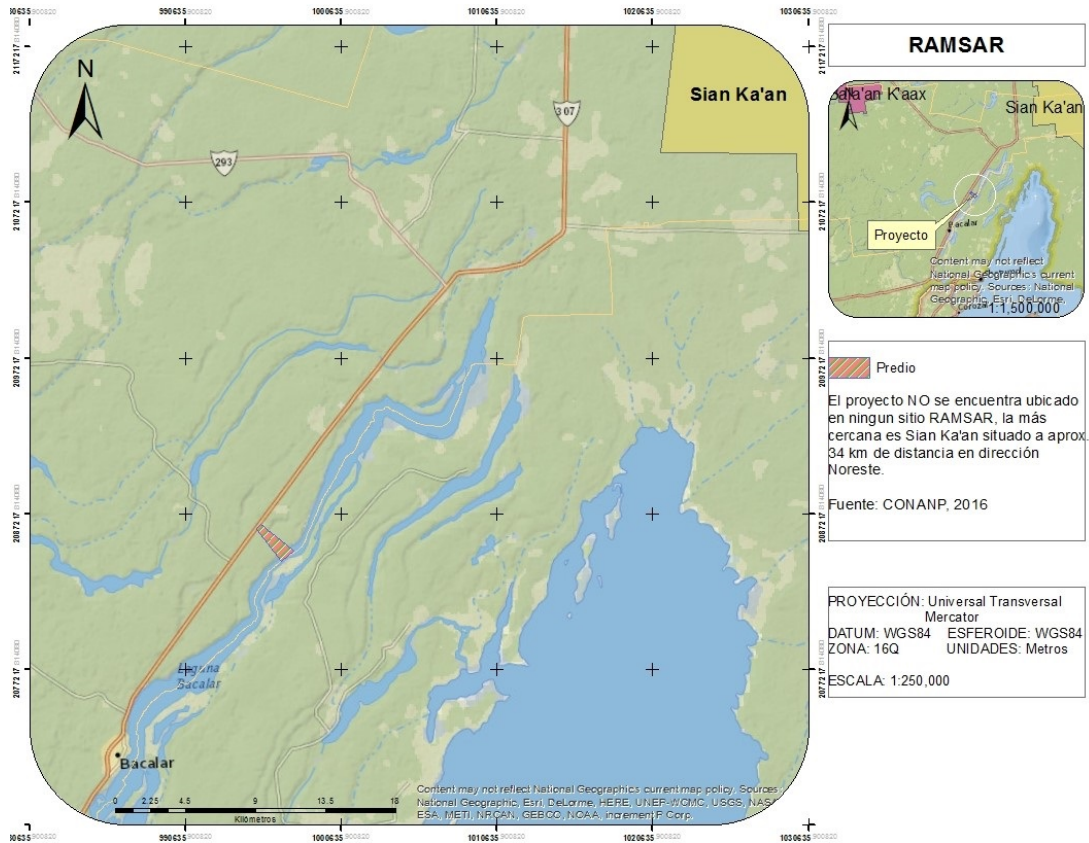


Figura III.10. Ubicación del predio del proyecto con respecto a los sitios Ramsar.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

A continuación, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto que nos ocupa:

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con respecto a la Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación con el Proyecto
Emisiones a la atmósfera	
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	<i>Preparación y Construcción/ Se vigilará que la maquinaria utilizada cumpla con los parámetros permisibles en dichas normas.</i>
NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.	<i>Preparación y Construcción/ Se vigilará que los vehículos utilizados cumplan con los parámetros permisibles en dichas normas.</i>
NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental - vehículos en circulación que usan diesel como combustible límites máximos permisibles de opacidad procedimiento de prueba y características técnicas del	<i>Únicamente circularán por el sitio los automóviles que entren y salgan del mismo. Por lo que no se prevé una emisión significativa de gases a la atmósfera durante esta etapa del proyecto.</i>

equipo de medición, excluyendo a la maquinaria dedicada a la construcción.	
NOM-050-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.	<i>Preparación, Construcción y Operación/ Se vigilará que los vehículos utilizados cumplan con los parámetros permisibles en dichas normas.</i>
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	<i>Preparación y Construcción/ Se tiene previsto el mantenimiento de los vehículos, motocicletas y triciclos motorizados para evitar una contaminación auditiva del sitio.</i>
Agua	
NOM-009-CONAGUA-2001. Inodoros para uso sanitario. Especificaciones y métodos de prueba.	<i>Preparación y Construcción/Se instalarán sanitarios portátiles que posteriormente serán recolectadas por una empresa autorizada para su traslado y disposición final.</i>
NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	<i>Preparación y Construcción/Se instalarán Servicios Sanitarios Portátiles (letrinas) para cubrir las necesidades fisiológicas de las personas, dando un mantenimiento periódico y continuo a estas instalaciones para evitar daños a la salud.</i>
Residuos	
NOM-002-STPS-2010. Que establece las condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en el centro del trabajo.	<i>Preparación y Construcción/Debido a que se utilizaran combustibles como el diesel y la gasolina para el funcionamiento de la maquinaria y equipo, se vigilará y controlará su manejo de acuerdo a esta norma, ya que por sus características inflamables podrían causar un incendio.</i>
NOM-006-STPS-2014. Que establece las condiciones y procedimiento de seguridad para el manejo y almacenamiento de materiales.	<i>Preparación y Construcción/Se pondrá atención en proporcionar a los trabajadores equipo de protección para evitar lesiones y desgarres musculares.</i>
Biodiversidad (flora y fauna)	
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.	<i>Preparación y Construcción/ En el predio se encontraron las especies listadas en esta norma, por lo que se realizarán las acciones necesarias para su protección y en su caso reubicación de ejemplares. Es importante mencionar que el promotor del proyecto, no realizará la extracción ni el aprovechamiento de las mismas, asimismo se establecerá un programa de rescate previo a las actividades de preparación del sitio.</i>

En relación a la Norma Oficial Mexicana **NOM-022-SEMARNAT-2003** que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zona de manglar, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003, se presenta la vinculación de la misma con el proyecto en la tabla siguiente:

Tabla III.11. Vinculación de las obras y actividades del proyecto con relación a lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Numeral	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.0	<p>Especificaciones: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; <p>Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</p> <ul style="list-style-type: none"> - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>El diseño del proyecto, no afectará la integridad del flujo hidrológico del manglar, ya que las áreas que serán intervenidas por el proyecto se verán rodeadas con una vegetación acorde al ecosistema original de la zona lo cual se garantiza el mantenimiento de la integridad hidrológica.</i> - <i>La productividad natural del manglar existente en el predio no se impactará si se toma en cuenta que el proyecto no afectará la zona de transición entre el manglar y la laguna Bacalar.</i> - <i>Como parte del Proyecto se considera la conservación de la zona de humedales presente en el predio; con ello se garantiza una de sus funciones ambientales como es el de funcionar como hábitat para las especies de la región. Puede aseverarse que tal función ecológica se mantendrá en términos generales.</i>
4.1	<p>Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en</p>	<p><i>El proyecto no contempla ninguna obra que ocasione canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros en la zona.</i></p>

	los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	
4.2	Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	
4.3	Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se llevará a cabo la construcción de canales.</i>
4.4	El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, siempre que no se llevará a cabo el establecimiento de infraestructura marina fija o cualquier otra obra que gane terreno a la laguna.</i>
4.5	Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, siempre que no se llevará a cabo la construcción de bordos.</i>
4.6	Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.	<i>Como se hace constar, el proyecto no considera actividades que impliquen procesos de contaminación y azolvamiento al ecosistema de manglar del predio.</i>
4.7	La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, ya que no se llevará a cabo aprovechamiento de agua en la zona.</i>
4.8	Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	<i>Como medida preventiva se contará con letrinas portátiles en el sitio durante la etapa de construcción, la disposición de las aguas residuales se efectuará en un sitio autorizado mediante una empresa registrada. Del mismo modo se implementará un Programa de supervisión ambiental durante de las diferentes etapas del proyecto, el que procurará dar el debido cumplimiento del programa antes mencionado. El proyecto no generará contaminantes líquidos en su operación normal.</i>

4.9	El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	<i>No se llevará a cabo extracción de agua subterránea.</i>
4.11	Se debe evitar introducción de ejemplares o poblaciones que puedan tornar perjudiciales en aquellos casos en donde existan evidencias en las que algunas especies estén provocando u daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaria evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	<i>No se introducirán especies exóticas o perjudiciales que puedan causar daño inminente a los humedales costeros.</i>
4.12	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	<i>Se cumple, al respecto cabe señalar que no habrá ningún vertimiento al agua por parte de ninguna actividad del Proyecto así como tampoco el aprovechamiento de agua por extracción, por lo que dicho balance no se ve afectado.</i>
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	<i>El proyecto no es aplicable a la presente disposición</i>
4.14	La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de	<i>El proyecto no es aplicable a la presente disposición ya que comprende la construcción de vías de comunicación.</i>

	vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	
4.15	Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i></p> <p><i>La entrada al predio cuenta con postes de electricidad (alta tensión) sobre el derecho de vía.</i></p>
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	<p><i>No se pretende actividades productivas o de apoyo. Sin embargo de acuerdo a lo ilustrado en la Figura III.11, se puede observar que para el humedal presente dentro del polígono del proyecto no se cumple con la distancia de 100 metros; no obstante cabe señalar que no habrá la realización de actividades o estructuras que afecten la integridad de flujo hidrológico ni el desmonte de vegetación de manglar.</i></p> <p><i>Además, las únicas instalaciones que se establecerán serán los paneles solares, los cuales durante su operación no impactarán de manera directa la zona del humedal.</i></p> <p><i>Así mismo, el área del humedal será propuesta como área de conservación, manteniendo sus condiciones actuales.</i></p>
4.17	La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	<i>Se planea reutilizar las tierras de excavación. Sin embargo, en caso de requerir materiales que se utilizarán para la construcción como arena y grava, se adquirirán mediante licitación con proveedores locales teniendo como condicionante para la contratación que cuente con bancos de extracción de material autorizados y se notificará la ubicación de los bancos de extracción a la SEMARNAT.</i>
4.18	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	<i>Se cumplirá cabalmente este punto ya que no se llevará a cabo ninguno de las actividades mencionadas y cabe recalcar que la superficie donde se distribuye la comunidad de manglar será conservada.</i>
4.19	Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>

	hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	
4.20	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	<i>No se llevará a cabo esta actividad. El promovente deberá atención a ese criterio, responsabilizarse por el manejo responsable, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generarán durante la etapa de construcción y operación de este proyecto.</i>
4.21	Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente del 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina su capacidad de carga hidrológica.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se llevará a cabo esta actividad.</i>
4.22	No se permite la construcción de Infraestructura acuícola en áreas cubiertas en áreas cubiertas de vegetación de manglar a excepción de canales de toma y descarga, las cuales deberán contar con previa autorización en materia de impacto ambiental, y de cambio de utilización de terrenos forestales.	
4.23	En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se llevará a cabo esta actividad.</i>
4.24	Se favorecerán lo proyectos de unidades de producción agrícola que utilicen tecnología de toma de descarga de agua, diferente a la canalización.	
4.25	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	
4.26	Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglar deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	
4.27	Las obras o actividades extractivas relaciones a la producción de sal, solo podrán ubicarse en salitres naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural del agua en el ecosistema.	

<p>4.28</p>	<p>La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales de preferencia en palafitos, que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y de informe preventivo.</p>	
<p>4.29</p>	<p>Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencias de especies en riesgo.</p>	
<p>4.30</p>	<p>En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas de riesgo como el manatí.</p>	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se llevará a cabo esta actividad.</i></p>
<p>4.31</p>	<p>El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato, y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</p>	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, el proyecto no llevará a cabo actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves.</i></p>
<p>4.32</p>	<p>Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.</p>	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se llevará a cabo la creación de caminos de acceso a la playa ni vialidades que atraviesen zonas de humedal costero.</i></p>
<p>4.33</p>	<p>La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, el proyecto no construirá canales.</i></p>

4.34	Se debe evitar la compactación de marismas y humedales costeros, como resultado del paso de ganado, personas y vehículos y otros factores antropogénicos.	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, el suelo del proyecto no será compactado en marismas y humedales costeros.</i>
4.35	Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	<i>Como se ha mencionado antes, las áreas de distribución de manglar en el predio serán destinadas a conservación, siendo la única actividad permitida el mantenimiento y cuidado de las mismas.</i>
4.36	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	<i>El proyecto conservará las áreas de manglar que se localizan en el predio. Esta comunidad no será desmontada ni aprovechada.</i>
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	<i>No es necesario llevar a cabo el restablecimiento de la dinámica hidrológica en el sitio ya que esta no se encuentra afectada. Del mismo modo se implementará un Programa de supervisión ambiental durante de las diferentes etapas del proyecto, el que procurará dar el debido cumplimiento.</i>
4.38	Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	<i>El proyecto contempla acciones únicamente de protección y conservación de vegetación de mangle.</i>
4.39	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	<i>El proyecto contempla la protección y conservación de las zonas presentes con mangle, en el que se considerarán especies nativas dominantes en el área.</i>
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	<i>El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas en sus actividades.</i>
4.41	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo,	<i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición.</i>

	<p>con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.</p>	
<p>4.42</p>	<p>Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p><i>En el presente capítulo se desarrolla la vinculación del proyecto con los diversos ordenamientos aplicables al proyecto.</i></p>
<p>4.43</p>	<p>La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.</p>	<p><i>El presente proyecto no tiene observancia en la presente disposición, no se realizarán las actividades mencionadas.</i></p> <p><i>De acuerdo a lo ilustrado en la Figura III.11, se puede observar que para el humedal presente dentro del polígono del proyecto no se cumple con la distancia de 100 metros; no obstante cabe señalar que no habrá la realización de actividades o estructuras que afecten la integridad de flujo hidrológico ni el desmonte de vegetación de manglar. Además, las únicas instalaciones que se establecerán serán los paneles solares, los cuales durante su operación no impactarán de manera directa la zona del humedal. De tal manera que con el fin de exceptuar el límite establecido en el numeral 4.16, se proponen medidas preventivas, de mitigación y compensación pertinentes tales como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• El desplante mismo del proyecto evita la afectación del humedal, por lo que el área del humedal serán propuesta como área de conservación a perpetuidad, manteniendo sus condiciones actuales.</i> <i>• La naturaleza misma del proyecto no genera aguas residuales que pudieran infiltrarse a los cuerpos de agua y/o humedales.</i> <i>• Se establecerá un programa de manejo integral de residuos a fin de evitar la disposición inadecuada de los mismos en la zona.</i> <i>• Se implementará un Programa de supervisión ambiental mediante el cual se asegurará el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente documento; así como de los términos y condicionantes establecidos por SEMARNAT en el resolutive de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo correspondiente.</i> <i>• El presente DTU se somete a evaluación para obtener por excepción el cambio de uso de suelo en terrenos forestales; manifestando que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión del suelo, tampoco se disminuirá la calidad del agua ni la captación de la misma; demostrando además que el uso propuesto es más rentable a largo plazo.</i>



Figura III.11. Distancia de las instalaciones del proyecto a los humedales.

III.5 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).

El proyecto no se encuentra dentro de los límites de algún PDU vigente al momento de la elaboración del presente estudio.

III.6 Otros instrumentos.

III.6.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2013-2018 - DOF: 20/05/2013.

El Plan Nacional de Desarrollo considera que la tarea del desarrollo y del crecimiento corresponde a todos los actores, todos los sectores y todas las personas del país. El desarrollo no es deber de un solo actor, ni siquiera de uno tan central como lo es el Estado. El crecimiento y el desarrollo surgen de abajo hacia arriba, cuando cada persona, cada empresa y cada actor de nuestra sociedad son capaces de lograr su mayor contribución.

El Plan Nacional de Desarrollo se estructura bajo cinco ejes rectores: México en Paz, México Incluyente, México con Educación de Calidad, México Próspero y México con Responsabilidad Global. El proyecto se inserta en el eje denominado “México Próspero”, por lo que a continuación se vincula con sus objetivos estrategias y líneas de acción. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo.

Tabla III.12. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo.

Objetivo	Vinculación
“Satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía.”	<i>El desarrollo del proyecto crece la capacidad de la Red Eléctrica Nacional para satisfacer las necesidades eléctricas del país, lo significará un incremento en el desarrollo del mismo. De esta forma se contribuirá con este objetivo y el impulso del desarrollo económico.</i>
“Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.”	<i>El proyecto favorece la modernización del sector, incrementando el abasto de energía con precios competitivos, participando en el ordenamiento de la oferta y la demanda en los mercados mundiales de energía.</i>
“Fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica.”	<i>El proyecto crecerá en su medida, la suficiencia energética de la región donde se ubica.</i>
“Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.”	<i>El proyecto en sí aprovechará un recurso renovable para la generación de energía eléctrica mediante la implementación de una tecnología probada mundialmente.</i>

III.6.2 PROGRAMA NACIONAL PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA 2014-2018 (PRONASE) - DOF: 28/04/2014.

Es el documento rector que articula las políticas de eficiencia energética conforme a las metas nacionales y sectoriales y propone un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción con el fin de contribuir a:

- Lograr la seguridad energética del país.
- La preservación y uso racional de los recursos energéticos, en este caso no renovables, como son: los hidrocarburos y el carbón, entre otros.
- Incrementar la productividad de las empresas del sector público y privado.
- Disminuir los impactos del cambio climático en el entorno.
- Mejorar las comisiones de vida de los mexicanos.

Para ello este Programa establece objetivos, metas, estrategias y acciones que permitirán alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades de la cadena energética, para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo o uso final. A continuación, se presentan el objetivo del presente programa que se vinculan con el proyecto en la siguiente tabla:

Tabla III.13. Vinculación del PRONASE con el proyecto.

Objetivo, estrategia o línea de acción	Vinculación
Objetivo 3. Fortalecer los sistemas e instancias de gobernanza de la eficiencia energética a nivel federal, estatal y municipal e integrando instituciones públicas, privadas, académicas y sociales.	<i>El proyecto al ser un generador de energía sustentable se plantea como una forma de cumplir y seguir los lineamientos establecidos en este, por ello el apoyo a la implementación del Proyecto y en general de energías sustentables y renovables en el</i>

Estrategia 3.3. Impulsar el desarrollo de marcos propicios para el financiamiento de programas y proyectos de eficiencia energética. *territorio nacional encaminaran la visión del Estado hacia nuevas políticas internacionales.*

Línea de acción 3.3.3. Facilitar la adopción de contratos de servicios energéticos para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en el sector privado.

III.6.3 PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA 2013-2018 - DOF: 13/12/2013.

Establece las políticas que contribuirán al crecimiento y desarrollo del sector energético mexicano, enfocadas primordialmente en el abasto de energía promoviendo la construcción y modernización de la infraestructura del sector. Así mismo promueve una mejor utilización de los recursos energéticos, mejoras en la eficiencia energética de los procesos productivos y la utilización de fuentes de energía limpias y renovables encaminadas a la responsabilidad social y ambiental. A continuación, se presentan los objetivos, estrategias y líneas de acción del presente programa sectorial que se vinculan con el proyecto.

Tabla III.14. Vinculación del Programa Sectorial de Energía con el proyecto.

Objetivo, estrategia o línea de acción	Vinculación
Objetivo 2. Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional.	<i>El proyecto crece la infraestructura eléctrica nacional mediante la generación por una fuente renovable de energía.</i>
Estrategia 2.1. Desarrollar la infraestructura eléctrica nacional, con criterios de economía, seguridad, sustentabilidad y viabilidad económica.	<i>Adicionalmente la infraestructura propuesta por el proyecto que nos concierne contribuye con el desarrollo de infraestructura eléctrica considerando los criterios económicos, de seguridad, viabilidad económica y prioritariamente de sustentabilidad.</i>
Línea de acción 2.1.1. Planear la expansión de la infraestructura eléctrica nacional conforme al incremento de la demanda, incorporando energías limpias, externalidades y diversificación energética.	<i>El proyecto es congruente con la presente línea de acción ya que consiste en la provisión de electricidad implementando una tecnología limpia, particularmente mediante radiación solar.</i>
Línea de acción 2.1.2. Expandir la infraestructura, cumpliendo con las metas de energía limpia del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.	<i>El proyecto coadyuvará con el cumplimiento de las metas del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.</i>
Objetivo 5. Ampliar la utilización de fuentes de energía limpia y renovable, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.	<i>El proyecto utiliza una fuente de energía renovable para su transformación en energía eléctrica. Este servicio se conectará al Sistema Eléctrico Nacional promoviendo el desarrollo regional y nacional.</i>
Estrategia 5.1. Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.	<i>El proyecto contribuye con el crecimiento de la capacidad nacional instalada mediante de energía renovable y tecnología limpia.</i>
Línea de acción 5.1.4. Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas.	<i>Como ya se había mencionado, el proyecto contribuirá con la generación de electricidad empleando una energía limpia y renovable, particularmente la radiación solar.</i>

III.6.4 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2013-2018 (PROMARNAT) - DOF: 12/12/2013

Se elaboró con el objetivo general de transitar hacia una economía baja en carbono, replantear el manejo hídrico del país, detener la pérdida de nuestra biodiversidad y mejorar la gestión de los residuos. En específico, se plantea la oportunidad de mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, entre las cuales se consideran las del sector energético a través del impulso de energías más limpias. A continuación se presenta la vinculación del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el proyecto.

Tabla III.15. Vinculación del PROMARNAT con el proyecto.

Objetivo, estrategia o línea de acción	Vinculación
Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.	<i>El proyecto promueve el crecimiento económico con los propósitos de mayor inclusión social y uso sustentable de los recursos naturales y servicios ecosistémicos.</i>
Estrategia 1.2. Propiciar una gestión ambiental integral para promover el desarrollo de proyectos de inversión que cumplan con criterios de sustentabilidad.	<i>El proyecto tiene un enfoque sustentable al implementar tecnología limpia y contribuir al desarrollo social de la región.</i>
Línea de acción 1.2.1. Normar, regular y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al país como una economía de bajo carbono.	<i>El proyecto es colaborador con esta línea de acción considerando que implementará una tecnología limpia y utilizará una energía renovable para la generación eléctrica, contribuyendo con la reducción de emisiones de carbono.</i>

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en su Capítulo II, artículo 7, inciso XI, se define como Cuenca hidrológico-forestal: la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

Según el mapa de Regiones Hidrológicas de la CONAGUA, el área de estudio de este proyecto se encuentra en la Región Hidrológica XII Península de Yucatán (**Figura IV.1**). Esta Región Hidrológica comprende la totalidad de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, exceptuando el municipio de Palizada (de acuerdo con el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 18 de mayo de 1998), lo que le asigna una superficie total de 139,451.30 km² que representa 7% de la superficie terrestre de la República Mexicana. De igual manera, el área de estudio se encuentra inmersa dentro de la Región Hidrológica **33 Yucatán Este**.

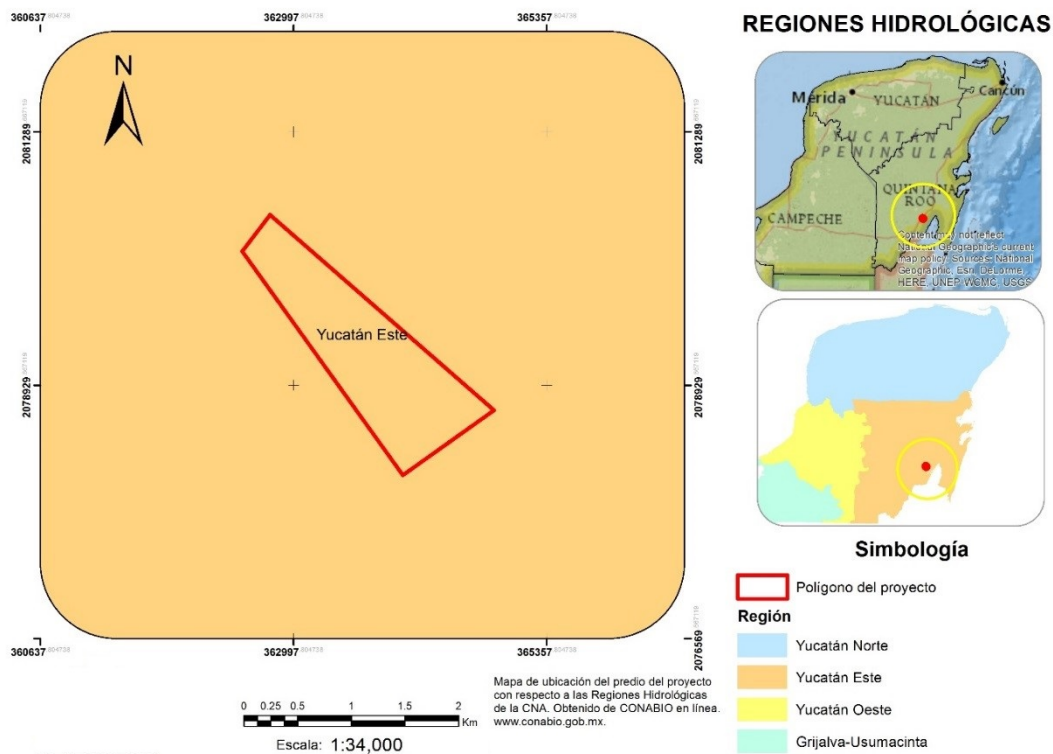


Figura IV.1. Ubicación del proyecto dentro de la RH33 Yucatán Este.

La región hidrológica 33 se conforma a su vez de dos cuencas: 33A-Cuenca Bahía de Chetumal y otras y 33B-CuencasCerradas-B (**Figura IV.2**). Abarca los tres estados de la península de Yucatán con una superficie total de 39 579 km². Tiene la mayor extensión del estado ya que ocupa el equivalente a 68.23 % de su superficie, ubicada desde poco más al norte de la parte media hasta el sur de la entidad; limita al norte con la región hidrológica 32, al este con el Mar Caribe y la Bahía de Chetumal, al sur con Belice y Guatemala, al oeste con Campeche, colindando con la RH31 y al noroeste con el estado de Yucatán.

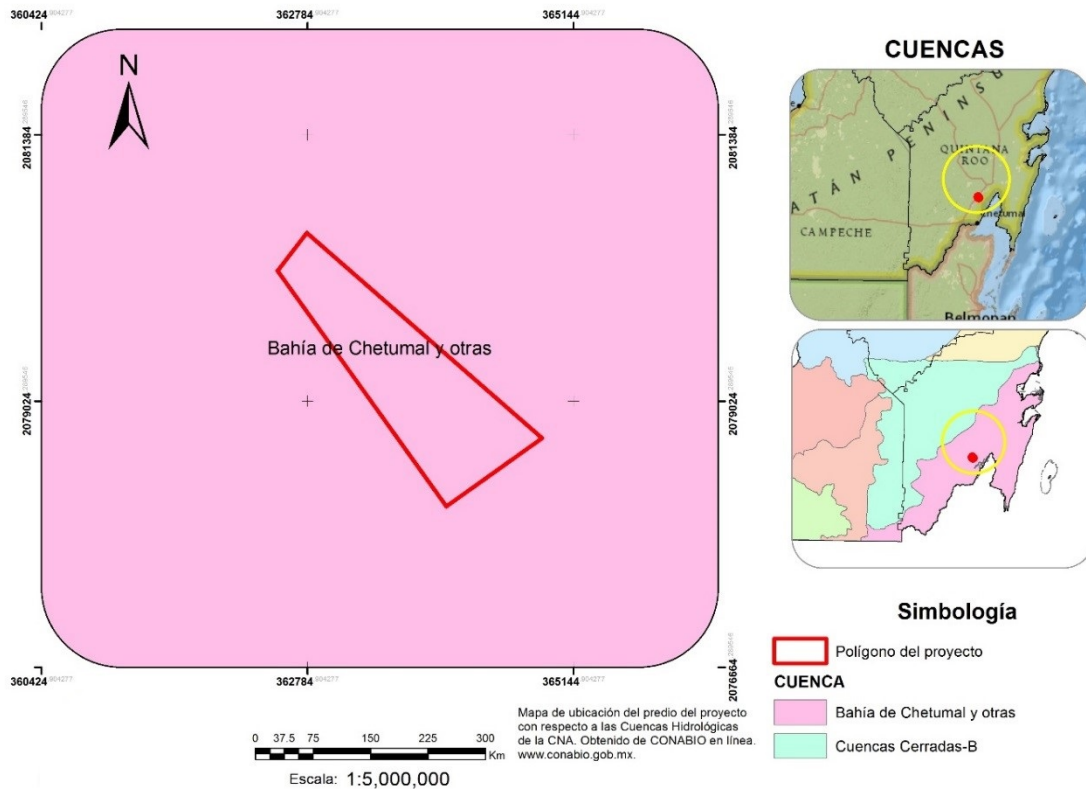


Figura IV.2. Ubicación del proyecto dentro de la Cuenca RH33A Bahía de Chetumal y otras.

Para poder determinar los impactos e interacciones ambientales que pudiera generar el proyecto “**Parque Solar Andrés Quintana Roo**”, a ubicarse en el Municipio de Bacalar y en tierras de propiedad privada, las cuales ocupan una superficie de **193.095** hectáreas con su entorno natural, se determinan dos áreas de análisis conformadas por el sistema ambiental regional y área de influencia del sitio del proyecto.

En proyecto denominado “**Parque Solar Andrés Quintana Roo**”, ubicado en la flexión derecha del kilómetro 38 de la carretera federal 307 Chetumal-Cancún, Municipio Bacalar, Quintana Roo, México.

Para la delimitación del área influencia del proyecto, se ha considerado la vinculación de los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Además de que se citan algunas de las actividades económicas y los procesos sociales que se desarrollan de manera cercana al sitio de interés.

Dicho lo anterior, se delimita un Área de Influencia (ver **Figura IV.3**) tomando como referencia los alcances que podrían tener las afectaciones directas e indirectas ocasionadas por el proyecto; vale la pena mencionar que únicamente se considera un área de influencia en la zona terrestre, puesto que el área lagunar no será influenciada debido a las características del proyecto, tales como que no se considera la construcción de infraestructura alguna en la zona lagunar, que la implementación del proyecto no afectará vegetación ni fauna marina, que no se realizará aprovechamiento de este cuerpo de agua, etc.

Se propone un área de aproximadamente 100 m a la redonda del predio donde se establecerá el proyecto; se considera que dentro de esta zona se presentarán las siguientes afectaciones:

- **Afectación por obras.** Esto por las actividades directas del proyecto, sin embargo se podrá reducir con una adecuada supervisión ambiental.
- **Afectación física.** Durante el desarrollo de las etapas del proyecto, se presentará una afectación física debido a que se realizará una obra nueva. Esto podría ser ocasionado por el cambio de uso de suelo, el equipo y materiales en constante circulación y la presencia de trabajadores, por la producción y dispersión de basura física.
- **Afectación biológica.** En la cual la fauna y flora presentes en el predio se podrían ver afectadas de manera directa, la primera teniendo que desplazarse hacia otras áreas más seguras esto para el caso de algunos mamíferos, quizás otros se vean más por restos orgánicos que pudiesen generarse por la presencia de los trabajadores, lo que podría ocasionar atropellamientos. Por lo que la vigilancia tendrá como objetivo primordial la reubicación de otras especies de lento desplazamiento, así como evitar la cacería de estas especies.

Respecto a la flora, la afectación ocurrirá por la remoción de la que quede comprendida en el área solicitada para el CUS, para minimizar el efecto, se aplicará un programa de rescate y reubicación de flora en las áreas a afectar.

- **Afectación visual.** En algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto se encenderán las luces de algunos vehículos que transitan por el camino de terracería (tramo del proyecto), impactan negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales (carnívoros, venados y mamíferos medianos), mientras que otros pueden ser atraídos por las luces (tapacamios, insectos, entre otros).
- **Afectación auditiva y olores.** El ruido generado por el tránsito de los vehículos utilitarios durante el proceso de construcción proyecto, así como las emisiones de los mismos, se anticipa, por medio de medidas preventivas, que no rebasen los límites permitidos dentro de las normas oficiales mexicanas, NOM-081-SEMARNAT-1994, NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006.

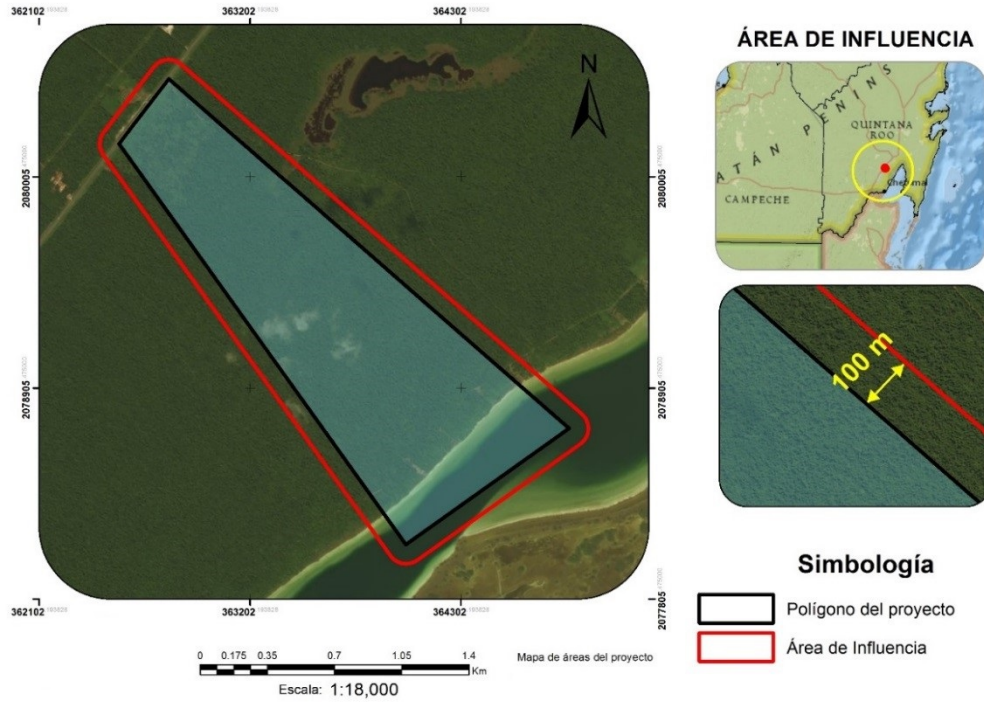


Figura IV.3. Área de influencia del proyecto.

Como se puede observar en la imagen anterior, parte del polígono del proyecto se localiza dentro de la Laguna de Bacalar, al igual que la franja de 100 metros considerada como el área de influencia, sin embargo, debido a que el presente proyecto no realizará ninguna actividad o afectación a la laguna, esta se excluye del área de influencia, quedando de la siguiente manera:

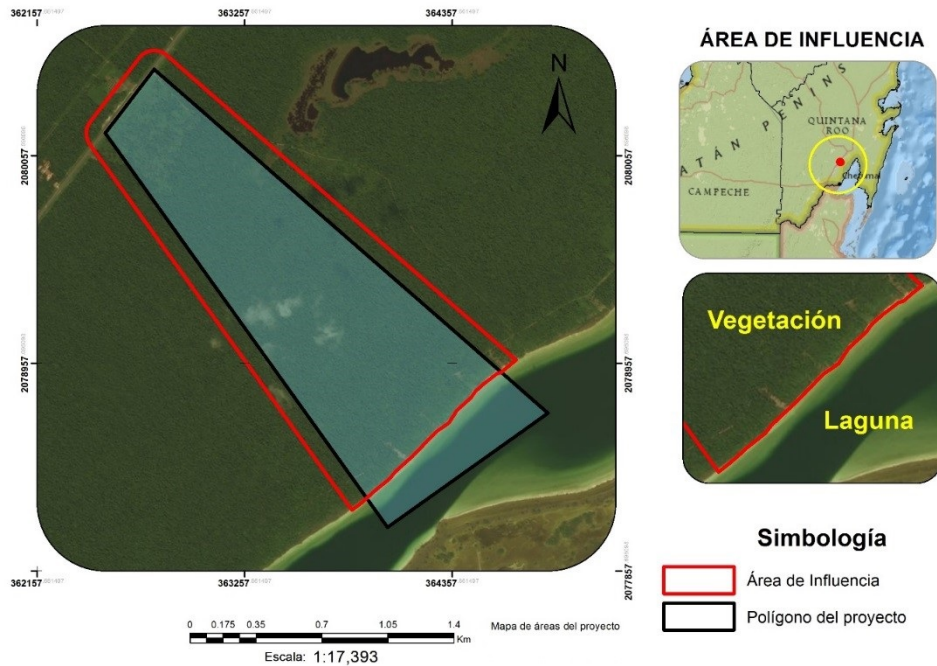


Figura IV.4. Área de influencia del proyecto sin afectación a la Laguna.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

En la delimitación del Sistema Ambiental Regional donde se desarrollará el proyecto se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- ✓ El promovente del proyecto cuenta con el pleno dominio del predio.
- ✓ Colinda con alguna vía importante de comunicación.
- ✓ El impacto socioeconómico que tendrá la construcción y operación del proyecto sobre los habitantes de las comunidades aledañas y de la cabecera municipal.
- ✓ Dada la enorme extensión de la cuenca hidrológica, se estableció un nuevo Sistema Ambiental Regional. De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET). Por su ubicación, el proyecto “**Parque Solar Andrés Quintana Roo**” se localizará dentro de una zona en donde el uso del suelo se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Laguna de Bacalar (publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo, el 15 de mayo del 2005). Por lo que, de manera precisa, el polígono propuesto se localiza con las unidades de gestión ambiental (UGA) **Ff-4** = Costa Bacalar y **Tu-8** = Costa Xtomoc ambas con Política = Conservación. Con una superficie de 1700 ha (ver **Figura IV.5**).
- ✓ En el sistema ambiental regional, no se considera la UGA **Ff-20** esto por dos razones: La primera, es debido a que el proyecto designará a esta UGA de conservación, la cual quedará en resguardo de cualquier actividad del Parque Solar. La segunda, ocupa una gran extensión como se muestra en la **Figura IV.6**.

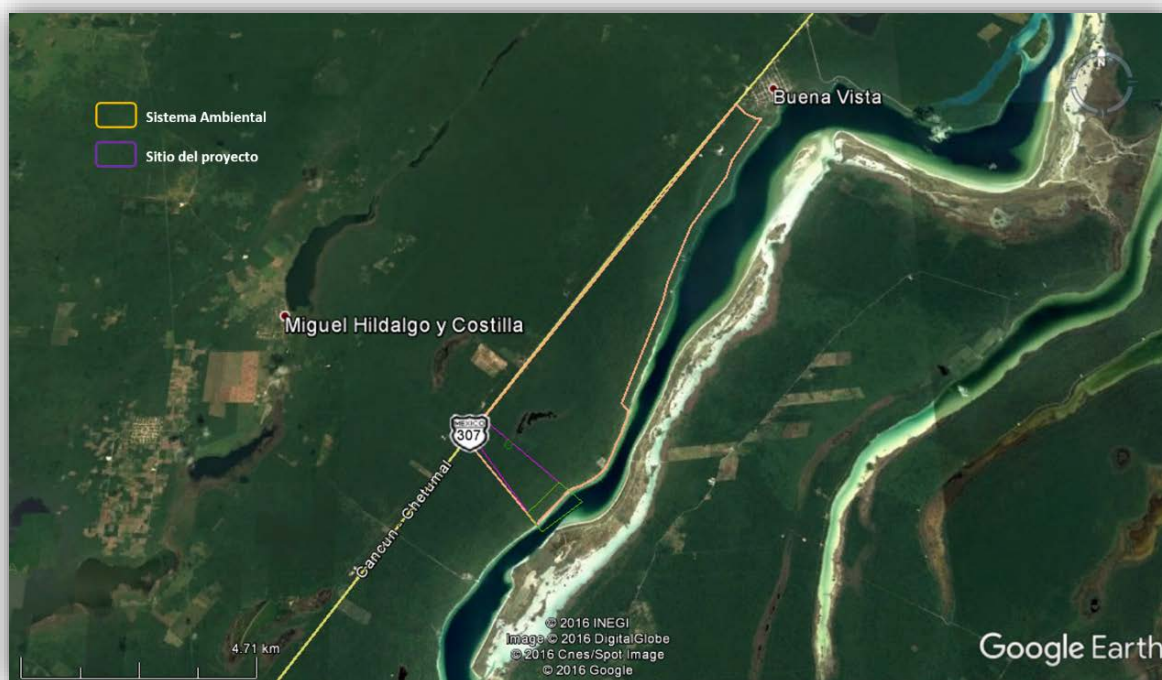


Figura IV.5. Vista en Google Earth de la delimitación del sistema ambiental regional. Elaborado con base a la zonificación del POETLB, 2015.

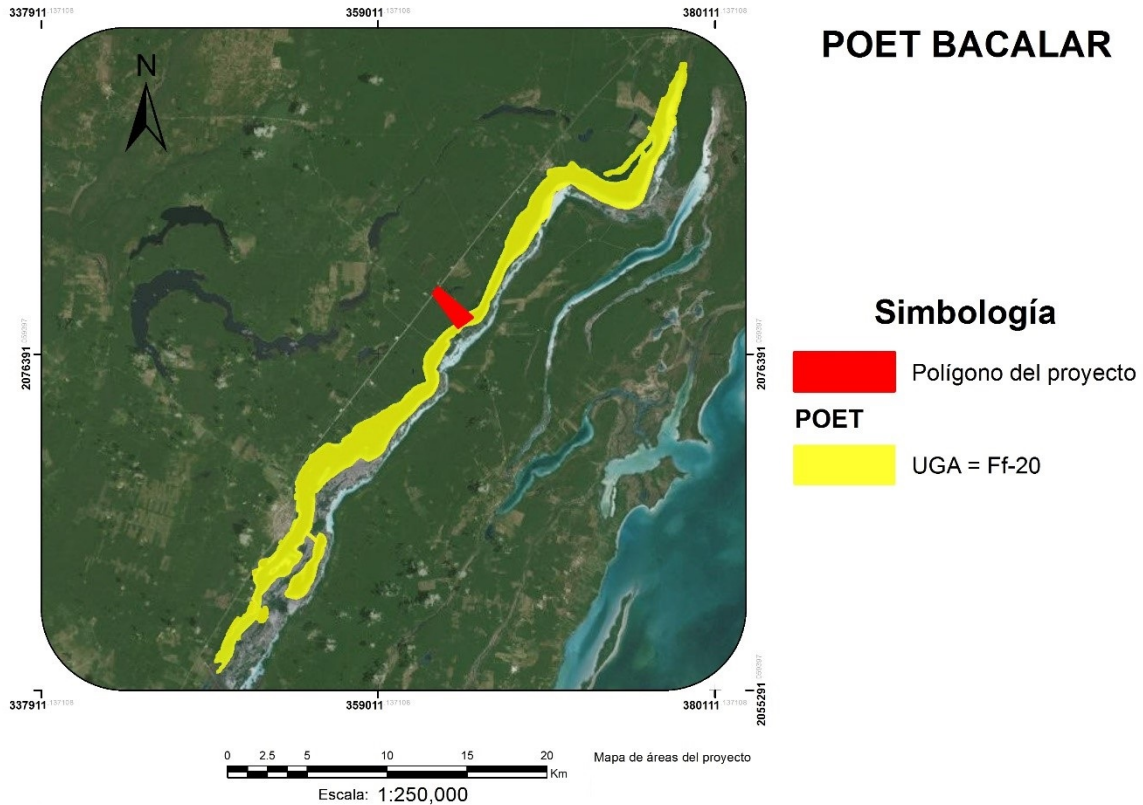


Figura IV.6. Comparación del polígono del proyecto con la UGA Ff-20.

A continuación, se presentará un análisis detallado de las características fisiográficas, geológicas, hidrográficas, topográficas, geológicas y biológicas que se utilizaron para determinar el grado de uniformidad que representa la zona de estudio y de esta forma poder delimitar el Sistema Ambiental Regional que corresponde al proyecto.

IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

IV.2.2.1 Medio abiótico

a. Clima

De acuerdo al INEGI (que usa la clasificación de Köppen modificada por García 1981), al sistema ambiental regional le corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con clave Aw0 (x') y Aw1(x'), ocupando un 88% y 12% respectivamente, la diferencia del segundo es de verano del 5% al 10.2% anual (ver **Figura IV.7**)

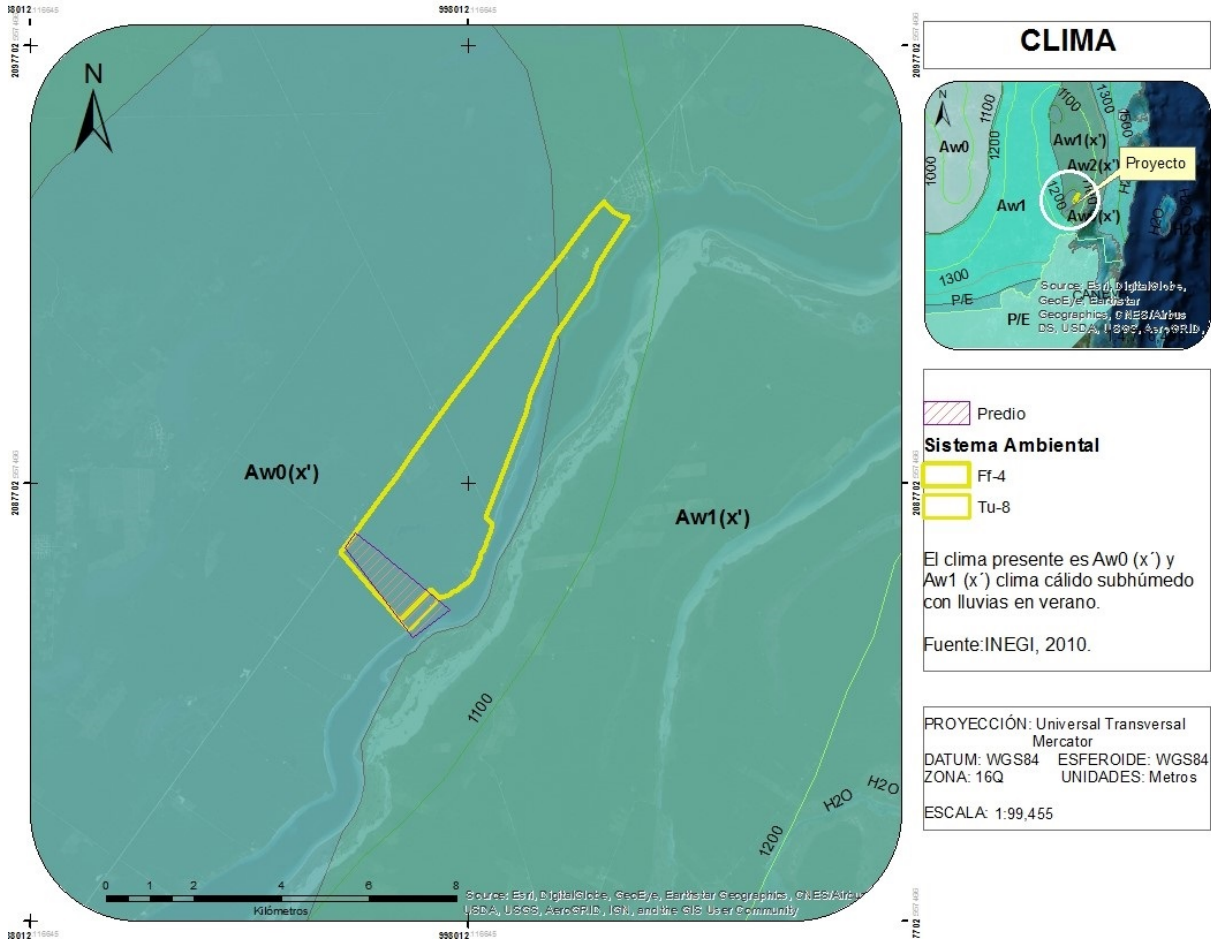


Figura IV.7. Tipo de clima presente en el sistema ambiental regional.

Temperatura

La temperatura media anual es de 22 a 26°C con oscilación térmica de 5°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, las temperaturas más altas se registran de junio a agosto y los meses más fríos se presentan de Diciembre a Febrero.

Radiación solar

En el Sistema Ambiental Regional delimitado la radiación solar está influenciada por condiciones de nubosidad propias del Estado.

En el invierno, la radiación solar promedio es de 18 a 19, en verano 20 a 21, en otoño 15 y en primavera 21 a 22 (ver **Figura IV.8**). Estos cambios están dados principalmente por dos factores: a) por la posición solar y b) nubosidad durante las estaciones ambientales.

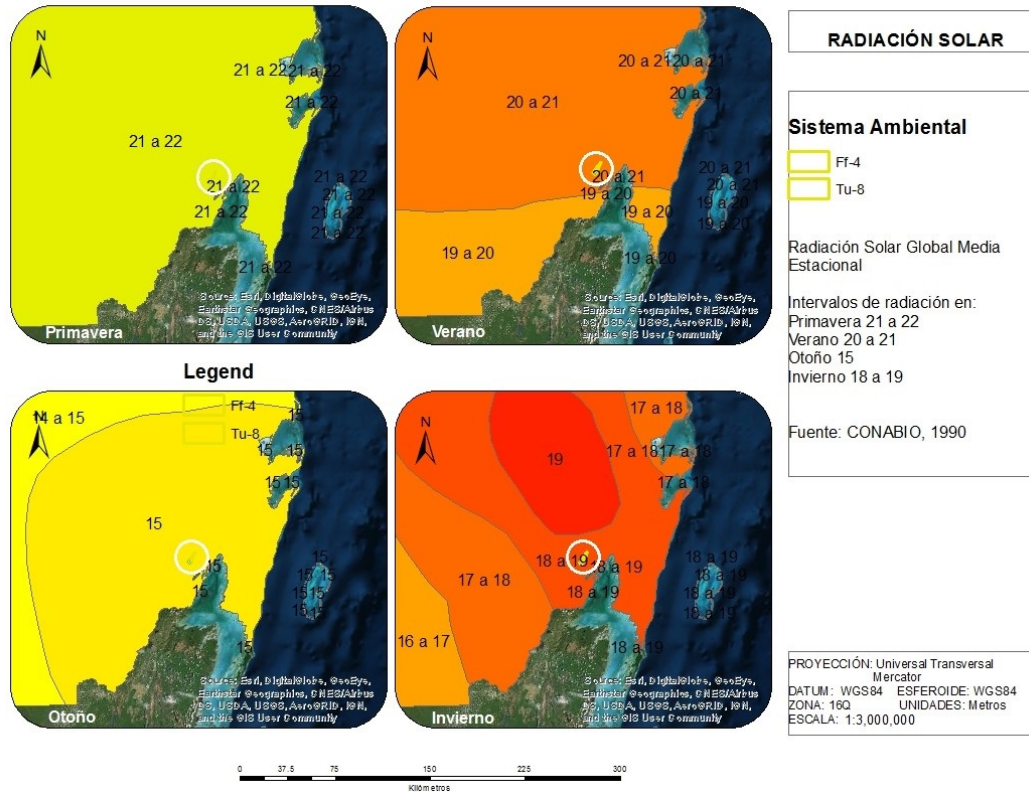


Figura IV.8. Radiación solar en las estaciones del año presente en el sistema ambiental regional.

Precipitación

La precipitación media anual es de 1,200 a 1,500 mm, con oscilaciones de 753 a 3,873 mm, cuando hay afectaciones por ciclones. La precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

Humedad relativa y absoluta

La media anual en el sistema ambiental regional oscila alrededor del 94.4% misma que se mantiene constante a través del año, recibiendo además, aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, estas comprenden aproximadamente el 97% y el 60% respectivamente.

Calidad de aire

En el SAR las principales fuentes de contaminación en la calidad del aire son las vinculadas con las actividades urbanas, así como las actividades agrícolas.

Las localidades que rodean al SAR son de carácter urbano, no cuentan con aeropuertos, grandes industrias y tampoco se presentan tráficos intensos que sean capaces de generar niveles altos de contaminación en la calidad del aire ya sea por ruido o por contaminantes en la atmósfera.

De acuerdo con el estudio de Barrera (2014), las principales causas de la contaminación acústica son las relacionadas con las actividades humanas tales como el transporte, las actividades de la industria,

la construcción de edificios y obras públicas. Dentro de las fuentes móviles los motores son en general los principales generadores de ruido como motos, trenes, aviones y vehículos.

De acuerdo a la publicación técnica del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se ejemplifica a continuación la medición de ruido generado por vehículos en carreteras de cuatro estados importancia económica en la República Mexicana:

Tabla IV.1. Medición de ruido generado por vehículos en carreteras mexicanas¹.

Estado	Decibeles Total Promedio
Querétaro	78.2
Jalisco	74.0
Nuevo León	74.5
Veracruz	74.2

Para la Organización Mundial de la Salud, una tolerancia definida en 55 decibeles es el límite superior deseable. Si la exposición es de más de 60 dB generaría un aumento en la presión arterial, dolor de cabeza, agitación en la respiración, agitación del pulso y taquicardias; y si es superior a 85 dB podría causar secreción gástrica, aumento del colesterol y riesgo cardiovascular².

Ahora bien, considerando que en el SA la actividad agrícola es otra fuente importante de generación de ruido, en la siguiente tabla se presentan los niveles típicos de ruido en el campo, y por lo tanto son los niveles a los que puede estar sujeto el Sistema Ambienta Regional I:

Tabla IV.2. Tiempo de exposición tolerable al ruido por las actividades agrícolas.

Operación agrícola	Nivel de ruido típico	Tiempo máximo de exposición antes de que ocurra un daño
Campo tranquilo	35	No limite
Tractor	80	No
Tractor con cabina – trabajando	85	8 hrs.
Motosierra - ralenti	90	3 hrs.
Galpón de esquila	90	3 hrs.
Encabezamiento	95	1 hr.
Sinfín de grano	95	1 hr.
Amoladora angular	95	1 hr.
Motocicleta	95	1 hr.
Tractor sin cabina – trabajando	100	15 min.
Motosierra	120	15 seg
Escopeta	140 +	Daño instantáneo

¹http://www.piarc.org/ressources/documents/actes-seminaires06/c2122-mexique06/8648,EL_IMPACTO_AMBIENTAL_DE_RUIDO_GENER.pdf

²<http://www.lagaceta.com.ar/nota/212481/salud/oido-humano-tiene-limite-para-tolerar-ruido.html>

FENOMENOS CLIMATOLOGICOS

En un período de 10 años de registro, no se cuenta con una sola nevada o helada.

Nortes o Frentes fríos o sistemas de alta presión

Estos frentes fríos o nortes que generalmente llegan abarcando toda la Península de Yucatán, consecuentemente al estado y la zona de interés, tienen lugar debido a las masas húmedas y frías que tienen su origen en la región del polo norte continental y norte del océano Atlántico. Presentan una condición anticiclónica, ya que originan el descenso de la temperatura y dan lugar a la acumulación de grandes masas de humedad, cada año al llegar a la fase del ciclo de otoño y el invierno (Noviembre a Febrero).

Vientos, tormentas tropicales y huracanes

Los vientos dominantes son los alisios que soplan desde el sureste durante la primavera y el verano.

Sin embargo, el sistema ambiental regional se ubica dentro de la zona de *Muy alto riesgo*, en la trayectoria de tormentas tropicales y huracanes originados en el Atlántico y en el Caribe (ver **Figura IV.9**). Estos fenómenos tienen una incidencia estacional entre junio y noviembre. Cada año las costas de Quintana Roo (lo que incluye a las ciudades de Cancún y Playa del Carmen) están expuestas a la formación de 10 huracanes, de los cuales 2 o 3 llegan a afectarla en mayor o menor medida.

El último evento hidrometeorológico de importancia que afectó la Región de Bacalar fue el huracán Ernesto, penetrando sobre la línea de costa en las inmediaciones de Mahahual y causando daños moderados a graves sobre la franja costera comprendida entre Mahahual e Xcalak, dejando así cuantiosas pérdidas materiales y daños a la morfología costera por la erosión que generó así como un alto impacto a los ecosistemas vegetales dado que trajo consigo grandes cantidades de agua y arena lo que arrancó literalmente la vegetación, o bien la enterró. Por mencionar algunos otros eventos de la zona de interés en la siguiente tabla:

Tabla IV.3. Huracanes y Tormentas Tropicales que se han presentado en el sistema ambiental regional.

Año	Nombre	Categoría	Estados afectados	Período	Vientos km/h
1956	Flossy	Tormenta tropical	Quintana Roo Yucatán	21 – 30 Sep	25
1999	Katrina	Tormenta tropical	Quintana Roo Yucatán	28 Oct – 1 Nov	55
2007	Dean	Huracán categoría 5	Campeche Quintana Roo Yucatán	13 – 23 Ago	80
2010	Karl	Tormenta tropical		18 -18 Sep	45
2012	Ernesto	Huracán categoría 1	Campeche Yucatán	1 – 10 Ago	150

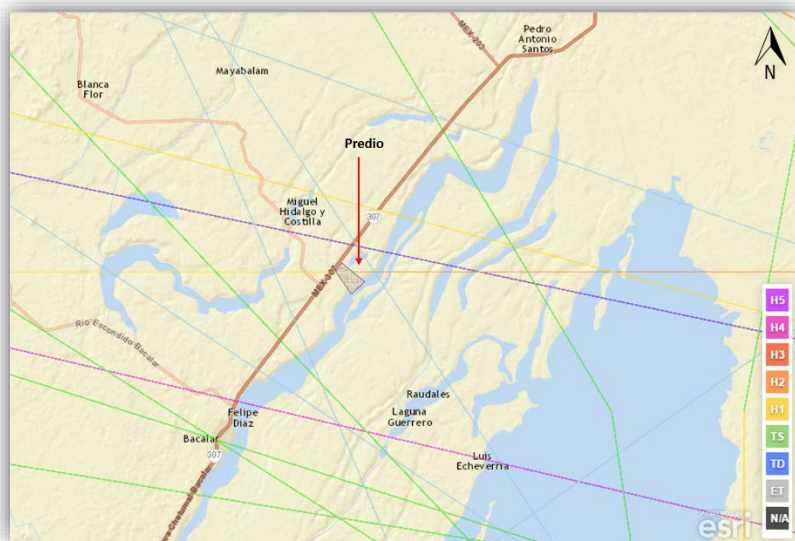


Figura IV.9. Fenómenos atmosféricos registrados en un radio de 35 km alrededor del Sistema Ambiental Regional (Fuente: National Hurricane Center-NOAA).

Geología y geomorfología³

De acuerdo al INEGI, el sistema ambiental regional tiene su origen en los sistemas Cuaternario y Neógeno, de la Era Cenozoica, que ocupan un 43% y 57% respectivamente (ver **Figura IV.10**).

La composición geológica en término de su edad es de relativamente reciente emersión y sirve de base para la estructura geomorfológica del mismo se clasifica en formación de mediana edad que comprende la *Formación Bacalar*⁴:

Está constituida por calizas de tipo cretoso de color blanco amarillento y de constitución blanda son muy distinguibles. También pueden contener pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, y otras, que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca. Forma estructuras hemisféricas en los estratos superiores en tanto que se constituye en láminas arcillosas en sus niveles inferiores (sahcab, saskab); pueden no observarse algunas inclusiones laminares de yeso y de esferoides calizos de color amarillento. Sobre éstas rocas se forman láminas duras de color gris oscuro a negro. Se encuentran en las cercanías de la Laguna Bacalar correspondiente al predio.

Como se mencionó anteriormente, los elementos geológicos que constituyen las capas que han dado origen a la zona de Bacalar e incluso a la Península de Yucatán, están formados principalmente por compuestos carbonatados entre los que destaca el carbonato de calcio, mismo que proporciona al suelo características de alta absorción de agua y permeabilidad. Por tal motivo se puede afirmar que el

³ Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.

⁴ PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BACALAR (POEL), QUINTANA ROO. Etapa de caracterización. Gobierno del Estado de Quintana Roo 2011-2016.

agua de lluvia que se precipita, penetra de manera eficiente hasta las capas profundas, creando así un acuífero subterráneo.

De acuerdo a la Carta Geomorfológica de INEGI (escala 1:250, 000) Específicamente el sistema ambiental regional se presenta la unidad geomorfológica: *Planicie Kárstica Estructural Escalonada*. Es un relieve complejo donde se conjuga la expresión topográfica de morfo estructuras en planicies estructurales afectadas por disolución. Se presentan hasta 4 escarpes bajos, menores de 50m sucesivos del continente hacia el mar, modelados por disolución. En la base de los escarpes tectónico-erosivos donde se facilita la disolución por fracturas se forman localmente dolinas y uvalas inundadas. Presenta una serie de fallas en bloques subparalelos, con una pendiente hacia el Este. Se distingue por poseer suelo negro de montmorillonita en las cuencas que se alojan en las fallas de bloques y lagunas salinas, siendo la mayor de éstas la Laguna de Bacalar.

Accidentes geográficos

La formación de una planicie calcárea que ha sido moderada por una intensa disolución como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve ruiforme y los cenotes.

Las formas superficiales cársticas predominantes son resultado de hundimientos, por lo que abundan los lagos y lagunas como Chile Verde, Bacalar, Guerrero, Nichupté, Chunyaxché, Noh-bec, Chichankanab.

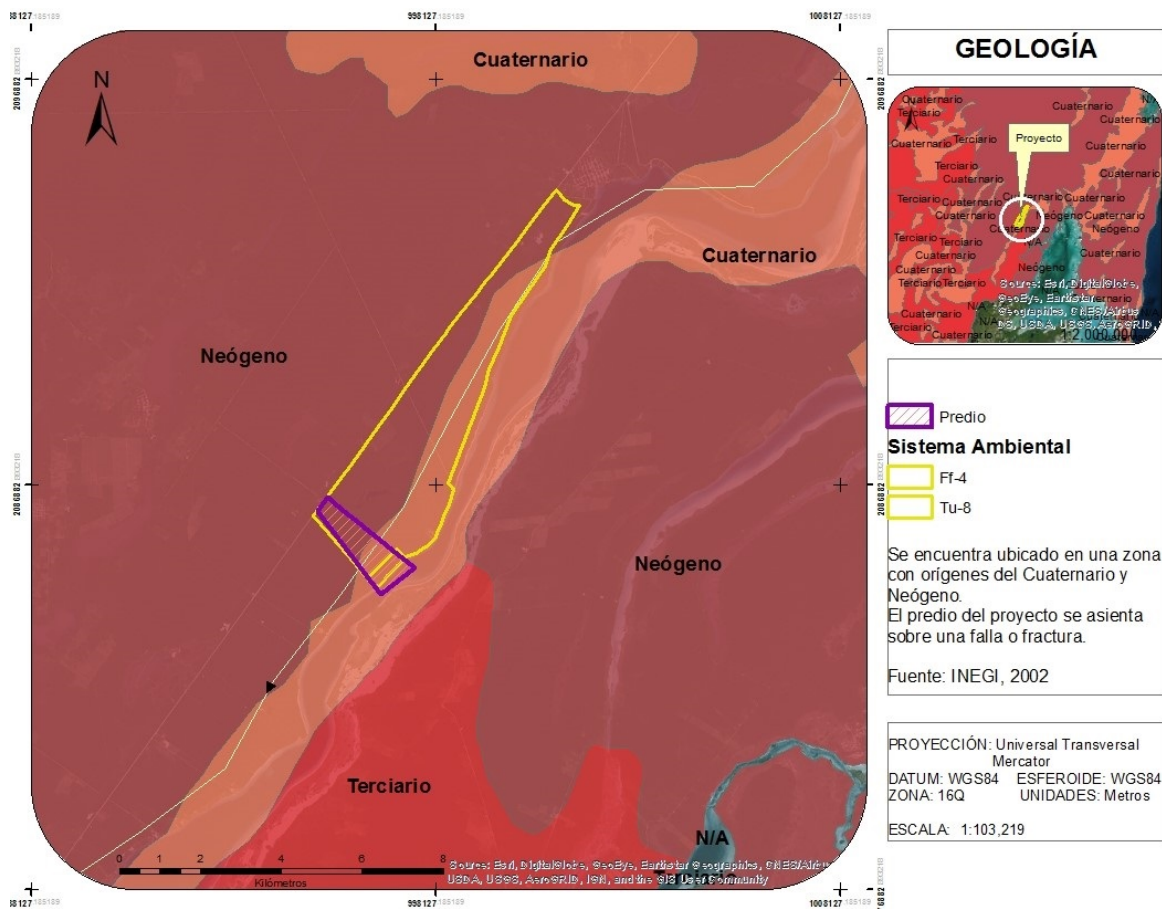


Figura IV.10. Origen geológico del sistema ambiental.

SISTEMA DE FALLAS Y FRACTURAS

El sistema ambiental regional se encuentra sobre una falla geológica. La Laguna de Bacalar se ubica dentro del sistema de fallas y fracturas de Río Hondo. Se encuentra situado al sur de la fractura de Holbox. Aparece como una serie de fallas y fracturas orientadas en dirección noreste-suroeste. Se cree que estas fallas marcan el origen de la costa del Caribe y de la Isla de Cozumel; sin embargo, solamente son visibles en mapa en su parte sur (alrededor de Chetumal y Bacalar).

La geomorfología fina de la Península de Yucatán refleja una gran cantidad y diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original para constituirse en lo que es la zona emergida de la península. En este conjunto de procesos se incluyen eventos tectónicos que dieron lugar a las formaciones de fracturas de la porción suroriental de Quintana Roo y que hoy se reconocen como el sistema de fallas y fracturas de la región de Bacalar.

Sismicidad

La región de Bacalar, así como toda la Península de Yucatán, se encuentra clasificada como Zona A donde no se tienen registros históricos de los sismos (Servicio Sismológico Nacional). No se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Tabla IV.4. Eventos sísmicos cercanos a Bacalar.

Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Magnitud	Cercanía
10/12/2011	08:08:04	16.98	-86.46	5	5.0	258 Km al Sureste de Chetumal
11/05/2012	01:14:57	15.8	-88.32	10	4.4	299 Km al Sur de Chetumal

Fisiografía

De acuerdo a INEGI (2001), el sistema ambiental regional está enclavado en la provincia fisiográfica *XI Península de Yucatán*, la cual consiste en una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del mar Caribe desde hace millones de años. Esta provincia comprende a su vez tres sub provincias: 1) Carso y Lomeríos de Campeche, 2) Carso Yucateco y 3) Costa Baja de Quintana Roo. La segunda es la más extensa, abarca el centro y norte de la entidad.

Dentro del sistema ambiental regional se ubica la provincia *Costa Baja de Quintana Roo* (ver **Figura IV.11**), ocupa 0.19% de su superficie total. Se caracteriza por su relieve escalonado que desciende de poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. Con sistema de topoformas en *llanura*: área sin elevaciones o depresiones prominentes a lo largo de su borde sur y sur oriental circula el Río Hondo. En esta sub provincia (64) existen grandes cenotes, como el Cenote Azul; varias lagunas: Bacalar, San Felipe, La Virtud, Chi le Verde y Laguna Guerrero, entre otras, y vastas áreas inundables, algunas permanentes casi todo el año⁵.

⁵http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/TOMO_1/1_Capitulo_baja.pdf

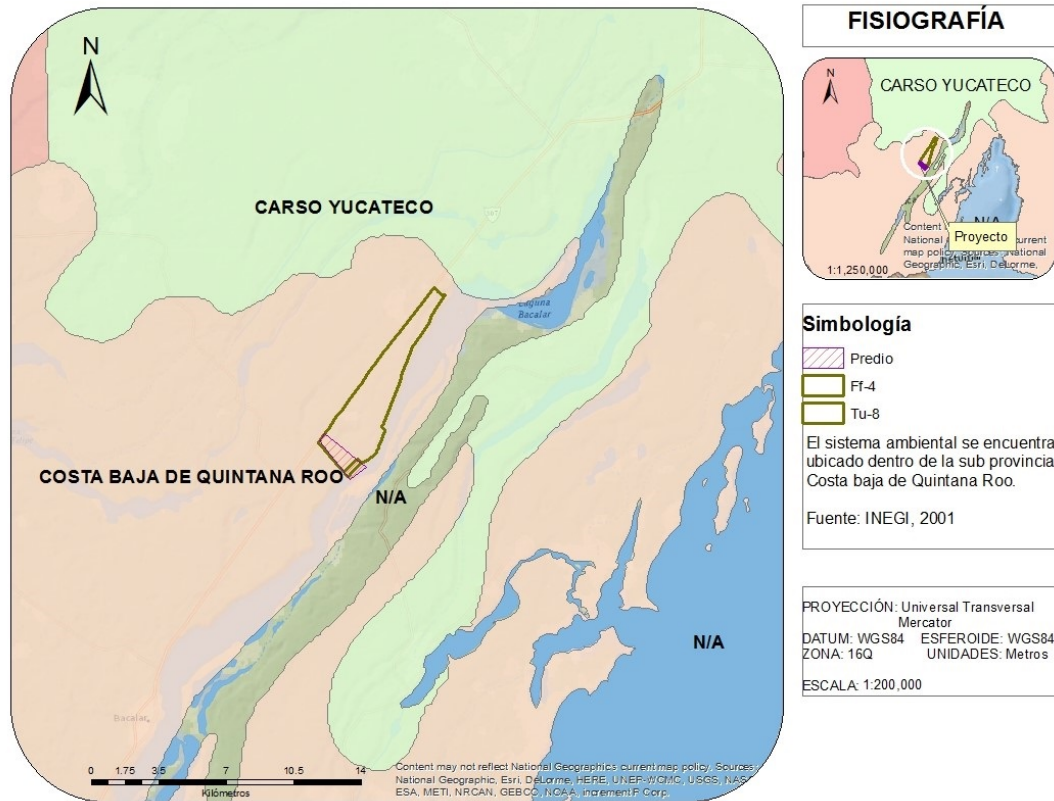


Figura IV.11. Sub provincia fisiográfica en la cual se ubica el sistema ambiental regional.

Relieve

Se puede describir como un relieve escalonado, suavemente ondulado, con numerosas y pequeñas depresiones planas que oscilan entre los 6 a 22 msnm. Que van de la parte colindante con la Carretera Chetumal – Cancún hacia el suroeste del predio donde colinda con la Laguna de Bacalar, del punto de declive, hasta alcanzar la orilla del agua.

b. Suelos

En el sistema ambiental regional se puede observar, según datos del INEGI, la presencia de un tipo de suelo calificador: Rendzina (ver Figura IV.12).

Pertenciente al grupo de los Leptosoles (lítico y rendzico), dentro de la clasificación maya Tzekél y Yax-hom respectivamente, la vegetación que cubre estos suelos ocasiona una rápida filtración del agua, se caracterizan por ser jóvenes y un poco más desarrollados⁶.

El suelo *Rendzina*, del polaco rzedzix: ruido, presenta suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos, por debajo de los 25 cm, pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. A continuación de la capa de suelo se encuentra la roca madre tipo kárstica, lo que permite que el drenaje interno sea eficiente. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

⁶INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Vectorial Edafológico Escala 1:250 000, serie II

De acuerdo al mapa de Degradación del Suelo en la República Mexicana, Escala 1:250, 000, elaborado por la Dirección de Geomática de Semarnat (2004), el municipio de Bacalar presenta una superficie con degradación química ligera del suelo por disminución de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica, debido principalmente a actividades agrícolas y deforestación.

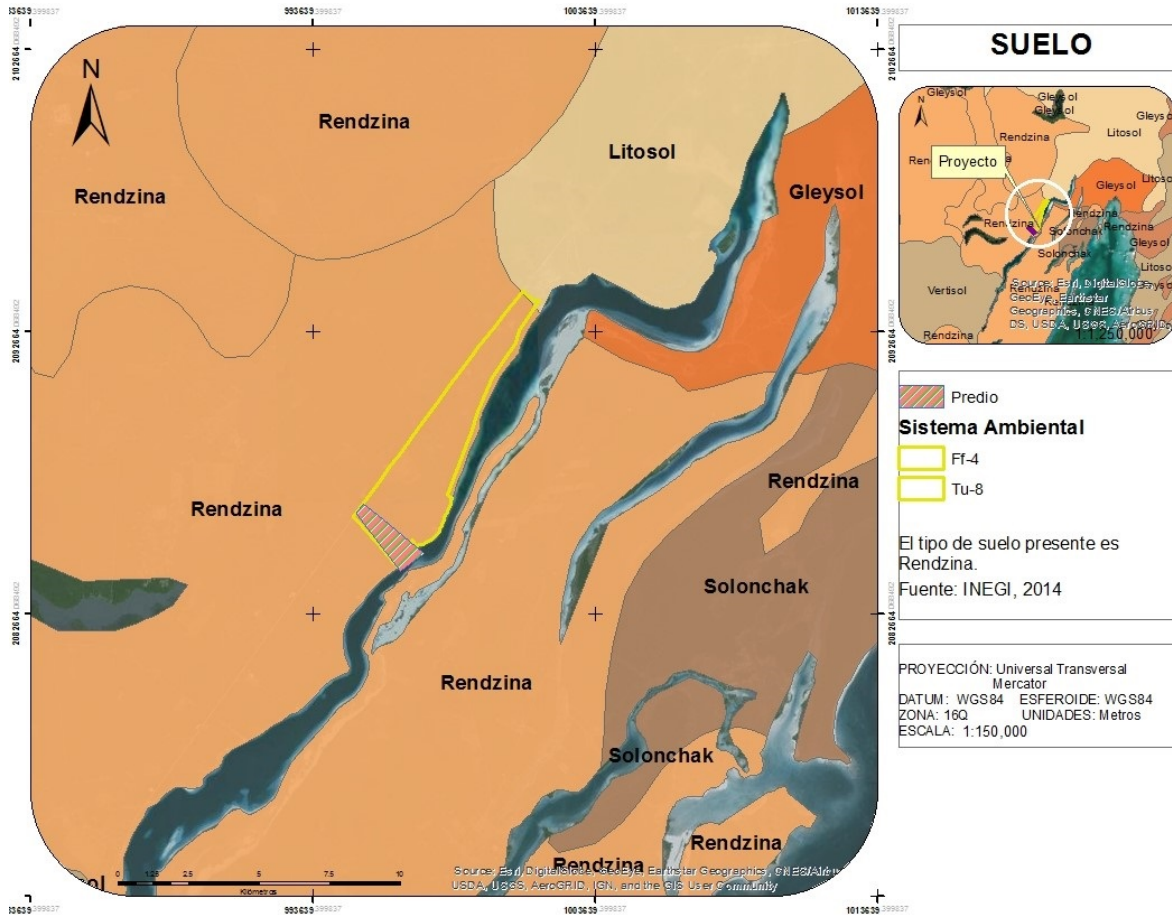


Figura IV.12. Tipo de suelo presente en el sistema ambiental.

c. Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

De acuerdo a CONABIO (1990) el sistema ambiental regional queda comprendido dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán Este (Figura IV.13), cuenca Bahía de Chetumal y otras, y subcuenca Bahía de Chetumal ocupando el 0.28% de su superficie total.

Siendo un tipo de subcuenca exorreica, siendo el lugar principal donde drena el Mar Caribe. Tiene un total de 27 descargas de drenaje. Posee una elevación máxima de 300 m y su elevación mínima se encuentra a nivel del mar.

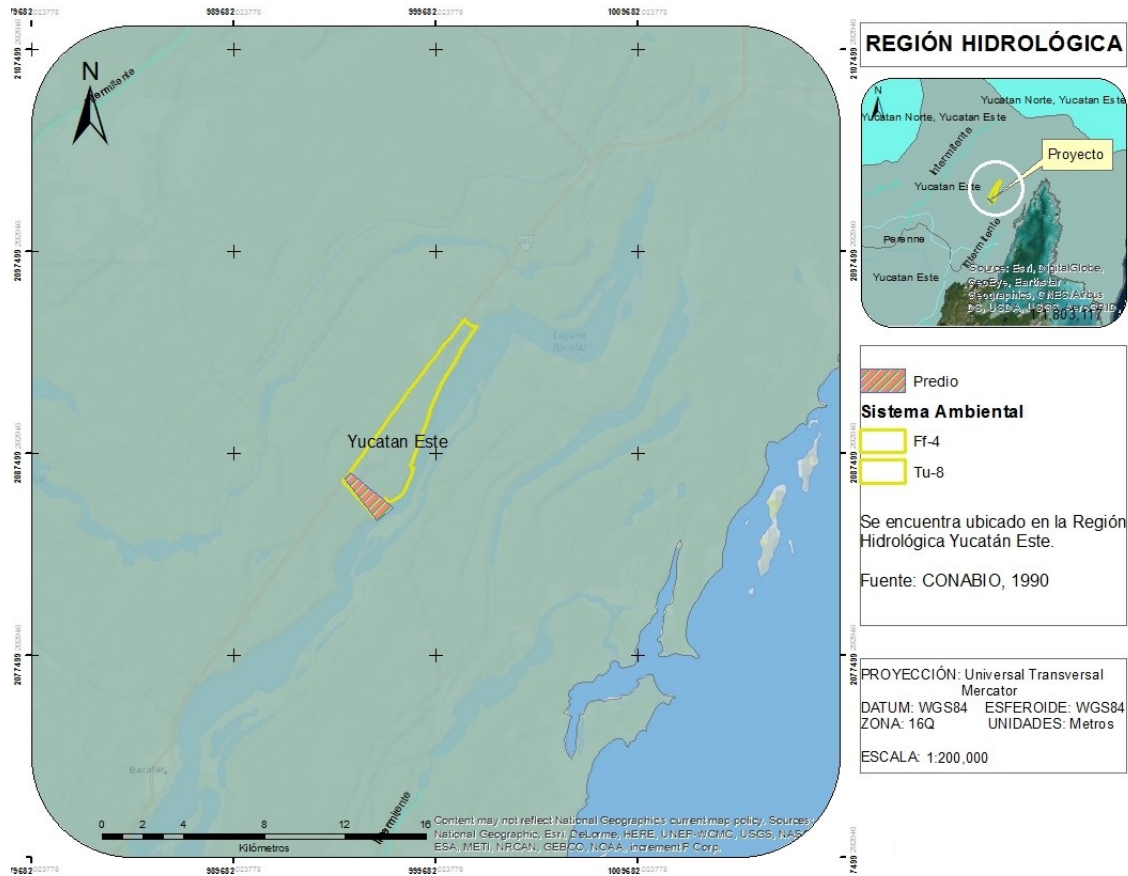


Figura IV.13. Región hidrológica del sistema ambiental regional.

Cuerpos de agua

Dentro del predio se encuentra un cuerpo de agua perenne el cual será sujeto a uso de conservación, ocupando un 0.4% de la superficie del sistema ambiental regional. El principal cuerpo de agua que colinda con el sistema ambiental regional, es la Laguna de Bacalar también conocida como “la laguna de siete colores”, por el gran atractivo visual que ofrecen las tonalidades cambiantes de sus aguas, aunado al verde de la vegetación de la selva que la rodea, pero también existen otros cuerpos de agua entre los que se pueden mencionar a la Laguna San Felipe y la laguna La Virtud, pues se presume que estas descargan parte de sus aguas a la Laguna de Bacalar (ver **Figura IV.14**).

La Laguna de Bacalar forma parte de un sistema hidráulico con otros cuerpos de agua no conectados superficialmente, pero alineados en dirección norte-sur, paralelos a la Bahía de Chetumal, consistente con formaciones geológicas terciarias.

Generalmente estos cuerpos de agua, los utiliza la población que vive en los alrededores con fines recreativos, y de autoconsumo, a excepción de la Laguna de Bacalar, que también es utilizado con fines recreativos a nivel turístico, esto debido a la alta concentración de sales disueltas, en especial el sulfato de calcio y carbonatos, que provienen del aporte geológico del vaso de la laguna. Además, en ocasiones también son utilizados como abrevaderos para la fauna doméstica y con fines de uso doméstico para bañare y en el lavado de trastes y utensilios de cocina, así como el lavado de ropa.

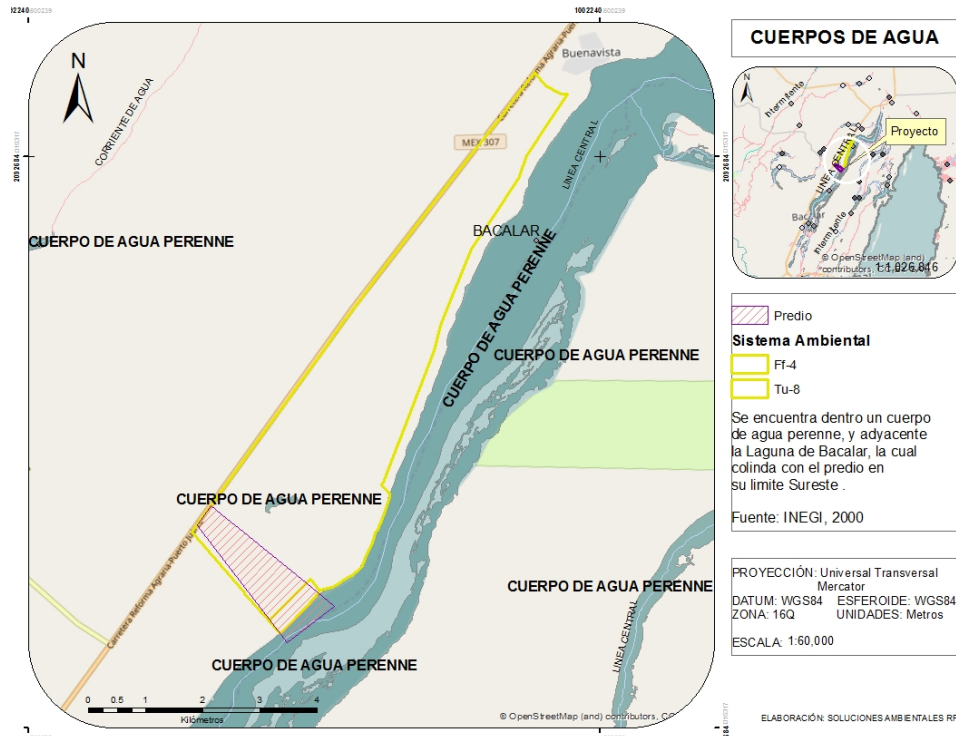


Figura IV.14. Cuerpo de agua perenne presente dentro del sistema ambiental regional.

Hidrología subterránea

De acuerdo a CONAGUA (2009), el sistema ambiental regional se localiza dentro del acuífero denominado *Península de Yucatán* (3105). La recarga total media anual corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida, este acuífero presenta una recarga media anual de 21,813.10 Mm³ y una descarga natural comprometida de 14,542.2 Mm³/año. Este acuífero presenta una disponibilidad media anual de agua subterránea de 5,005.60 Mm³ y un déficit de 0.0 m³/año, siendo un acuífero no sobreexplotado⁷. Dentro del sistema ambiental regional no se encontró ningún pozo de extracción.

De acuerdo con la carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, escala 1:250,000 (1988), E16-4-7 editado por el INEGI, el área donde se ubica el sistema ambiental regional se clasifica en una Unidad Geohidrológica de material consolidado con posibilidades altas: formado por roca masiva, coherente y continua, con rendimiento para extraer mayor o menor cantidad de agua del subsuelo alto > 40 lts/seg. en la región el flujo de las aguas subterráneas es hacia el Sureste, es decir, hacia la Laguna de Bacalar y se ubica a una profundidad entre los 8-10 m.

De acuerdo al Estudio Geohidrológico del Estado de Quintana Roo, publicado por INEGI (2002), el sistema ambiental regional se encuentra dentro de la principal zona de extracción llamada *Lázaro Cárdenas*. La zona tiene caliza margosa poco compacta del Terciario Superior, en estratos gruesos a masivos con fracturamiento moderado y cavernas de disolución, que indica alta permeabilidad. La

⁷http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5312870&fecha=04/09/2013

calidad del agua va de tolerable a salada predominando la familia de agua mixta bicarbonatada con tendencia a sódica clorurada, influenciada por las zonas sujetas a inundación e intrusión salina.

Usos principales

En la zona del proyecto no se hace uso de los recursos hídricos, ya que no existen zonas agrícolas de riego. En todo caso, se cuenta con norias para la extracción de agua para consumo humano, Aunque es más frecuente hacer uso del agua de la laguna de Bacalar, para consumo humano.

IV.2.2.2 Medio biótico

a. Vegetación terrestre

De acuerdo a la Carta de uso del suelo y Vegetación Serie V del INEGI (2013), el sistema ambiental regional se encuentra inmersa en una zona con uso NO APLICABLE y VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA. Lo anterior, es debido a que la vegetación original en esta zona fue removida tiempo atrás para distintas actividades (henequenal y ganadería, principalmente), tal como se puede notar en la **Figura IV.15**.

La selva mediana subperennifolia es la comunidad más extensa en la península de Yucatán; es la selva chiclera (Flores-Guido, *et al*; 2010⁸). Esta comunidad cubre aproximadamente un 60 % del territorio peninsular (62,027 km²), además de ser la que está más conservada. Abarca casi todo Quintana Roo, las tres cuartas partes de Campeche y una pequeña porción del estado de Yucatán, principalmente en el punto Puuc. Esta selva se encuentra en el área que tiene la mayor precipitación pluvial de la península con un promedio anual de 1,300 mm y una época muy definida sin lluvias de fines de Noviembre a principios de Mayo, sin embargo, es importante hacer notar que durante la época seca la precipitación alcanza hasta 191 mm al año, lo cual, contribuye a que esta comunidad se desarrolle (Flores y Espejel, 1994⁹).

Otro hecho importante para que abunde esta vegetación, es el suelo calizo, Pennington y Sarukhán afirman que es el propicio para este tipo de selva, por tener una gran permeabilidad que sustituye al drenaje rápido de los suelos con pendientes, muy escasos por cierto en la península yucateca.

⁸Flores-Guido, J.S., Duran-Garcia, R. y J.J. Ortiz-Diaz (2010). Comunidades vegetales terrestres. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. 496 pp.

⁹ Flores J.S. y I. Espejel (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* (Fascículo 3). UADY. 134 pp.

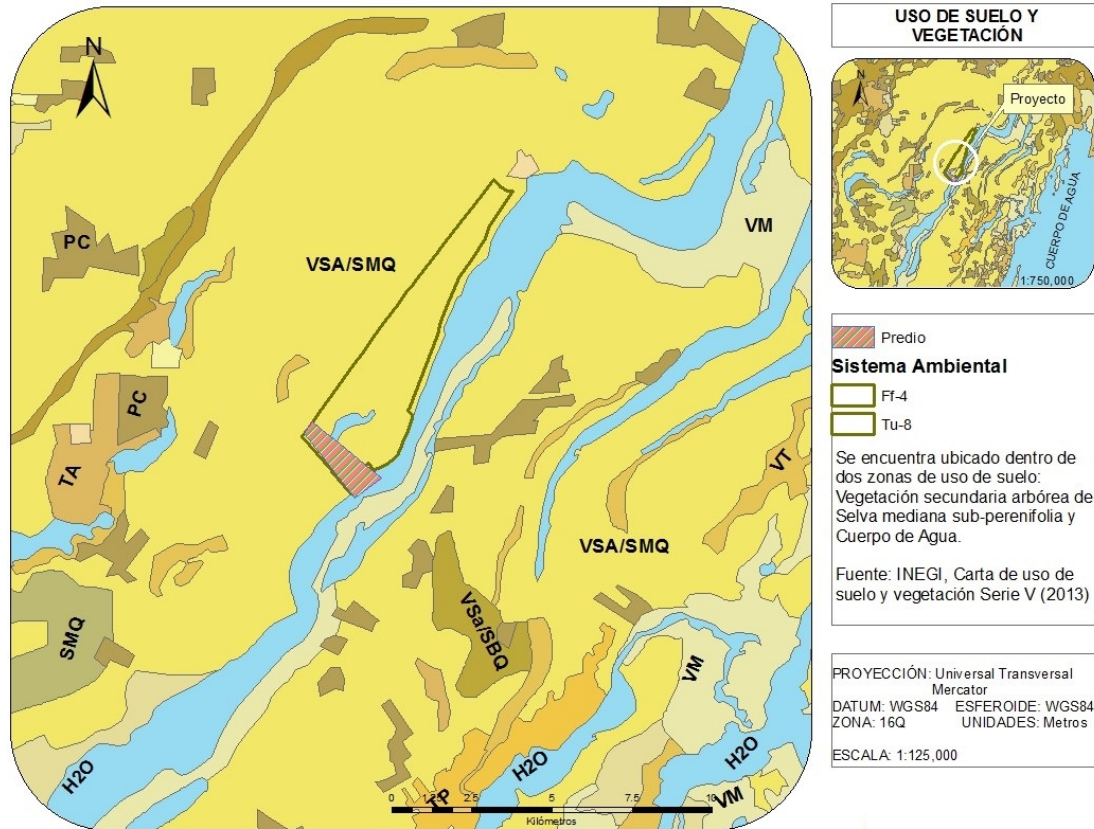


Figura IV.15. Tipo de vegetación y/o uso de suelo presente en el sistema ambiental regional.

Los factores de clima y suelo se constituyen como las causas fundamentales de la característica subperennifolia; ya que el 25 % de los árboles se quedan sin hojas durante la época seca y tienen una altura media de 25 a 35 metros, alcanzando un DAP menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies, es posible que esto se deba al tipo de suelo y a su profundidad. En la época de seca la mayor parte conserva sus hojas, especialmente los árboles dominantes como *Manilkara sapota*, *Vitex gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum*.

Los árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas.

En este tipo de selva, se distinguen 3 estratos arbóreos, de 4 a 12 metros, de 12 a 22 metros y de 22 a 35 metros. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

En el estado de Quintana Roo este tipo de vegetación ocupa una superficie de 431, 041 km² (Flores y Espejel, 1994¹⁰).

En este tipo de vegetación abundan: *Thrinax radiata*, *Nectandra coriacea*, *Nectandra salicifolia*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Coccoloba sp.* y *Caesalpinia gaumeri* en el estrato bajo. En los últimos 4 años,

¹⁰Flores J.S. y I. Espejel (1994). Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense* (Fascículo 3). UADY. 134 pp.

se han destruido miles de hectáreas, con el huracán Gilberto, los incendios, la expansión turística y ganadera (Olmsted *et al*; 1983¹¹).

No obstante, recorridos en el predio bajo estudio permiten indicar que actualmente existe un desplazamiento de la vegetación original dentro del mismo debido al cambio de uso de suelo para actividades diferentes como lo es la agricultura de temporal y ganadera llevada a cabo en décadas pasadas, así como por efectos de eventos naturales extremos como los huracanes; por lo que, actualmente la vegetación es secundaria derivada de la selva mediana subperennifolia predominantemente arbustiva-arbórea con un grado de recuperación mediano. Asimismo, dentro del mismo predio se observaron caminos rústicos que conectan hacia diferentes direcciones, lo que es indicio de que el mismo es frecuentado por gente. Los panoramas de la vegetación se pueden observar en las siguientes fotografías:



Foto IV.1 Camino rustico interno que conecta al predio en dirección noroeste-sureste hacia la laguna Bacalar.

¹¹ Olmsted I., Lopez-Ornat C. y R. Duran-Garcia (1983). Vegetación de Sian Ka'an: estudio preliminar de una zona de Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biosfera. Quintana Roo, México.



Foto IV.2 Panorama de la vegetación predominantemente arbustiva-arborea presente dentro del predio bajo estudio.



Foto IV.3 Otro panorama de vegetación predominantemente arbórea presente dentro del predio bajo estudio y en donde se puede observar un ejemplar de *Bursera simaruba* de talla importante.

Nota: El área clasificada como No Aplicable es una zona inundable con algunas especies como *Cladium jamaicense*, *Conocarpus erectus*, *Solanum donianum*, *Bonellia macrocarpa*, entre otros. Asimismo, es importante mencionar y recalcar que esta área no será afectada en lo absoluto por el proyecto y será mantenida como áreas de conservación. Por lo tanto, los muestreos realizados se enfocaron únicamente el área pretendido para el CUSTF y referente a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Con la finalidad de efectuar la caracterización y diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural del área de estudio (área de CUSTF), la composición florística y la diversidad de la misma se realizaron una serie de muestreos, tal como sigue:

MUESTREO FLORÍSTICO

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación del área bajo estudio. Se realizaron los muestreos dentro del polígono bajo estudio, el objetivo fue el de identificar las especies presentes, las abundancia y diversidad de las mismas. Durante el recorrido, se registró el nombre común, el nombre científico y la familia botánica a que pertenece cada especie reconocida en la zona del proyecto.

Se realizaron recorridos para el muestreo e inventario florístico, con apoyo de los siguientes manuales y claves de identificación:

- a) La Flora de Yucatán (Standley, 1930);
- b) La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977);
- c) El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985).
- d) Distribución de las especies endémicas de la Península de Yucatán (Duran-García, 1997).
- e) Listado Florístico de la Península de Yucatán (Duran et al; 2000).
- f) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano et al., 2003).
- g) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010)
- h) Flora de la Península de Yucatán (Herbario CICY, 2016).

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO. Con la finalidad de efectuar el diagnóstico del estado actual que presenta la vegetación natural, la composición, estructura y diversidad de la flora del área que se solicita para CUSTF se realizó una caracterización vegetal del terreno que consistió en realizar recorridos en el área del proyecto y en el levantamiento de datos en **19 puntos de muestreo**. Estos consisten en cuadrantes 25 m² (composición, estructura y diversidad de la comunidad vegetal). Los muestreos realizados en los cuadrantes de 25 m² (5 m x 5 m) sirvió para el registro de todas las especies de flora presentes en dicho cuadrante para la posterior estimación de la composición, estructura y diversidad de la comunidad vegetal estudiada (el resultado de los muestreos en estos cuadrantes son los que se presenten en este apartado).

Para el análisis estructural de la vegetación por estrato (presencia de la especie en el estrato Herbáceo a 0-1 m de altura, Arbustivo de 1.1-3.0 m y Arbóreo de 3.1 m de altura en adelante, lo cual está directamente relacionada a su etapa de desarrollo que puede ser plántula, rebrote, juvenil o bien adulto) dentro de los cuadrantes se tomaron en cuenta y registraron los siguientes parámetros y variables:

- Número de individuos por especie
- Valores del diámetro mayor en m de la copa de la planta (D1)
- Valores de diámetro perpendicular a D1 en m (D2)
- Valores de DAP (a 1.30 m) en el caso de árboles que dificulten la medición de sus copas.

Los datos registrados en campo se capturaron en una base de datos de Excel en donde se insertaron formulas generales de Cobertura o Área basal, Densidad y Frecuencia absoluta para convertir posteriormente a valores relativos. Estos parámetros sirvieron para calcular el Valor de Importancia Relativa (VIR) de Müeller-Dombois y Ellenberg (1974). De igual manera la base de datos de los registros del muestreo sirvió para la estimación del índice de Shannon-Wiener (H') y de equidad (J) por estratos de la vegetación representativa del área de CUSTF.

Las formulas generales utilizadas para el cálculo de la Cobertura, Dominancia, Densidad, Frecuencia y Valor de Importancia Relativa son las siguientes:

Para calcular la cobertura (superficie que cubre del suelo la copa de la planta en m²) se tomará en cuenta las mediciones de diámetro mayor (D1) y diámetro menor (D2) en sentido perpendicular, en donde el radio promedio se usa para calcular la superficie en m² que después es extrapolado a ha. La cobertura total de la especie será la suma de las coberturas de los individuos.

Los cálculos de la **COBERTURA ABSOLUTA (C_A) Y COBERTURA RELATIVA (C_R)** de las especies presentes en el estrato herbáceo principalmente se realizarán aplicando la siguiente fórmula:

$$C_A = \left(\frac{D1 + D2}{4} \right)^2 \times \pi$$

Dónde:

C_A= Cobertura absoluta de la especie (m²).

D₁= diámetro mayor de la copa de la planta (m).

D₂= diámetro perpendicular a D₁ (m).

$$C_R = \frac{C_{A1}}{\sum_{i=1}^n C_{A1}} \times 100$$

Dónde:

C_R= Cobertura relativa de la especie (%)

C_{A1} = Cobertura absoluta de la especie (m²)

$\sum_{i=1}^n C_{A1}$ = Sumatoria del total de la Cobertura absoluta de todas las especies registradas (m²)

Para calcular el **ÁREA BASAL ABSOLUTA (AB_A) Y ÁREA BASAL RELATIVA (AB_R)** de las especies arbustivas y arbóreas presentes dentro del área bajo estudio se utilizará la siguiente formula:

$$AB_A = \left[\sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

Dónde:

d = Diámetro normal en cm.

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n.

T = Tamaño del sitio, en ha.

$$AB_R = \frac{AB_{A1}}{\sum_{i=1}^n AB_{A1}} \times 100$$

Dónde:

AB_R = Área basal relativa de la especie (%)

AB_{A1} = Área basal absoluta de la especie (m²)

$\sum_{i=1}^n AB_{A1}$ = Sumatoria del total de la Área basal absoluta de todas las especies registradas (m²)

FRECUENCIA ABSOLUTA (F_A) Y FRECUENCIA RELATIVA (F_R). Las fórmulas a utilizar para la obtención de estos datos fueron las siguientes:

$$F_A = \frac{\text{Número de cuadrantes en donde se registró la especie}}{\text{Número total de cuadrantes muestreados}}$$

Dónde:

F_A = Frecuencia absoluta

$$F_R = \frac{F_{A1}}{\sum_{i=1}^n F_{A1}} \times 100$$

Dónde:

F_R = Frecuencia relativa de la especie (%)

F_{A1} = Frecuencia absoluta de la especie

$\sum_{i=1}^n F_{A1}$ = Sumatoria del total de las frecuencias absoluta de todas las especies registradas

DENSIDAD ABSOLUTA (D_A) Y DENSIDAD RELATIVA (D_R). Las fórmulas a utilizar para la obtención de estos datos serán las siguientes:

D_A = Es el número de individuos de la especie en el área muestreada

Dónde:

D_A = Densidad absoluta

$$D_R = \frac{D_{A1}}{\sum_{i=1}^n D_{A1}} \times 100$$

Dónde:

D_R = Densidad relativa de la especie (%)

D_{A1} = Densidad absoluta de la especie

$\sum_{i=1}^n D_{A1}$ = Sumatoria del total de las densidades absolutas de todas las especies registradas

VALOR DE IMPORTANCIA RELATIVA (VIR). El VIR se obtuvo con lo siguiente:

$$\text{VIR} = \text{AB}_R + \text{F}_R + \text{D}_R$$

$$\text{VIR} = \text{C}_R + \text{F}_R + \text{D}_R$$

Nota: Esta misma metodología es la que se fue utilizada para los estudios de la cuenca hidrológica forestal en donde se encuentra inmerso el predio bajo estudio. Todo lo anterior con la finalidad de contar con datos comparativos entre área objeto de CUSTF presente dentro del predio bajo interés y la cuenca antes mencionada, y demostrar en el apartado correspondiente de que no se comprometerá la biodiversidad, uno de los supuestos de excepcionalidad para la autorización de CUSTF propuestos en la LGDFS.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER (H') Y EQUIDAD DE PIELOU (J')

Uno de los índices de diversidad más ampliamente utilizados es el índice de Shannon-Wiener (H'). El Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949¹²), es derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

El índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

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

Dónde:

S= Número de especies (la riqueza de especies)

P_i= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N

n_i= Número de individuos de la especie i

N – Número de todos los individuos de todas las especies.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

La diversidad máxima (H_{max}= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad (índice de equidad de Pielou, J') asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente H/H_{max}=H/lnS, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ($p_i = 1/S$).

De esta manera con los datos de la riqueza de especies y abundancias por estratos de la vegetación se procedió a aplicar la ecuación para la obtención del H' y equidad (J').

También se realizó una comparación de las especies registradas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

¹²Shannon C.E.y W. Weaver (1949). The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, IL.

Por último, fueron registradas todas las especies observadas presentes en el predio y su área de influencia directa, y se clasificaron también por formas de vida [indica la manifestación final (etapa adulta)] de la especie en su entorno natural sin importar su etapa de desarrollo en la cual se encuentra ni su posición en el estrato de la vegetación) de las plantas: Herbácea, Epífita, Enredadera, Parásita, Arbustiva y Arbórea.

Cada sitio de muestreo fue referenciado registrando el punto de muestreo central con un geoposicionador Magellan Triton 400 con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. Las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo se pueden observar en la **Tabla IV.5.** y **Figura IV.16.**

Tabla IV.5. Coordenada central de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

CUADRANTES	X	Y	CUADRANTES	X	Y
S1	364144	2079078	S11	363879	2079047
S2	363939	2079336	S12	363843	2078801
S3	363588	2079599	S13	363519	2078909
S4	363171	2079889	S14	363354	2079171
S5	363060	2080057	S15	363151	2079420
S6	362769	2080353	S16	363008	2079624
S7	362645	2080181	S17	362840	2080100
S8	362866	2079819	S18	363458	2079773
S9	363203	2079680	S19	363658	2079172
S10	363559	2079367			

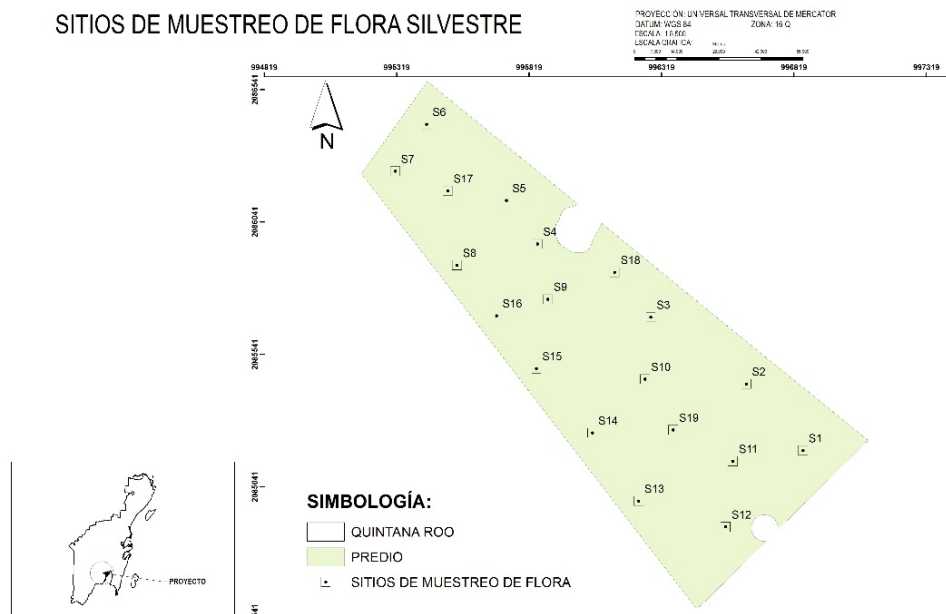


Figura IV.16. Distribución de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

- **Resultados del muestreo**

Listado general de especies. De manera general, en total se observó en el PREDIO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA la presencia de **87 especies** de plantas pertenecientes a **76 géneros y 40 familias** botánicas. Es importante mencionar que dentro del área de influencia directa del proyecto fueron observadas **4 especies** catalogadas bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de estas tres son amenazadas (*Thrinax radiata*, *Conocarpus erectus* y *Zamia loddigesii*) y una bajo protección especial (*Cedrela odorata*). Asimismo, fueron observadas **13 especies endémicas** y de amplia distribución en la región de la península de Yucatán e inclusive afuera de sus límites.

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la flora silvestre registrada en los sitios de muestreo (cuadrantes) en el predio es el siguiente:

De manera particular, como producto del muestreo en área de estudio se observó que la riqueza de especies de flora silvestre fue de **73** pertenecientes a **68 géneros y 35 familias** botánicas, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV.6. Listado florístico de las especies registradas en los sitios de muestreo.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA						CATEGORÍA
			HERB	ENRE	LIAN	ARBU	EPÍF	ARBÓ	
Anacardiaceae	Metopium brownei (Jacq.) Urb.	Cheechem, Box cheechem						X	
Anacardiaceae	Spondias radlkoferi Donn. Sm.	Jobo						X	
Annonaceae	Annona glabra L.	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre						X	
Annonaceae	Mosannonna depressa (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy						X	
Apocynaceae	Cascabela thevetia (L.) Lippold.	Aak'its, sak iits', k'an lool, campanilla				X			
Araceae	Anthurium schlechtendalii Kunth ssp. Schlechtendalii	Boobtúm, Kilbal chac, Pool box, pico de gallo	X						
Arecaceae	Sabal yapa C. Wright. ex Becc.	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho						X	
Arecaceae	Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it, chi'it, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiiit, palma				X			A
Bignoniaceae	Arrabidaea floribunda (Kunth) Loes	Anilkab, Anil aak', Bilin aak', Sak aak'			X				
Bixaceae	Cochlospermum vitifolium (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta						X	
Boraginaceae	Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken.	Bojum, bojón prieto						X	
Boraginaceae	Cordia gerascanthus L.	Bojom						X	
Boraginaceae	Heliotropium angiospermum Murray	Nej ma'ax, Nej sina'an, Ta ulu'um ma'ax, cola de mono, cola de mono alacrán	X						
Bromeliaceae	Aechmea bracteata (S.w.) Griseb	Nej ku'uk, gallito					X		
Bromeliaceae	Bromelia pinguin L.	Ts'albay, ch'om, piñuela	X						
Bromeliaceae	Tillandsia balbisiana Schult. f.	Xch'u'					X		
Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.	Chak chakaj, chakaj, palo mulato						X	
Celastraceae	Semialarium mexicanum (Miers) Mennega	Chun tok, sak boob, salbe' ets'				X			
Celastraceae	Wimmeria obtusifolia Standl.	ND						X	Endémica
Commelinaceae	Commelina diffusa Burm. f.	ND	X						

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA						CATEGORÍA
			HERB	ENRE	LIAN	ARBU	EPÍF	ARBÓ	
Compositae	Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. dentata	Taj, sak xo'xiw, tajonal	X						
Dennstaedtiaceae	Pteridium caudatum (L.) Maxon	ND	X						
Ebenaceae	Diospyros tetrasperma Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'						X	Endémica
Euphorbiaceae	Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnst.	Chaay, chin chin chaay, ts'iim, ts'iim chaay, chaya silvestre				X			
Euphorbiaceae	Jatropha curcas L.	Pomolche, sikilte, x-kakalché, pinoncillo						X	
Euphorbiaceae	Jatropha gaumeri Greenm.	Pomol che'						X	Endémica
Euphorbiaceae	Tragia yucatanensis Millsp.	Chak p'op ox, p'op ox		X					
Lamiaceae	Vitex gaumeri Greenm.	Ya'axnik						X	
Leguminosae	Acacia collinsii Saff.	Subin che', subin				X			
Leguminosae	Bauhinia divaricata L.	Ts' ulub took', pata de vaca				X			
Leguminosae	Caesalpinia gaumeri (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'						X	
Leguminosae	Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'						X	
Leguminosae	Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose.	Chukum						X	Endémica
Leguminosae	Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. ssp. leucocephala	Waaxim, tumbapelo						X	
Leguminosae	Lonchocarpus punctatus Kunth.	Baal che'						X	
Leguminosae	Lonchocarpus xuul Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano						X	Endémica
Leguminosae	Lonchocarpus yucatanensis Pittier.	Ya'ax xu'ul						X	Endémica
Leguminosae	Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	Tsalam						X	
Leguminosae	Mimosa bahamensis Benth.	Sak káatsim, káatsim blanco				X			
Leguminosae	Piscidia piscipula (L.) Sarg.	Ja'abin						X	
Leguminosae	Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim						X	Endémica

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA						CATEGORÍA
			HERB	ENRE	LIAN	ARBU	EPÍF	ARBÓ	
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby.	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché						X	
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & Wills) Standl. var. <i>cubensis</i>	K'aatal oox, corazón azul						X	
Malpigiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance blanco, nance de monte						X	Endémica
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote						X	Endémica
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua				X			Endémica
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo						X	
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat						X	
Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.	Sutup				X			
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. ssp. <i>alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón						X	
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo						X	
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i> Schltld. & Cham.	Sak loob che', pimienta de monte						X	
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che' , macho				X			
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	ND	X						CITES II
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc var. <i>divaricata</i>	Siit, táabil siit, carricillo	X						
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub						X	
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'				X			
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'						X	Endémica
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché						X	
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo						X	
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo						X	

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA						CATEGORÍA
			HERB	ENRE	LIAN	ARBU	EPÍF	ARBÓ	
Rubiaceae	Guettarda elliptica Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a						X	
Rubiaceae	Guetterda combsii Urb.	Taastaab, Manzanillo						X	
Rubiaceae	Morinda royoc L.	Baake aak, jooyok', k'an xikin aak', muk, xoyen aak', piña de monte, piñuela, piña aak', piña ch'en, piña ch'oom, piña kaan crus iik'		X					
Sapindaceae	Thouinia paucidentata Radlk	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura						X	Endémica
Sapotaceae	Chrysophyllum mexicanum Brandegee in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre						X	
Sapotaceae	Manilkara zapota (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo						X	
Simaroubaceae	Alvaradoa amorphoides Liebm. ssp. amorphoides	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga						X	
Simaroubaceae	Simarouba amara Aubl.	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito						X	
Smilacaceae	Smilax spinosa Mill.	Koke', xakén aak', koke ma'k'iix, espina de Cristo	X						
Urticaceae	Cecropia peltata L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo						X	
Violaceae	Hybanthus yucatanensis Millsp.	Sak bakel kan, ta', sak-babekan, sak-bakekan	X						
Zamiaceae	Zamia loddigesii Miq., 1843	Chak wa, palmita	X						A

Formas de vida= Es la manifestación final (etapa adulto) de la especie en su entorno natural sin importar su etapa de desarrollo en la cual se encuentra actualmente ni su posición en el estrato de la vegetación. HERB= Herbácea, ENRE= Enredadera, LIAN= Liana, ARBU= Arbustiva, EPÍF= Epífita y ARBÓ= Arbórea.

Asimismo, de acuerdo a las formas de vida registradas en los sitios de muestreo trazados en el área de estudio se puede indicar que las especies arbóreas (63.0%) fueron las más representativas, seguidas de las herbáceas y arbustivas con una representatividad de 15.1%, enredaderas y epífitas con valor de 2.7% y por último, las lianas con 1.4%, tal como se puede observar a continuación:

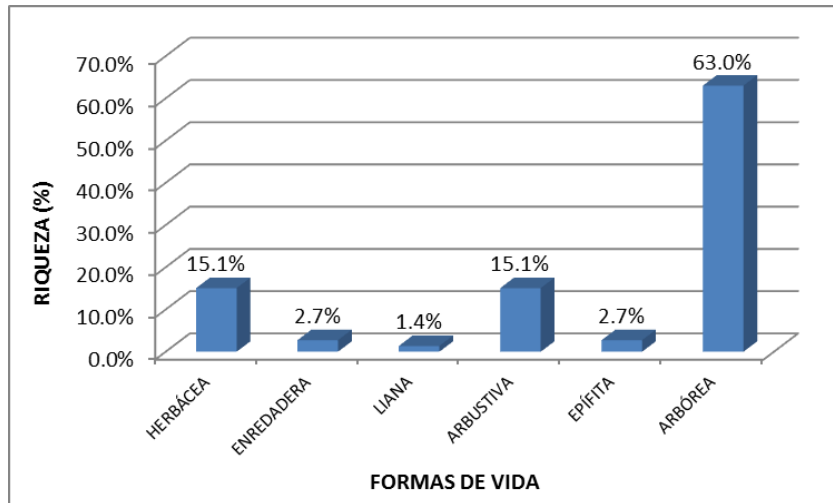


Figura IV.17. Riqueza de especies registradas por formas de vida.

En cuanto a las familias botánicas se tiene que las más representativas fueron las Leguminosae (20.5%), seguida por la Malvaceae (6.8 %), Rubiaceae y Euphorbiaceae con 5.5 %, las Polygonaceae, Bromeliaceae y Boraginaceae con 4.1 %, entre las más importantes:

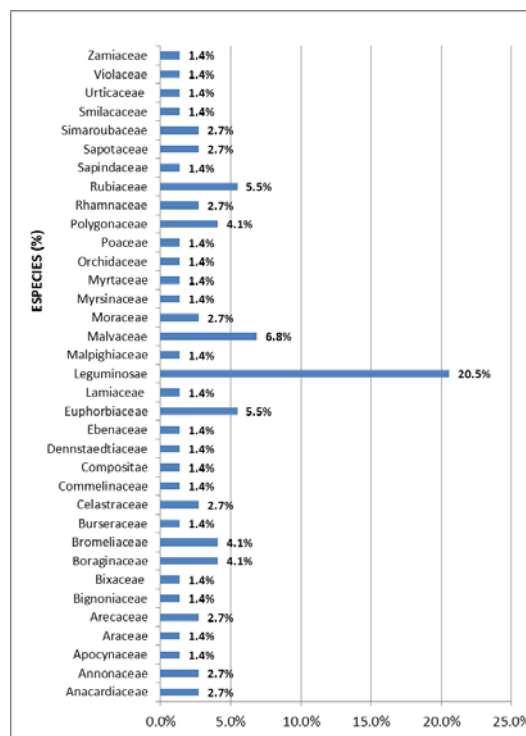


Figura IV.18. Riqueza de especies registradas por familias botánicas.

Por otro lado, en cuanto a la composición de especies dentro de los estratos de la comunidad vegetal de selva mediana subperennifolia presente y estudiada dentro del área del proyecto, se tiene que la riqueza específica (73 especies) arriba mencionada se encuentran distribuidas en los siguientes estratos y con las siguientes representatividades: Herbáceo (41%), Arbustivo (33%) y Arbóreo (26%), tal como se puede observar:

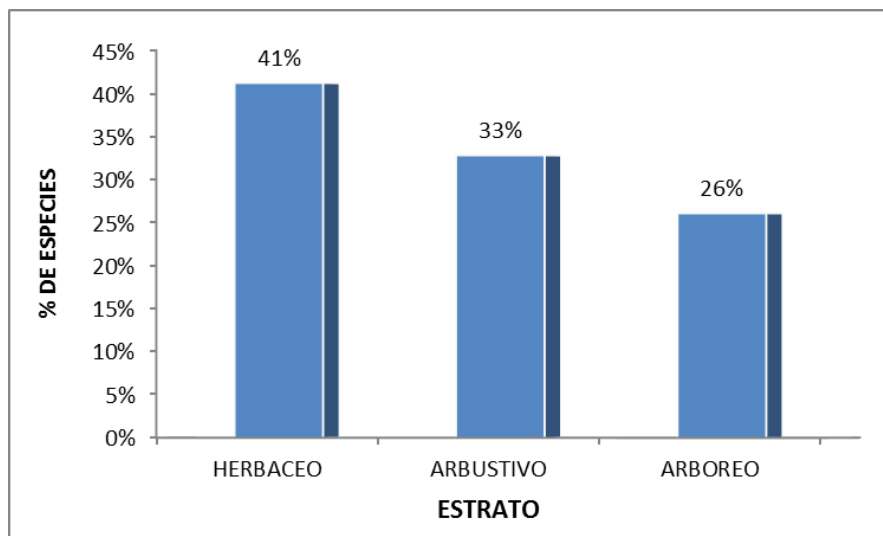


Figura IV.19. Representatividad de las especies de flora silvestre por estratos de la comunidad vegetal presente dentro del predio.

A continuación se presenta la distribución de las especies registradas por estratos en el área de estudio:

Especies en el estrato herbáceo. En el estrato herbáceo del predio bajo estudio se registraron 49 especies.

Las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato herbáceo fueron la *A. escallonioides* (17.24%), *L. xuul* (7.51%), *P. caudatum* (7.13%), *H. yucatanensis* (6.66%), *C. gerascanthus* (6.41%) y *G. floribundum* (6.07%). Por densidad, en el estrato herbáceo se tiene las siguientes especies más representativas *L. divaricata* (18.81%), *A. escallonioides* (15.18%) y *L. xuul* (5.94%). Por último, la *A. escallonioides* (9.09%), *L. divaricata* (9.09%), *S. yapa* (6.36%) y *L. xuul* (5.45%) fueron las especies más importantes en cuanto a la frecuencia relativa dentro del estrato bajo análisis en la comunidad vegetal del predio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio existen 9 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *A. escallonioides* (41.51%), *L. divaricata* (29.23%), *L. xuul* (18.90%), *S. yapa* (16.35%), *C. gerascanthus* (15.25%), *H. yucatanensis* (14.92%), *P. caudatum* (12.50%), *G. floribundum* (12.42%) y *T. radiata* (10.99%).

Tabla IV.7. Estimación del VIR de las especies del estrato herbáceo.

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>A. yucatanensis</i>	1.69	1.32	1.82	4.83
<i>A. amorphoides</i>	0.84	0.66	0.91	2.41
<i>A. glabra</i>	1.05	0.66	0.91	2.62
<i>A. schlechtendalii</i>	0.95	0.99	1.82	3.76
<i>A. escallonioides</i>	17.24	15.18	9.09	41.51
<i>A. floribunda</i>	0.73	1.65	1.82	4.19
<i>B. divaricata</i>	1.74	0.99	0.91	3.64
<i>B. pinguin</i>	0.58	0.33	0.91	1.82
<i>B. simaruba</i>	2.33	2.64	1.82	6.79
<i>B. bucidaefolia</i>	0.42	0.66	0.91	1.99
<i>C. gaumeri</i>	1.05	0.66	0.91	2.62
<i>C. mexicanum</i>	0.58	0.33	0.91	1.82
<i>C. aconitifolius</i>	3.15	1.98	2.73	7.86
<i>C. acapulcensis</i>	0.57	0.66	1.82	3.05
<i>C. vitifolium</i>	1.32	0.99	1.82	4.13
<i>C. arborescens</i>	3.44	2.31	0.91	6.66
<i>C. diffusa</i>	0.19	0.66	0.91	1.75
<i>C. gerascanthus</i>	6.41	4.29	4.55	15.25
<i>D. tetrasperma</i>	0.37	0.33	0.91	1.61
<i>G. ulmifolia</i>	0.37	0.33	0.91	1.61
<i>G. combsii</i>	0.58	0.33	0.91	1.82
<i>G. floribundum</i>	6.07	3.63	2.73	12.42
<i>H. albicans</i>	0.58	0.33	0.91	1.82
<i>H. angiospermum</i>	0.47	0.99	1.82	3.28
<i>H. yucatanensis</i>	6.66	4.62	3.64	14.92
<i>J. curcas</i>	0.68	0.66	0.91	2.25
<i>J. gaumeri</i>	0.47	0.33	0.91	1.71
<i>L. divaricata</i>	1.32	18.81	9.09	29.23
<i>L. leucocephala</i>	0.58	0.33	0.91	1.82
<i>L. xuul</i>	7.51	5.94	5.45	18.90
<i>L. speciosa</i>	2.36	1.65	0.91	4.92
<i>L. latisiliquum</i>	0.95	0.66	1.82	3.43
<i>M. brownie</i>	0.95	0.66	0.91	2.52
<i>M. royoc</i>	0.44	0.99	0.91	2.33
<i>N. emarginata</i>	1.41	0.99	0.91	3.31
<i>O. maculata</i>	0.30	2.31	2.73	5.34
<i>P. caudatum</i>	7.13	2.64	2.73	12.50
<i>S. yapa</i>	5.03	4.95	6.36	16.35
<i>S. mexicanum</i>	0.37	0.33	0.91	1.61

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>S. gaumeri</i>	0.58	0.33	0.91	1.82
<i>S. spinosa</i>	0.19	0.66	1.82	2.66
<i>S. radlkoferi</i>	1.49	1.32	0.91	3.72
<i>S. cubensis</i>	0.37	0.33	0.91	1.61
<i>T. radiata</i>	4.05	3.30	3.64	10.99
<i>T. balbisiana</i>	0.09	0.33	0.91	1.33
<i>T. yucatanensis</i>	0.05	0.66	0.91	1.62
<i>V. dentata</i>	1.11	0.99	0.91	3.01
<i>W. obtusifolia</i>	2.51	2.31	3.64	8.46
<i>Z. loddigesii</i>	0.66	0.99	2.73	4.38

CR= Cobertura Relativa, DR= Densidad Relativa, FR= Frecuencia Relativa, VIR= Valor de Importancia Relativa

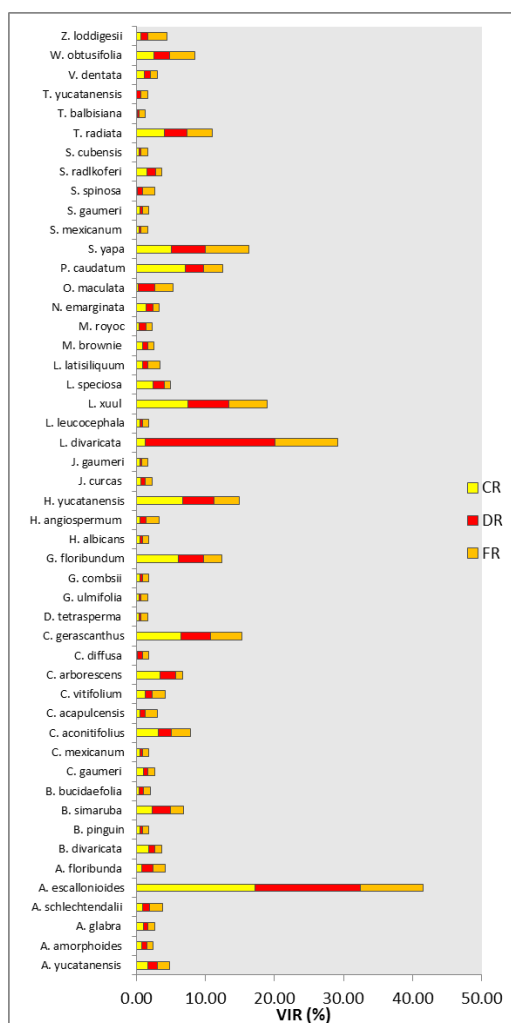


Figura IV.20. Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo registrado dentro del área de estudio.

En cuanto a la estimación de los índices de diversidad y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV.8. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
<i>A. yucatanensis</i>	4	0.013	-4.3274	0.0571
<i>A. amorphoides</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>A. glabra</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>A. schlechtendalii</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
<i>A. escallonioides</i>	46	0.152	-1.8851	0.2862
<i>A. floribunda</i>	5	0.017	-4.1043	0.0677
<i>B. divaricata</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
<i>B. pinguin</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>B. simaruba</i>	8	0.026	-3.6343	0.0960
<i>B. bucidaefolia</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>C. gaumeri</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>C. mexicanum</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>C. aconitifolius</i>	6	0.020	-3.9220	0.0777
<i>C. acapulcensis</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>C. vitifolium</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
<i>C. arborescens</i>	7	0.023	-3.7678	0.0870
<i>C. diffusa</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>C. gerascanthus</i>	13	0.043	-3.1488	0.1351
<i>D. tetrasperma</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>G. ulmifolia</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>G. combsii</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>G. floribundum</i>	11	0.036	-3.3158	0.1204
<i>H. albicans</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>H. angiospermum</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
<i>H. yucatanensis</i>	14	0.046	-3.0747	0.1421
<i>J. curcas</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>J. gaumeri</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>L. divaricata</i>	57	0.188	-1.6707	0.3143
<i>L. leucocephala</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>L. xuul</i>	18	0.059	-2.8234	0.1677
<i>L. speciosa</i>	5	0.017	-4.1043	0.0677
<i>L. latisiliquum</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>M. brownie</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>M. royoc</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
<i>N. emarginata</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
<i>O. maculata</i>	7	0.023	-3.7678	0.0870
<i>P. caudatum</i>	8	0.026	-3.6343	0.0960
<i>S. yapa</i>	15	0.050	-3.0057	0.1488
<i>S. mexicanum</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>S. gaumeri</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>S. spinosa</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>S. radlkoferi</i>	4	0.013	-4.3274	0.0571
<i>S. cubensis</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>T. radiata</i>	10	0.033	-3.4111	0.1126
<i>T. balbisiana</i>	1	0.003	-5.7137	0.0189
<i>T. yucatanensis</i>	2	0.007	-5.0206	0.0331
<i>V. dentata</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
<i>W. obtusifolia</i>	7	0.023	-3.7678	0.0870
<i>Z. loddigesii</i>	3	0.010	-4.6151	0.0457
				H' = 3.1639

Tabla IV.9 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBÁCEO	
RIQUEZA (S)	49
H' CALCULADA	3.16
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.89
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.81
H MAX-H CAL	0.73

El estrato herbáceo del ecosistema de vegetación de selva mediana subperennifolia presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 49 especies, las cuales poseen una distribución de 0.81, con el cual se afirma podría haber dominancia de algunas especies. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *A. escallonioides* (41.51%), *L. divaricata* (29.23%), *L. xuul* (18.90%), *S. yapa* (16.35%), *C. gerascanthus* (15.25%), *H. yucatanensis* (14.92%), *P. caudatum* (12.50%), *G. floribundum* (12.42%) y *T. radiata* (10.99%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 3.89 y la H' calculada fue de 3.16, lo que nos indica que nuestro estrato está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Especies del estrato arbustivo. En el estrato arbustivo del predio bajo estudio se registraron **39 especies**.

Las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbustivo fueron la *T. radiata* (27.91%), *B. pinguin* (24.17%), *H. yucatanensis* (11.67%), *W. obtusifolia* (11.67%), *A. escallonioides* (11.32%) y *A. floribunda* (10.21%). Por densidad, en el estrato arbustivo se tiene las siguientes especies más representativas *L. xuul* (13.68%), *A. escallonioides* (11.97%), *T. radiata* (7.69%), *A. floribunda* (6.84%) y *C. gerascanthus* (6.84%). Por último, la *L. xuul* (10.00%), *C. gerascanthus* (8.57%) y *T. radiata* (7.14%) fueron las especies más importantes en cuanto a la frecuencia relativa dentro del estrato bajo análisis en la comunidad vegetal del predio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del predio bajo estudio existen 8 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *T. radiata* (42.74%), *B. pinguin* (30.44%), *A. escallonioides* (29.00%), *L. xuul* (23.99%), *A. floribunda* (22.77%), *H. yucatanensis* (17.95%), *W. obtusifolia* (17.95%) y *C. gerascanthus* (15.62%).

A continuación, se presentan los VIR para las especies registradas dentro del estrato arbustivo de la comunidad de selva mediana subperennifolia del predio bajo estudio:

Tabla IV.10. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbustivo en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>A. collinsii</i>	0.03	1.71	2.86	4.60
<i>A. yucatanensis</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>A. escallonioides</i>	11.32	11.97	5.71	29.00
<i>A. floribunda</i>	10.21	6.84	5.71	22.77
<i>B. pinguin</i>	24.17	3.42	2.86	30.44
<i>B. alicastrum</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>B. simaruba</i>	0.06	1.71	2.86	4.62
<i>B. bucidaefolia</i>	0.05	2.56	1.43	4.04
<i>C. gaumeri</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>C. thevetia</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>C. peltata</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>C. mangense</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>C. mexicanum</i>	0.05	1.71	1.43	3.18
<i>C. acapulcensis</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>C. vitifolium</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>C. arborescens</i>	0.06	1.71	1.43	3.20
<i>C. alliodora</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>C. gerascanthus</i>	0.21	6.84	8.57	15.62
<i>D. tetrasperma</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>G. ulmifolia</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>G. floribundum</i>	0.05	1.71	1.43	3.18
<i>H. trilobata</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>H. baruensis</i>	0.03	1.71	2.86	4.60

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>H. yucatanensis</i>	11.67	3.42	2.86	17.95
<i>L. leucocephala</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>L. punctatus</i>	0.06	1.71	2.86	4.62
<i>L. xuul</i>	0.31	13.68	10.00	23.99
<i>L. latisiliquum</i>	0.09	3.42	2.86	6.37
<i>M. zapota</i>	0.05	1.71	1.43	3.18
<i>M. brownie</i>	0.07	2.56	2.86	5.50
<i>M. bahamensis</i>	0.01	0.85	1.43	2.29
<i>N. emarginata</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>P. piscipula</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>P. sartorianum</i>	0.09	3.42	2.86	6.37
<i>S. amara</i>	0.02	0.85	1.43	2.30
<i>T. radiata</i>	27.91	7.69	7.14	42.74
<i>T. balbisciana</i>	1.46	1.71	1.43	4.60
<i>V. gaumeri</i>	0.03	0.85	1.43	2.31
<i>W. obtusifolia</i>	11.67	3.42	2.86	17.95

CR= Cobertura Relativa, DR= Densidad Relativa, FR= Frecuencia Relativa, VIR= Valor de Importancia Relativa

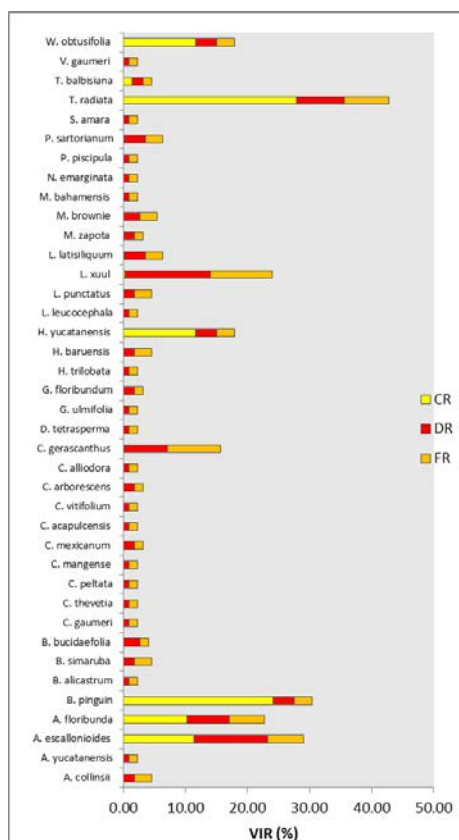


Figura IV.21 Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo registrado dentro del área de estudio.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV.11. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (pi)	Ln(pi)	V=-(pi) x Ln (pi)
<i>A. collinsii</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>A. yucatanensis</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>A. escallonioides</i>	14	0.120	-2.1231	0.2540
<i>A. floribunda</i>	8	0.068	-2.6827	0.1834
<i>B. pinguin</i>	4	0.034	-3.3759	0.1154
<i>B. alicastrum</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>B. simaruba</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>B. bucidaefolia</i>	3	0.026	-3.6636	0.0939
<i>C. gaumeri</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. thevetia</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. peltata</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. mangense</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. mexicanum</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>C. acapulcensis</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. vitifolium</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. arborescens</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>C. alliodora</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>C. gerascanthus</i>	8	0.068	-2.6827	0.1834
<i>D. tetrasperma</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>G. ulmifolia</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>G. floribundum</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>H. trilobata</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>H. baruensis</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>H. yucatanensis</i>	4	0.034	-3.3759	0.1154
<i>L. leucocephala</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>L. punctatus</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>L. xuul</i>	16	0.137	-1.9896	0.2721
<i>L. latisiliquum</i>	4	0.034	-3.3759	0.1154
<i>M. zapota</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>M. brownie</i>	3	0.026	-3.6636	0.0939
<i>M. bahamensis</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>N. emarginata</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>P. piscipula</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>P. sartorianum</i>	4	0.034	-3.3759	0.1154
<i>S. amara</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (pi)	Ln(pi)	V=- (pi) x Ln (pi)
<i>T. radiata</i>	9	0.077	-2.5649	0.1973
<i>T. balbisiana</i>	2	0.017	-4.0690	0.0696
<i>V. gaumeri</i>	1	0.009	-4.7622	0.0407
<i>W. obtusifolia</i>	4	0.034	-3.3759	0.1154
				H' = 3.2139

Tabla IV.12 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	39
H' CALCULADA	3.21
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.66
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.88
H MAX-H CAL	0.45

El estrato arbustivo del ecosistema de vegetación de selva mediana subperennifolia presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 39 especies, las cuales poseen una distribución de 0.88, con el cual se puede afirmar dominancia de ciertas especies. Las especies de mayor importancia en el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *T. radiata* (42.74%), *B. pinguin* (30.44%), *A. escallonioides* (29.00%), *L. xuul* (23.99%), *A. floribunda* (22.77%), *H. yucatanensis* (17.95%), *W. obtusifolia* (17.95%) y *C. gerascanthus* (15.62%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 3.66 y la H' calculada fue de 3.21, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra lejano a alcanzar la máxima diversidad esperada.

Especies del estrato arbóreo. En el estrato arbóreo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron **31 especies**.

Las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbóreo fueron la *L. xuul* (16.72%), *M. zapota* (16.36%), *B. simaruba* (13.75%), *L. latisiliquum* (8.43%), *A. yucatanensis* (5.66%) y *M. brownie* (4.76%). Por densidad, en el estrato arbóreo se tiene las siguientes especies más representativas *L. xuul* (18.10%), *B. simaruba* (11.21%), *M. zapota* (6.90%), *A. glabra* (5.17%), *C. arborescens* (5.17%) y *C. gerascanthus* (5.17%). Por último, el *L. xuul* (10.98%), *B. simaruba* (9.76%), *C. arborescens* (7.32%), *M. zapota* (7.32%) y *C. gerascanthus* (6.10%) fueron las especies más importantes en cuanto a la frecuencia relativa dentro del estrato bajo análisis en la comunidad vegetal del predio.

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio existen 9 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR): *L. xuul* (45.80%), *B. simaruba* (34.71%), *M. zapota* (30.58%), *L. latisiliquum* (14.67%), *C. arborescens* (14.63%), *C. gerascanthus* (14.41%), *M. brownie* (13.95%), *A. yucatanensis* (13.63%) y *A. glabra* (12.08%).

A continuación se presentan los VIR para las especies registradas dentro del estrato arbóreo de la comunidad de selva mediana subperennifolia del predio bajo estudio:

Tabla IV.13. Estimación del VIR de las especies en el estrato arbóreo en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	CR	DR	FR	VIR
<i>A. bracteata</i>	2.77	0.86	1.22	4.85
<i>A. yucatanensis</i>	5.66	4.31	3.66	13.63
<i>A. glabra</i>	3.25	5.17	3.66	12.08
<i>A. escallonioides</i>	1.11	0.86	1.22	3.19
<i>B. simaruba</i>	13.75	11.21	9.76	34.71
<i>B. bucidaefolia</i>	1.88	1.72	2.44	6.04
<i>C. gaumeri</i>	1.58	3.45	4.88	9.90
<i>C. acapulcensis</i>	1.76	2.59	2.44	6.78
<i>C. arborescens</i>	2.14	5.17	7.32	14.63
<i>C. alliodora</i>	0.60	0.86	1.22	2.68
<i>C. gerascanthus</i>	3.14	5.17	6.10	14.41
<i>D. tetrasperma</i>	0.30	1.72	1.22	3.25
<i>G. ulmifolia</i>	0.15	0.86	1.22	2.23
<i>G. floribundum</i>	0.62	1.72	1.22	3.56
<i>J. gaumeri</i>	0.44	0.86	1.22	2.52
<i>L. xuul</i>	16.72	18.10	10.98	45.80
<i>L. yucatanensis</i>	2.53	3.45	2.44	8.42
<i>L. latisiliquum</i>	8.43	2.59	3.66	14.67
<i>M. zapota</i>	16.36	6.90	7.32	30.58
<i>M. brownie</i>	4.76	4.31	4.88	13.95
<i>M. depressa</i>	0.08	0.86	1.22	2.16
<i>P. piscipula</i>	1.92	0.86	1.22	4.00
<i>P. sartorianum</i>	0.31	0.86	1.22	2.39
<i>S. yapa</i>	0.26	1.72	2.44	4.42
<i>S. mexicanum</i>	0.37	0.86	1.22	2.45
<i>S. gaumeri</i>	1.53	3.45	2.44	7.42
<i>S. amara</i>	1.81	2.59	2.44	6.84
<i>S. radlkoferi</i>	0.69	0.86	1.22	2.77
<i>S. cubensis</i>	1.21	1.72	2.44	5.37
<i>T. paucidentata</i>	1.25	2.59	3.66	7.49
<i>V. gaumeri</i>	2.61	1.72	2.44	6.78

CR= Cobertura Relativa, DR= Densidad Relativa, FR= Frecuencia Relativa, VIR= Valor de Importancia Relativa

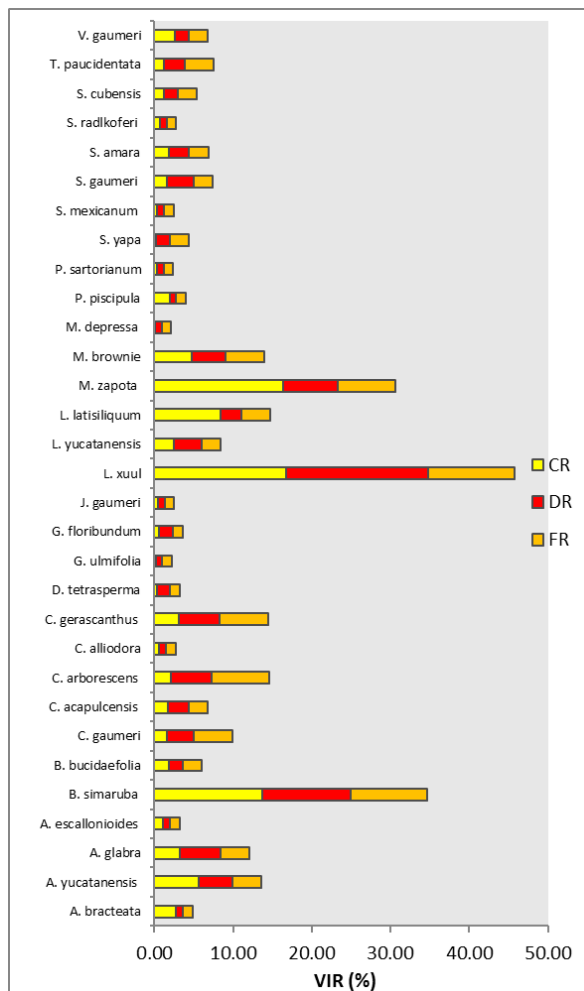


Figura IV.22. Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo registrado dentro del área de estudio.

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio:

Tabla IV.14. Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (π_i)	$\ln(\pi_i)$	$V=-(\pi_i) \times \ln(\pi_i)$
<i>A. bracteata</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>A. yucatanensis</i>	5	0.043	-3.1442	0.1355
<i>A. glabra</i>	6	0.052	-2.9618	0.1532
<i>A. escallonioides</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>B. simaruba</i>	13	0.112	-2.1886	0.2453
<i>B. bucidaefolia</i>	2	0.017	-4.0604	0.0700
<i>C. gaumeri</i>	4	0.034	-3.3673	0.1161
<i>C. acapulcensis</i>	3	0.026	-3.6550	0.0945
<i>C. arborescens</i>	6	0.052	-2.9618	0.1532

NOMBRE CIENTÍFICO	NÚMERO INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (pi)	Ln(pi)	V=- (pi) x Ln (pi)
<i>C. alliodora</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>C. gerascanthus</i>	6	0.052	-2.9618	0.1532
<i>D. tetrasperma</i>	2	0.017	-4.0604	0.0700
<i>G. ulmifolia</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>G. floribundum</i>	2	0.017	-4.0604	0.0700
<i>J. gaumeri</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>L. xuul</i>	21	0.181	-1.7091	0.3094
<i>L. yucatanensis</i>	4	0.034	-3.3673	0.1161
<i>L. latisiliquum</i>	3	0.026	-3.6550	0.0945
<i>M. zapota</i>	8	0.069	-2.6741	0.1844
<i>M. brownie</i>	5	0.043	-3.1442	0.1355
<i>M. depressa</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>P. piscipula</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>P. sartorianum</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>S. yapa</i>	2	0.017	-4.0604	0.0700
<i>S. mexicanum</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>S. gaumeri</i>	4	0.034	-3.3673	0.1161
<i>S. amara</i>	3	0.026	-3.6550	0.0945
<i>S. radlkoferi</i>	1	0.009	-4.7536	0.0410
<i>S. cubensis</i>	2	0.017	-4.0604	0.0700
<i>T. paucidentata</i>	3	0.026	-3.6550	0.0945
<i>V. gaumeri</i>	2	0.017	-4.0604	0.0700
				H' = 3.0260

Tabla IV.15 Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad de las especies en el estrato arbóreo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBÓREO	
RIQUEZA (S)	31
H' CALCULADA	3.03
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.43
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.88
H MAX-H CAL	0.41

El estrato arbóreo del ecosistema de vegetación de selva mediana subperennifolia presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 31 especies, las cuales poseen una distribución de 0.88, con el cual se puede afirmar la escasa dominancia de ciertas especies. Las especies de mayor importancia en el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *L. xuul* (45.80%), *B. simaruba* (34.71%), *M. zapota* (30.58%), *L. latisiliquum* (14.67%), *C. arborescens* (14.63%), *C. gerascanthus* (14.41%), *M. brownie* (13.95%), *A. yucatanensis* (13.63%) y *A. glabra* (12.08%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbóreo dentro del predio es de 3.43 y la H' calculada fue de 3.03, lo que nos indica que nuestro estrato se encuentra en camino a alcanzar la máxima diversidad esperada.

Usos de vegetación en la zona (especies de uso local y de importación para etnias o grupos locales y especies de interés comercial).

La mayor parte de las especies vegetales registradas en este estudio, son comunes en la región. Algunas de las especies registradas son de importancia local o regional, y son aprovechadas por los pobladores de la zona. Entre los principales usos que se observan en la zona es el de la leña, melíferas, medicinales, estructura habitacional (horcones y soportes) y cerco vivo, principalmente.

Tabla IV.16 Usos de algunas plantas observadas en el sitio.

ESPECIE	USOS
<i>Acacia collinsii</i>	Combustible, cerca viva, mágico religioso y medicinal
<i>Bursera simaruba</i>	Ritual; melífera; artesanal; aromático, entre otros.
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Construcción de casas, bastones, melífera
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Forrajera; melífera; maderable.
<i>Lasiacis divaricata</i>	Forraje, ornamental y artesanía.
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Medicinal; maderable; melífera; forrajera.
<i>Mimosa bahamensis</i>	Medicinal, melífera, y leña
<i>Piscidia piscipula</i>	Medicinal; maderable; melífera.
<i>Senegalia gaumeri</i>	Melífera y leña
<i>Spondias mombin</i>	Uso medicinal es útil para cicatrizar heridas, para los fuertes dolores del parto, como anticonceptivo tomaban una taza al día durante la menstruación
<i>Spondias radlkoferi</i>	La madera la emplean para construcciones rurales como son la construcción de cercas, las ramas son usadas para leña y los frutos son comestible

PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES VEGETALES BAJO EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN LEGAL, DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y OTROS ORDENAMIENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INFLUENCIA. NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el área de estudio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF fueron registradas **dos especies** catalogadas como **amenazadas** (*Thrinax radiata* y *Zamia loddigesii*) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, se registraron **12 especies** (*Byrsonima bucidaefolia*, *Ceiba schottii*, *Diospyros tetrasperma*, *Hampea trilobata*, *Havardia albicans*, *Jatropha gaumeri*, *Lonchocarpus xuul*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Neomillspaughia emarginata*, *Senegalia gaumeri*, *Thouinia paucidentata* y *Wimmeria obtusifolia*) *endémicas* de la región y de amplia distribución en todo la península de Yucatán e inclusive fuera de sus límites.

También fue registrada **una especie** catalogada en la categoría II del CITES: *Oeceoclades maculata*.

CONCLUSIONES PARTICULARES

La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo el CUSTF para el establecimiento del proyecto “Parque Solar Andrés Quintana Roo”, corresponde a una zona anteriormente impactada por las actividades del sector primario (actividades agropecuarias) y afectada por eventos climáticos extremos como los huracanes, actualmente se encuentra cubierta por una vegetación secundaria predominantemente arbustiva-arbórea derivada de selva mediana subperennifolia con un grado de recuperación medio.

Dentro del área pretendido para el CUSTF únicamente fueron registradas **dos especies** (*Thrinax radiata* y *Zamia loddigesii*) de flora silvestre catalogados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, fueron registrados **12 especies endémicas** de amplia distribución en la región y **una especie** catalogada en el Apéndice II del CITES.

No obstante, es importante comentar que el sitio estudiado no se considera un área o zona crítica para la conservación; asimismo, el proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.

b. Fauna terrestre

En los siguientes apartados se muestran las técnicas de muestreo y registro utilizadas para caracterizar la fauna dentro del predio bajo estudio, así como también las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos vigentes aplicables. A continuación, se presentan las metodologías aplicadas para cada grupo de fauna del área de estudio:

Con el fin de conocer de manera precisa las especies de vertebrados presentes en el predio se procedió a realizar una valoración de la fauna silvestre. Durante cuatro días se aplicó un plan de acciones para conocer las especies existentes en el predio. Primeramente, se realizó un recorrido de prospección para la valoración del terreno y puntos de probable presencia de la fauna; mientras que en los días siguientes se realizaron los muestreos utilizando el Método de Transectos en franja para los grupos faunísticos de Anfibios, Reptiles y Mamíferos; mientras que para las aves se realizaron mediante la técnica de Puntos de conteo.

Metodologías de muestreo aplicadas. Las metodologías empleadas consisten en el registro directo de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) y la auditiva (para el caso de aves). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos. Todo esto enfatizado de manera especial sobre las especies consideradas en alguna categoría de conservación de acuerdo a la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables en el área del proyecto.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

Anfibios y Reptiles

La verificación en campo de anfibios y reptiles se realizó mediante el método de transectos en franja con un ancho de banda fijo de 4 metros (dos metros por lado). La distancia total de los transectos fue de 600 m para ambos grupos.

Para el grupo de anfibios, se consideraron los registros únicamente en las primeras horas del día (07:00 a 10:00 hrs). Para el caso de los reptiles se establecieron transectos diurnos (día y tarde) entre los horarios de 11:00 hrs a 14:00 hrs y de 15:00 hrs a 17:00 hrs. Que son los horarios en que presentan mayor actividad estos grupos. En total se muestrearon 5 transectos (**Tabla IV.17** y **Figura IV.22**) cubriendo una distancia total de 3000 m lineales y abarcando un área de 12,000.00 m² (1.2 ha).

Durante los recorridos se realizó una búsqueda exhaustiva de cada individuo, revisando entre la hojarasca, de bajo de troncos, piedras y sobre las ramas de los árboles y entre los arbustos. Para la identificación de especies se utilizaron las guías de campo de Lee (2000), Campbell (1998), así como el ordenamiento filogenético y la nomenclatura recopilada por Flores-Villela *et al.* (1995) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO, 2012).

Aves

Para el caso de aves se realizaron puntos de conteo con radio fijo. Este método es descrito por Bibby, y colaboradores (1993) y es uno de los más empleados por investigadores, ya que facilita la identificación de un mayor número de especies. Así mismo, el método permite estimar con mayor precisión las abundancias relativas y/o las densidades de las especies de aves, y comparar las poblaciones de una o varias especies en un hábitat por más heterogéneo que este sea (Wunderle, 1994 y Whitman *et al*, 1997).

Para asegurar el registro de todas las especies e individuos dentro de los puntos de conteo, y considerando la densidad de la vegetación al interior del predio, se definió un radio fijo con una distancia reducida de 15 m, tal como lo sugiere Wunderle (1994). De esta manera se evita pasar por alto aquellas especies pequeñas o sigilosas, difíciles de detectar.

La identificación de las especies fue por observación directa (visual) e indirecta (auditiva) y con ayuda de las guías de campo para especies residentes (Howell y Webb, 1994) y para especies migratorias (National Geographic society, 1987 y Sibley, 2003). La nomenclatura empleada fue la propuesta por la Unión Ornitológica americana (2002) (AOU, por sus siglas en ingles).

Para conocer la riqueza de especies que hacen uso directo de la vegetación y del terreno se contabilizó en cada punto, de manera visual y auditiva, a todos los individuos presentes dentro del punto de conteo, por un periodo de 10 minutos.

En total se establecieron **10 puntos de conteo** (**Tabla IV.18** y **Figura IV.22**). Cada punto de conteo cubrió una superficie de 706.86 m², considerando los 10 puntos se cubrió un área efectiva de muestreo de 7068.60 m² (0.71 ha).

Los muestreos se realizaron durante los horarios de mayor actividad de las aves, por las mañanas de las 06:00 a 10:00 hrs y en las tardes de 17:00 a 19:00 hrs.

Mamíferos medianos

La presencia de los mamíferos (exceptuando roedores y quirópteros) se registró mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos).

La presencia de los mamíferos de talla mediana y grande fue registrada mediante métodos directos (observaciones diurnas y nocturnas) e indirectos por medio de rastros (huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos) siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000).

La estimación de las abundancias y densidades se efectuó en base al número de registros obtenidos de manera visual, empleando el método de transecto en franja descrito por Mandujano y Aranda (1993) y Aranda (2000).

Durante el presente estudio se realizaron 5 transectos (**Tabla IV.17** y **Figura IV.22**) con una longitud de 600 m. Los transectos fueron realizados dentro del terreno y de la vegetación presente, se definió un ancho de banda de 10 m por cada lado para con ello poder estimar las densidades de las especies registradas.

En total se obtuvieron 3000 m lineales con un ancho de banda de 20 m, abarcando una superficie de 60,000.00 m² (0.06 km²). Los recorridos se realizaron de día (07:00 a 11:00 hrs y 13:00 a las 19:00 hrs).

A continuación, se presentan las coordenadas de los sitios de muestreo trazadas para el muestreo de la fauna silvestre presente dentro del predio bajo estudio, tal como sigue:

Tabla IV.17. Coordenadas de los puntos de inicio y fin de cada transecto establecido para el muestreo.

TRANSECTO	INICIO		FINAL	
	X	Y	X	Y
1	364175	2079257	364094	2078659
2	363840	2078749	363937	2079332
3	363592	2079607	363515	2079008
4	363145	2079421	363182	2080021
5	362763	2080376	362873	2079786

Tabla IV.18. Coordenadas de los puntos de muestreo establecidos para el grupo de aves.

PUNTO DE CONTEO	X	Y
PC1	364175	2079257
PC2	364094	2078659
PC3	363840	2078749
PC4	363937	2079332
PC5	363592	2079607

PUNTO DE CONTEO	X	Y
PC6	363515	2079008
PC7	363145	2079421
PC8	363182	2080021
PC9	362763	2080376
PC10	362873	2079786

SITIOS DE MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE

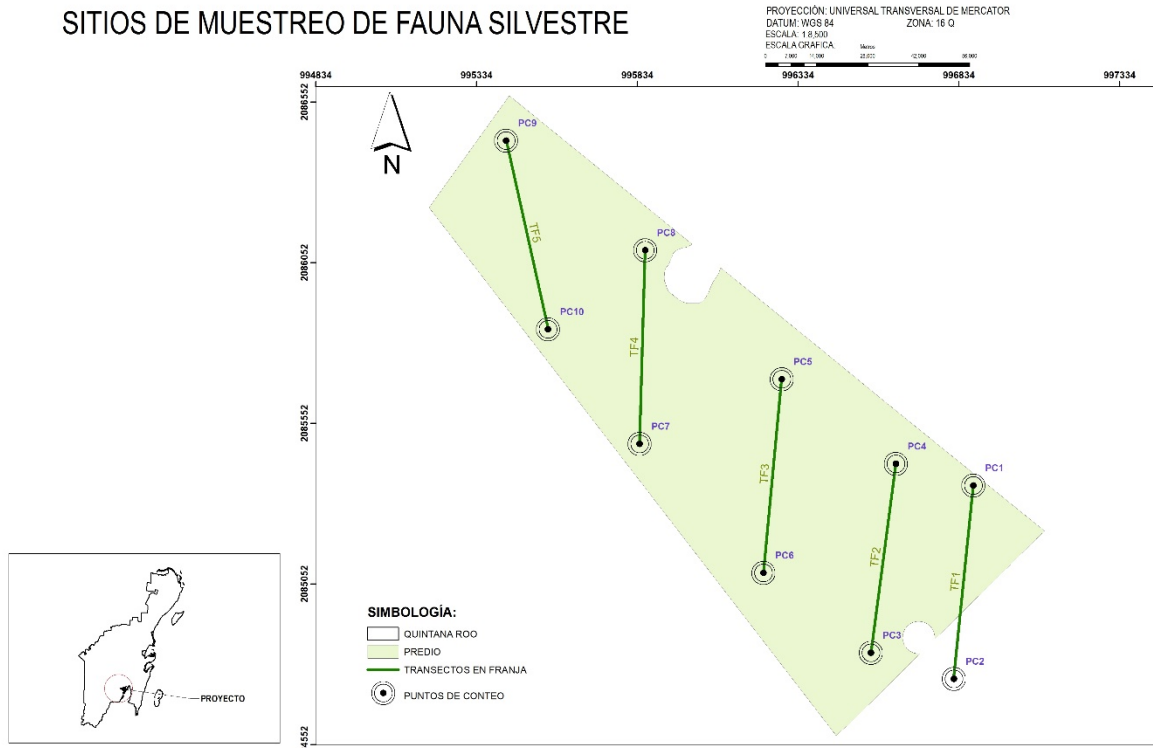


Figura IV.22. Ubicación de los transectos en franja y los puntos de conteo trazados para el muestreo de la fauna silvestre.

● PARÁMETROS EVALUADOS.

Riqueza de especies. Para conocer la riqueza de las especies, se definieron los sitios de muestreo con el fin de que representen de manera homogénea los fragmentos de vegetación presentes al interior del predio. Durante la aplicación de las metodologías ya descritas, se anotaron las especies que eran observadas dentro y fuera de los transectos y/o puntos de conteo. 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 en un área determinada.

Densidad e índice de abundancia relativa. La densidad de las diferentes especies se refleja cómo número de individuos por unidad de área. Para el presente estudio se empleó la hectárea como unidad de medición para anfibios, reptiles y aves, y para mamíferos medianos se empleó el km². Para obtener este valor se consideró el promedio (de las dos replicas) de las abundancias totales por cada grupo, la superficie total muestreado por grupo y el valor del factor de conversión de metros a hectáreas (10,000 m²) y de metros a kilómetros (1, 000,000 m²).

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

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

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.

Para la metodología de puntos de conteos se empleó la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{(3.1416)(r^2)(30)} (fc)$$

Dónde:

D= Densidad

n= Promedio del número de individuos registrados dentro de los puntos de conteo

r= Radio del punto de conteo

fc= Factor de conversión

Asimismo, dichos datos sirvieron para la realización de las estimaciones de los índices de diversidad de Shannon-Wiener (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:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Dónde: H' = Índice de Shannon-Wiener P_i = 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:

$$J = H' / H' \text{ máx}$$

Dónde: J = Índice de equidad de Pielou H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener $H' \text{ máx.}$ = $\ln(S)$ S = Número de especies

Los datos de los muestreos de campo fueron capturados en una base de datos en Excel para posteriormente obtener datos de composición, estructura y diversidad por grupos de fauna silvestre.

Los resultados más importantes de estos muestreos se pueden observar a continuación:

- **RESULTADOS DEL MUESTREO.**

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la fauna silvestre registrada en el predio es el siguiente:

A través de los muestreos se pudo registrar un total de **49 especies** de fauna silvestre distribuido en **45 géneros**, perteneciente a **31 familias**. La riqueza específica registrada en el predio se encuentra conformada por **2 anfibios**, **9 especies de reptiles**, **32 aves** y **6 mamíferos**, tal como a continuación se puede observar en la siguiente figura:

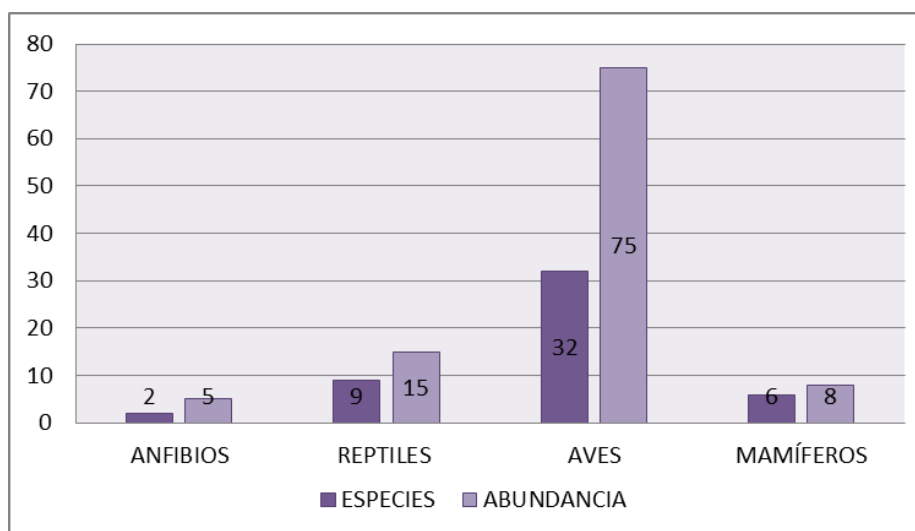


Figura IV.23. Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio.

A continuación, se presenta los resultados por grupos de vertebrados.

Anfibios

Los anfibios representan el eslabón entre la vida en el medio acuático y la adaptación a la vida terrestre; por lo que, estos tienen requerimientos muy específicos para su sobrevivencia y reproducción. Debido a lo anterior, y a que dentro del predio se encuentra una pequeña área como inundable (es importante comentar que esta área no será afectada por el CUSTF pretendido y será mantenida como área de conservación por el proyecto), permitieron el registro de dos especies de anfibios que representan el 4.08% respecto al total de especies registradas dentro del predio. A continuación, se presentan los resultados de las estimaciones de las abundancias y densidades para este grupo faunístico.

Tabla IV.19. Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

Especie	ABT	DEN	p_i	$\ln(p_i)$	$H' = -\sum(p_i \times \ln(p_i))$
<i>Incilius valliceps</i>	4	3.33	0.8000	-0.2231	0.1785
<i>Rhinella marina</i>	1	0.83	0.2000	-1.6094	0.3219
TOTAL	5	4.17			0.5004

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i) : abundancia relativa LN: logaritmo natural; H' : formula de Shannon Wiener.

Como se puede observar la especie *Incilius valliceps* presentó la mayor abundancia con 4 individuos registrados en el muestreo y una densidad de 3.33 ind/ha.

Este grupo faunístico poseen una distribución de $J' = 0.72$, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es alta. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 0.69 y la H' calculada fue de 0.50, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra prácticamente lejos de la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.20. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en el predio.

ANFIBIOS	
RIQUEZA (S)	2
H' CALCULADA	0.50
H' MÁXIMA = $\ln(S)$	0.69
EQUIDAD (J) = H / H_{MAX}	0.72

Es importante mencionar, que dentro del área de estudio no fue registrada especie alguna catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas dos especies son muy comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Reptiles

Se verifico la presencia de 9 especies de reptiles dentro los sitios de muestreo. Estos registros representan el 18.37% de todos los registros obtenidos. A continuación, se presentan los resultados de la estimación de las abundancias, densidades y la diversidad de las especies:

Tabla IV.21. Abundancias totales, frecuencia de aparición y densidad de las especies de reptiles verificadas al interior de los transectos.

Especie	ABT	DEN	p_i	$\ln(p_i)$	$H' = -\sum(p_i \times \ln(p_i))$
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	1.67	0.1333	-2.0149	0.2687
<i>Ctenosaura similis</i>	2	1.67	0.1333	-2.0149	0.2687
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	2	1.67	0.1333	-2.0149	0.2687
<i>Sceloporus serrifer</i>	2	1.67	0.1333	-2.0149	0.2687

Especie	ABT	DEN	p_i	$\ln(p_i)$	$H' = -(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>Anolis sagrei</i>	1	0.83	0.0667	-2.7081	0.1805
<i>Anolis sericeus</i>	1	0.83	0.0667	-2.7081	0.1805
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	1	0.83	0.0667	-2.7081	0.1805
<i>Holcosus undulata</i>	3	2.50	0.2000	-1.6094	0.3219
<i>Bothrops asper</i>	1	0.83	0.0667	-2.7081	0.1805
TOTAL	15	12.50			2.1186

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i) : abundancia relativa LN: logaritmo natural; H' : formula de Shannon Wiener.

Las especies con la mayor abundancia y densidad dentro del área de estudio fueron la *Holcosus undulata*, *Basiliscus vittatus*, *Ctenosaura similis*, *Sceloporus chrysostictus* y *Sceloporus serrifer* con abundancias de 3 y 2 individuos registrados y densidades de 2.50 y 1.67 ind/ha. Asimismo, estas especies fueron las que presentaron los valores más altos en diversidad.

En lo que respecta a las especies presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registró **una especie Amenazada** (*Ctenosaura similis*). También, fueron registradas dos especies endémicas de la Península de Yucatán: *Sceloporus chrysostictus* y *Aspidoscelis angusticeps*.

Este grupo faunístico presenta una distribución de $J' = 0.96$, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida. La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 2.20 y la H' calculada fue de 2.12, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Tabla IV.22. 1Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en el predio.

REPTILES	
RIQUEZA (S)	9
H' CALCULADA	2.12
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.20
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.96

Todas estas especies son comunes en la Península de Yucatán y de amplia distribución (Lee, 2000).

Aves

Dentro de los puntos de conteo trazados dentro del predio fueron registradas 32 especies de aves, tal como a continuación se puede observar:

Tabla IV.23. Abundancias totales, densidad de las especies de aves verificadas al interior de los puntos de conteo.

Especie	ABT	DEN	p_i	$\ln(p_i)$	$H' = -(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>Buteo magnirostris</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Bubulcus ibis</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Coragyps atratus</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Columbina passerina</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966

Especie	ABT	DEN	p_i	$\ln(p_i)$	$H' = -\sum (p_i \times \ln(p_i))$
<i>Columbina talpacoti</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Zenaida asiática</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	5.66	0.0533	-2.9312	0.1563
<i>Piaya cayana</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Carduelis psaltria</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Euphonia affinis</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Hirundo rustica</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Petrochelidon fulva</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Dives dives</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Icterus auratus</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Icterus cucullatus</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Quiscalus mexicanus</i>	6	8.49	0.0800	-2.5257	0.2021
<i>Dumetella carolinensis</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Melanoptila glabrirostris</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Mimus gilvus</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Setophaga petechia</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Amazona albifrons</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Aratinga nana</i>	4	5.66	0.0533	-2.9312	0.1563
<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Polioptila caerulea</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	1	1.41	0.0133	-4.3175	0.0576
<i>Troglodytes aedon</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
<i>Turdus grayi</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	2	2.83	0.0267	-3.6243	0.0966
<i>Myiozetetes similis</i>	3	4.24	0.0400	-3.2189	0.1288
TOTAL	75	106.10			3.3580

ABT: abundancia total; DEN: densidad por hectárea; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H' : fórmula de Shannon Wiener.

Como se puede observar, las especies con mayor abundancia fueron: *Crotophaga sulcirostris*, *Quiscalus mexicanus* y *Aratinga nana* con valores de 4 y 6 individuos en el registro y con las mayores densidades de entre 5.66 y 8.49 ind/ha.

En lo que respecta a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron registradas **3 especies** catalogadas bajo **protección especial** (*Melanoptila glabrirostris*, *Amazona albifrons* y *Aratinga nana*). Con respecto a las especies **endémicas** a la provincia biótica de la Península de Yucatán fueron registradas **5 especies**: *Cyanocorax yucatanicus*, *Icterus auratus*, *Melanoptila glabrirostris*, *Melanerpes pygmaeus* y *Myiarchus yucatanensis*.

Por otra parte la máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 3.47 y la H' calculada fue de 3.36, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de $J'=0.97$, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

Tabla IV.24. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en el predio.

AVES	
RIQUEZA (S)	32
H' CALCULADA	3.36
H' MÁXIMA=Ln (S)	3.47
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.97

Todas estas especies resultan ser muy comunes de las selvas tropicales de la Península de Yucatán (Howell y Web, 1995) y a pesar de algunas de ellas suelen ser avistadas en la mayoría de las ocasiones en áreas con mayor grado de recuperación y conservación., también, se han adaptado en fragmentos con vegetación semiabierta y de sucesiones secundarias en etapas tempranas de recuperación.

Mamíferos

Se verificó la presencia de 6 especies de mamíferos, estos muy comunes de la Península de Yucatán.

Tabla IV.25. Abundancias, frecuencias y densidades de las especies de mamíferos medianos observados al interior de los transectos.

Especie	ABT	DEN	p_i	$\ln(p_i)$	$H' = -(p_i) \times \ln(p_i)$
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	16.67	0.1250	-2.0794	0.2599
<i>Didelphys virginiana</i>	1	16.67	0.1250	-2.0794	0.2599
<i>Orthogeomys hispidus</i>	2	33.33	0.2500	-1.3863	0.3466
<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	16.67	0.1250	-2.0794	0.2599
<i>Conepatus semistriatus</i>	1	16.67	0.1250	-2.0794	0.2599
<i>Nasua narica</i>	2	33.33	0.2500	-1.3863	0.3466
TOTAL	8	133.33			1.7329

ABT: abundancia total; DEN: densidad por kilómetro cuadrado; (p_i): abundancia relativa LN: logaritmo natural; H' : formula de Shannon Wiener.

Con base en la información de campo permiten indicar que son dos las especies (*Orthogeomys hispidus* y *Nasua narica*) de mamíferos con mayor abundancias y densidad. Las densidades fueron de 33.33 ind/km².

Dentro del predio bajo estudio no fue registrada especie alguna de mamífero catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tampoco fueron registradas especies endémicas de la región.

Tabla IV.26. Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en el predio.

MAMÍFEROS	
RIQUEZA (S)	6
H' CALCULADA	1.73
H' MÁXIMA=Ln (S)	1.79
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.97

La máxima diversidad que puede alcanzar este grupo en nuestra área de estudio es de 1.79 y la H' calculada fue de 1.73, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico no se encuentra lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio. Este grupo poseen una distribución de $J'=0.97$, con el cual se puede decir que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es casi nula.

- **Especies existentes en el predio. Proporcionar nombres científicos y comunes y destacar aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en veda, en el calendario cinegético, en otros ordenamientos aplicables (CITES; convenios internacionales, etcétera) en el área de estudio y de influencia, o que sean especies indicadoras de la calidad del Ambiente.**

En cuanto a las especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, fueron registradas la presencia de **cuatro especies, tres son bajo protección especial** (*Melanoptila glabirostris*, *Amazona albifrons* y *Aratinga nana*) y **una amenazada** (*Ctenosaura similis*).

En cuanto a especies endémicas se verificó la presencia de siete de ellas: *Sceloporus chrysostictus*, *Aspidoscelis angusticeps*, *Cyanocorax yucatanicus*, *Icterus auratus*, *Melanoptila glabirostris*, *Melanerpes pygmaeus* y *Myiarchus yucatanensis*.

ANÁLISIS DE LA FAUNA ENCONTRADA

De acuerdo a los resultados presentados se puede indicar que la mayoría de las especies verificadas dentro del predio se consideran especies generalistas y sin necesidades específicas para la alimentación, reproducción y anidación. Muchas de estas especies han sido descritas como comunes de las selvas tropicales, incluidas las selvas bajas y medianas, en algunos de los casos están asociadas a selvas con cierto avance de recuperación como es el caso de especies como el sapo común (*B. valliceps*), la lagartija arcoíris (*H. undulata*), la lagartija merech (*S. chrysostictus*), especies de aves como el halcón huaco (*H. cachinans*), el pavo ocelado (*M. ocellata*), el perico pecho sucio (*A. nana*), la paloma arroyera (*L. verreauxi*), el cuclillo canela (*P. cayana*), el carpintero yucateco (*M. pygmaeus*), el cardenal (*C. cardinalis*), el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y como especies de mamíferos medianos especies como el tejón (*N. narica*) e inclusive el venado cola blanca (*O. virginianus*) (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006; Gonzalez-Martinez, 2006; Chable-Santos, 2009; Herrera-González, 2009; Chable-Santos y Sosa-Escalante, 2010).

Por otra parte, a pesar de que muchas de estas especies son más frecuentes de observar en selvas con algún grado de recuperación como acahuales, muchas veces presentan una gran capacidad para adecuarse a selvas con etapas tempranas de recuperación. En mucho de los casos estas especies

pueden llegar a adaptarse a fragmentos reducidos de selvas y con un alto grado de perturbación como son las áreas cercanas a las zonas urbanas y rurales (Reid, 1997; Brito-Castillo, 1998; Howell y Webb, 1998; Lee, 2000; Chable-Santos, *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES PARTICULARES

Por lo que se pudo concluir que el sitio del proyecto y su área de influencia directa no conforman alguna zona de reproducción y/o alimentación significativa de fauna terrestre relevante o en riesgo, debido a la perturbación previa, así como las actividades que tienen lugar en el área y sus colindancias. Por otro lado, las zonas de reproducción y/o anidación importante del Estado de Quintana Roo, así como los ANPs, Corredores Biológicos, AICAS, Zonas RAMSAR de importancia se encuentran en dirección norte y este respecto al predio.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico.

El predio se ubica en el municipio de Bacalar fue creado mediante decreto número 421, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 16 de febrero del 2011; mediante la división del municipio de Othon P. Blanco.

Por lo anterior, se confirma que no existen registros estadísticos propios de Bacalar, por lo que en la mayoría de los casos estos aún están englobados dentro de los datos de Othon P. Banco. Por ello, la información de este apartado en algunas de las situaciones hará referencia precisamente a esta zona por ahora denominada intermunicipal. Además, se debe referir que en el sitio preciso donde se ubica el predio de interés no hay una población asentada, por lo que no hay registros socioeconómicos, por ello se hará referencia a la cabecera municipal que es la ciudad de Bacalar.

La ciudad de Bacalar, como principal centro urbano del municipio, ocupa el *décimo* lugar en número de habitantes respecto a las principales ciudades de los 11 Municipios que integran el Estado de Quintana Roo:

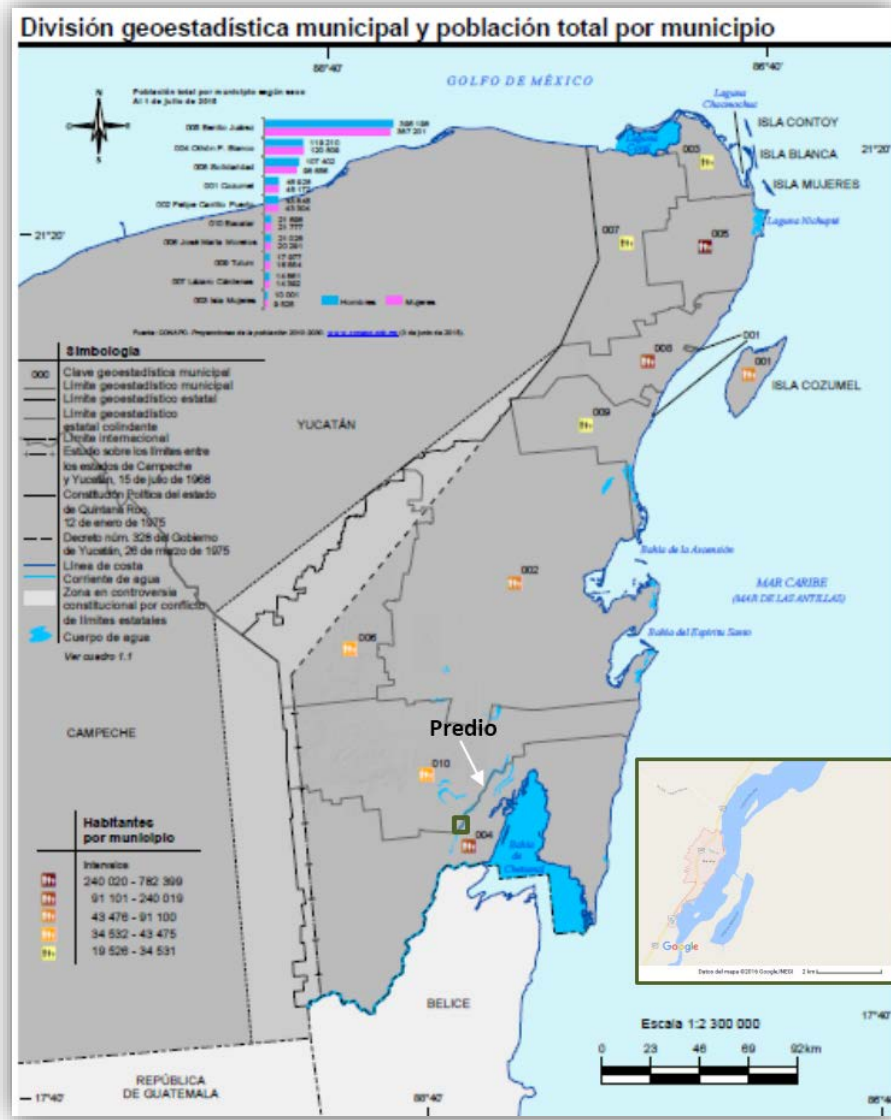


Figura IV.24. Ubicación municipal del predio¹³.

a. Demografía

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO), en proyecciones de la población 2015 para el Municipio de Bacalar contará con una población total de 43,475. Comparando este monto poblacional con el del año 2010 (INEGI), se obtiene que la población municipal aumentará un 20.4% en seis años.

En el 2010 el Municipio de Bacalar tenía una población de 36,117 habitantes, de los cuales 11,048 residían en la cabecera municipal de la localidad de Bacalar (30.58%), conforme al Censo de Población y Vivienda (INEGI) del 2010, siendo la localidad con mayor población del municipio, seguido de cuatro localidades rurales: Limones, Maya Balam, Kuchumatpan y Los Divorciados.

¹³INEGI. Marco Geoestadístico Nacional 2013, versión 6.0.

Respecto a las tendencias de crecimiento en la localidad de Bacalar, su incremento poblacional fue significativo entre 1990 y 1995 con un 26%; sin embargo, se mantuvo el incremento poblacional de manera paulatina entre los años 1995 y 2005 (aproximadamente +/- 500 habitantes); y es hasta el año 2010 cuando se surge otro incremento poblacional del 12% (**Tabla IV.27**), esto debido principalmente a que la población a nivel estatal ha crecido más aceleradamente que la de la localidad.

Tabla IV.27. Incremento en el porcentaje de población que reside en la localidad de Bacalar (INEGI)¹⁴.

	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	3,462	4,396	4,579	5,621	5,427
Mujeres	3,461	4,391	4,660	5,050	5,621
Total	6,923	8,787	9,239	9,833	11,048

El análisis de población por grupos de edad, nos permite observar la distribución y concentración de la población y a la vez, un análisis detallado del perfil predominante de la población residente en la localidad de Bacalar.

Para realizar dicho análisis se utilizaron los datos del XIII Censo de Población y Vivienda, que el INEGI realizó en 2010, donde la población de la localidad de Bacalar, se encontraba principalmente compuesta de personas entre los 6 a 11 años y 8 a 14 años de edad. Y por último, vemos que donde menos población se ubica, pero llega a ser significativo, es entre 0 a 2 años (**Tabla IV.28**). La información anterior refleja que Bacalar es una localidad con población joven y adulta principalmente y con posibilidades de aportar económicamente al desarrollo, además de ser población en edad de trabajar que aumentará la presión sobre los mercados laborales y de vivienda, y que obligará a la política de salud a adecuar sus programas para atender las necesidades específicas asociadas con este estrato de población.

Tabla IV.28. Población por rango de edad la localidad de Bacalar, INEGI (2010).

Rango de Edad	Población Total	Hombres	Mujeres
0 a 2 años	636	340	296
3 a 5 años	660	348	312
6 a 11 años	1,350	676	674
8 a 14 años	1,637	807	830
12 a 14 años	705	346	786
15 a 17 años	786	397	389

¹⁴<http://iieg.gob.mx/submenu.php?ids=9&idt=3>

Rango de Edad	Población Total	Hombres	Mujeres
18 a 24 años	1,590	774	816
60 años y más	881	458	423
No especificado	2,803	1,281	1,095
Total	11,048	5,427	5,621

Población económicamente activa

Se refiere al análisis y estimación de la fuerza laboral de un país, estado o región determinado, a través del cual permite apreciar la evolución de la estructura económica a lo largo de los años.

La población económicamente activa del municipio de Bacalar en el año 2010 era de 11,884 habitantes. La localidad de Bacalar alberga el 35% de la población económicamente activa de 4,123 habitantes, de los cuales el 95.65% es población ocupada y el 4.34% está desocupada (**Tabla IV.29**).

Para INEGI, la población económicamente activa (PEA) son personas de 12 y más años que en la semana de referencia (del censo) se encontraban ocupadas o desocupadas.

Continuando con el análisis de la localidad, por población masculina y femenina económicamente activa se refleja que la fuerza laboral está tendiente a la población masculina. Lo anterior puede deberse a los roles laborales que existen en la población de la localidad, es decir, la actividad laboral de la población femenina no está considerada en los parámetros estadísticos para analizar la PEA, pero es más que claro que la fuerza familiar y de trabajo a nivel rural es la mujer, ya que sus actividades principalmente están desempeñadas en el sector primario (agricultura, ganadería, etc.).

Cabe señalar que, a diferencia de la población económicamente activa, la población desocupada masculina es mayor que la femenina y puede deberse de igual manera a distintos fenómenos locales que se ven reflejados en estos análisis de factores socioeconómicos.

Tabla IV.29. Población económicamente activa que reside en la localidad de Bacalar, INEGI (2010).

Población	Masculina	Femenina	Total	%
Población ocupada	2,646	1,298	3,944	95.65
Población desocupada	150	29	179	4.34
Población económicamente activa	2,796	1,327	4,123	100

Distribución de la población activa por sectores de actividad

La población económicamente activa se encuentra distribuida en tres sectores principalmente en el sector *terciario* con el 67.53% de la población de la localidad de Bacalar (**Tabla IV.30**). Este sector engloba actividades económicas que ofrecen servicios, como por ejemplo, al comercio, transportes, comunicaciones, finanzas, profesionales, etc.

En segundo término, se encuentra la población ocupada en el sector *secundario* con un 21.32%. En este sector se encuentran la minería, electricidad y agua, construcción, e industrias manufactureras, etc. Y por último se encuentra el sector *primario*, el cual se dedica a la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, y concentra el 11.15% de la población económicamente activa del municipio.

Tabla IV.30. Distribución de la población ocupada por sector de actividad económica (Fuente INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000).

Población	Total	%
Sector Primario	342	11.15
Sector Secundario	654	21.32
Sector Terciario	2,071	67.53

Actualmente Bacalar es una población dedicada fundamentalmente al turismo, que se desarrolla entre la laguna en la que se encuentra situada y los cercanos sitios arqueológicos mayas y la ciudad de Chetumal. El principal atractivo turístico de la ciudad es la Laguna, a cuyas orillas se encuentra un balneario en el cual se puede practicar natación, además ofrece palapas para comer, excursiones en bote por la laguna y otros servicios.

El 2 de octubre de 2007 el gobernador del estado Félix González Canto y la Secretaria de Turismo del estado Gabriela Rodríguez Gálvez informaron que Bacalar fue declarado "Pueblo Mágico" por la Secretaría de Turismo, lo que da acceso a un programa federal de recursos para infraestructura y promoción turística internacional para esta ciudad del sur de Quintana Roo.

Migración

En el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI) el 64% de la población de la localidad de Bacalar se mantuvo en la entidad, mientras que el restante 35% está formado por inmigrantes de algunos estados como son Veracruz, Tabasco y Yucatán, e incluso gente del extranjero, proveniente de países europeos y norteamericanos provenientes de los Estados Unidos¹⁵, ver la siguiente tabla:

¹⁵Tabulados Básicos, Quintana Roo, 2000.

Tabla IV.31. Población total en la localidad de Bacalar por lugar de nacimiento según sexo (2010).

Lugar de nacimiento	Población total		
	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	7,109	3,515	3,594
En otra entidad federativa	3,833	1,863	1,970
No especificado	106	49	57
Población Total	1,1048	5,427	5,621

Población indígena

La presencia de pueblos indígenas refleja un elemento importante que proporciona más sentido de identidad y pertenencia a las sociedades actuales, así mismo es una parte fundamental de la historia local de un territorio determinado.

En la localidad de bacalar, la población urbana (66.35%), es mucho mayor que la población indígena en hogares censales 3,717 (33.64%). En la siguiente tabla, algunos datos del Censo de Población y Vivienda INEGI, 2010.

Tabla IV.32 Distribución de la población de 3 años y más, según condición de habla indígena y español INEGI (2010).

Indicador	Total	Hombres	Mujeres
Población que habla lengua indígena	1,467	754	713
Habla español	1,366	708	658
No habla español	17	5	12
No especificado	7,551	3,613	3,938
Población Total	10,401	5,080	5,321

Por otra parte, el resultado de las encuestas aplicadas en las comunidades rurales del Municipio de Bacalar, en lo que respecta al componente demográfico social, denota la existencia de pueblos indígenas y grupos étnicos en el territorio municipal, representados por 6 etnias: Maya, Totonacos, Nahual, Canjobal, Zoque y Xol¹⁶. El cual se caracteriza por la conservación de algunas costumbres heredadas a través del tiempo, como son su lenguaje indígena, algunas actividades socioculturales y de tipo familiares.

¹⁶Datos de encuestas y fichas de Diagnostico Socioeconómico, Bacalar 2012.

Educación

De acuerdo al *Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI*, en la localidad de Bacalar el grado promedio es de 8.63, siendo levemente mayor que la media municipal de 7.46, probablemente se deba a que la proporción de la población urbana es alta y que en este medio se presentan con mayor frecuencia los servicios educativos por la distribución de sus habitantes. La localidad cuenta con cobertura de los tres niveles básicos (preescolar, primaria y secundaria). Los habitantes con escolaridad básica completa es un 34.59% y sin escolaridad un 9.4%. Asimismo, se estima que únicamente alrededor de 38.42% (2,651) mayores de 18 años y más han completado el bachillerato, requisito para acceder a empleos bien remunerados. La siguiente tabla da muestra del rezago educativo que existe en la localidad:

Tabla IV.33 Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo INEGI (2010).

Nivel de escolaridad	Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	723	324	399
Primaria completa	892	397	495
Secundaria completa	1,767	831	936
Población Total	7,686	3,710	3,976

La población en condiciones de marginación generalmente no cuenta con suficientes posibilidades de acceder a la educación o de concluir sus estudios satisfactoriamente.

De acuerdo al COESPO se destaca en el ámbito estatal, el municipio de Bacalar ocupa el *cuarto lugar* de los municipios que registran mayor número de localidades con Rezago social Alto con una población de 220 personas, 8,448 en grado Medio, 14,562 en grado Bajo y 15,108 en grado bajo¹⁷.

En Bacalar se cuenta con todos los niveles educativos, incluido el nivel superior.

Indicadores de marginación

De acuerdo a las estimaciones del CONAPO, para la localidad de Bacalar el Índice de marginación escala 0 a 100 es de 6.74 con Grado de marginación: *Medio*. Donde para la *población de 15 años y más* analfabeta es de 7.78%, comparado al municipio de Bacalar que es de 18.58%. Ocupando el lugar 444 del contexto estatal. De acuerdo a estimaciones del CONAPO, Índices de marginación 2010 se tomó la siguiente tabla:

¹⁷Consejo Estatal de Población Quintana Roo, 2011.

Tabla IV.34. Marginación en la localidad de Bacalar¹⁸.

Descripción	Valor
Población total	1,1048
Viviendas particulares habitadas	2753
% Población de 15 años o más analfabeta	7.78
% Población de 15 años o más sin primaria completa	22.19
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	2.21
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	1.12
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	3.65
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	1.41
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	4.88
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	20.88

Infraestructura social básica

En cuanto a los servicios básicos de viviendas se observa que, en total de viviendas particulares habitadas en la localidad de Bacalar, el 81.59% disponen de luz eléctrica, el 79.21% disponen de agua entubada, el 80.84% disponen de excusado o sanitario, el 80.57% disponen de drenaje, entre otros como se muestra en la **Tabla IV.33**. Es posible analizar que la mayor parte de viviendas que forman la cuentan con servicios básicos, ocupando el *cuarto lugar* de localidades con mayor cobertura de servicios básicos.

Tabla IV.35. Cobertura de servicios básicos en las viviendas INEGI (2010).

Descripción	Valor
Total de viviendas	3,330
Total de viviendas habitadas	2,756
Total de viviendas particulares	3,327
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	2,717
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	2,638
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	2,692
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	2,683
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	2,575
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	2,490
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador	2,178
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora	2,039
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora	701
Viviendas particulares habitadas que disponen de línea telefónica fija	508
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono celular	2,157
Viviendas particulares habitadas que disponen de internet	389

¹⁸Estimaciones del CONAPO con base en el Censo de Población y Vivienda 2010.

b. Factores socioculturales

Salud

De acuerdo con la conformación actual del Sistema Nacional de Salud existen tres esquemas básicos a través de los cuales la población puede acceder a la atención a la salud; dos de ellos proporcionados por el sector público (servicios a población abierta en forma de asistencia social y los servicios institucionales financiados en forma tripartita por los seguros sociales a la población derechohabiente), y un tercer esquema referente a los servicios otorgados por las unidades médicas del sector privado, cuya población puede encontrarse en cualquiera de las dos categorías anteriores.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2000 (INEGI), en conjunto atienden a un total de 8,104 derechohabientes a servicio de salud, siendo un 73.35% de la población. (IMSS, ISSSTE, ISSSTE estatal y Seguro Popular).

Sin embargo, cuando el derechohabiente presenta un mayor padecimiento, este se ve en la necesidad de tener que trasladarse a una clínica hospital que se encuentran ubicadas en ciudades como Chetumal, Cancún o Mérida dependiendo de la gravedad del caso.

Electricidad

En la localidad de Bacalar se cuenta con suministro eléctrico por parte de la CFE. Por otra parte, tenemos la infraestructura de red eléctrica en el municipio de Bacalar, la cual se presenta en la siguiente figura y se puede apreciar que su distribución abarca una significativa parte del territorio municipal y cubre a las principales comunidades existentes en Bacalar.

Donde apenas 6 localidades ocupan mayor porcentaje de cobertura de luz eléctrica, estos son: Nuevo Jerusalén, Chaccchoben, Payo Obispo, Bacalar, El Cedralito y Guadalupe Victoria¹⁹.

¹⁹II Censo de Población y Vivienda, INEGI 2010.

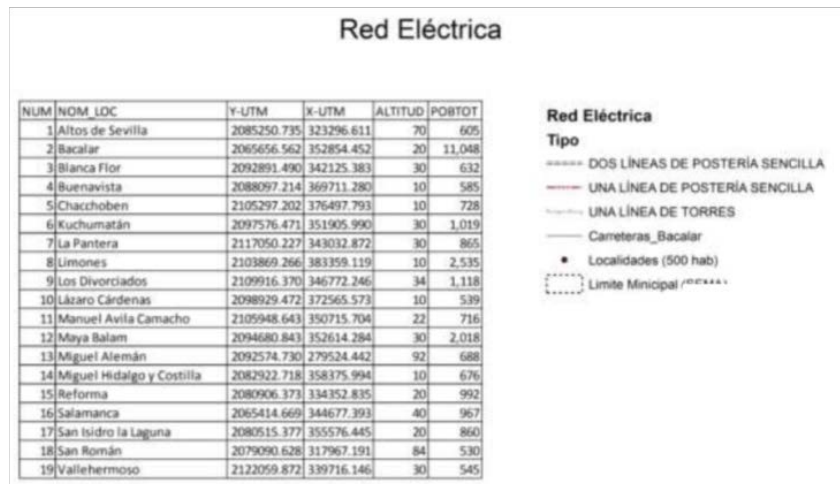
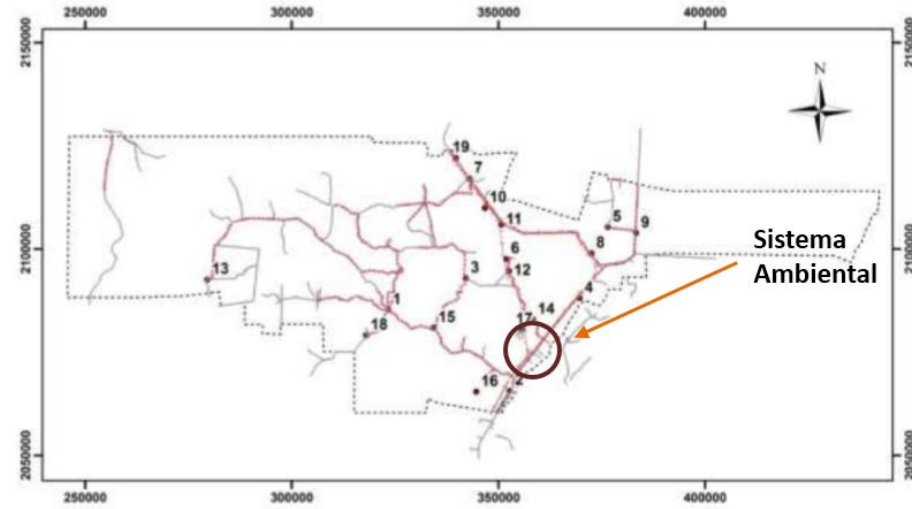


Figura IV. 25. Red Eléctrica y Principales Localidades del Municipio de Bacalar, 2012 (POEL)²⁰.

Energéticos (combustibles)

Se cuenta con más de 4 Estaciones de Servicio que llevan a cabo la distribución y venta de gasolina Pemex Magna, Pemex Premium y Pemex Diésel. Asimismo, se ofrece la venta de toda clase de aceites y lubricantes. La atención al público se efectúa durante las 24 horas del día.

Urbanización

Cuenta con servicios de comunicación tales como teléfono, servicio de correo, señal de televisión, Internet y señal de radio. Las calles con que cuenta este poblado están pavimentadas en un 85 % de concreto asfáltico y el resto de terracería.

²⁰PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL (POEL) DEL MUNICIPIO DE BACALAR, QUINTANA ROO (etapa de caracterización). Gobierno del Estado de Quintana Roo 2011-2016.

Las localidades de la Región de Bacalar se encuentran interconectadas entre sí por una red de carreteras bastante amplias, aunque en ocasiones deficientes. El ritmo de crecimiento de las localidades y las necesidades asociadas con el transporte de las mercancías representan algunas de las carencias de la red carretera. El tránsito se da preferentemente hacia los grandes asentamientos de la zona, tales como Bacalar y Chetumal. El tipo de carreteras es en su mayoría pavimentado, aunque se presentan algunos problemas en la atención a emergencias como es el caso de los puentes que se encuentran en la región poniente de la Laguna de Bacalar. La disponibilidad de recursos y los tiempos de ejecución de las obras son una limitante para la rápida atención a estos problemas.

Los servicios de transporte a Bacalar se presentan mediante combis, autobuses de línea (ADO, Mayab, Unión de camioneros del Caribe, entre otros), en este sentido los servicios que prestan los autobuses foráneos que tienen como destino principal Chetumal juegan un papel muy importante.

El transporte de mercancías, a baja escala, y de pasajeros se da por estos medios. El servicio de transporte urbano público se realiza mediante una serie de taxis y algunos camiones suburbanos cubriendo el 90 % de las necesidades.

Drenaje y alcantarillado

En 1997 se inició el proyecto para instalar una red de drenaje sanitario con una capacidad del 80% respecto del consumo y demanda de agua potable. De esta forma, el desalojo de las aguas negras generadas por las viviendas presenta serios problemas si se emplea un sistema basado en la gravedad. En la actualidad la longitud de la red de atarjeas se extiende en 44,569 m, con diámetros de 20 y 30 cm, construidos de PVC clase RD41 y algunos tramos de material de fibrocemento.

Todos los colectores culminan en un emisor, este funciona a presión. Inicia en el cárcamo de bombeo número uno y termina en una planta de tratamiento ubicada en la parte noroeste de la ciudad.

Relleno sanitario

En el municipio de Bacalar cuenta con un relleno sanitario ubicado en la carretera Reforma a la altura del Kilómetro 4, la cual cuenta con Celda tipo D además de una laguna de lixiviados.

Aspectos culturales y Estéticos

Esta población cuenta con un edificio histórico que actualmente funciona como museo y que es conocido con el nombre de fuerte de Bacalar, y una casa de la cultura. La población en su generalidad se puede considerar católica, y se encuentran ubicadas en él, dos iglesias católicas y otra de templos religiosos dentro de las que se pueden relacionar las iglesias presbiteriana, Pentecostés, Dios de la profecía, Evangélica, Testigos de Jehová y Mormona. Por otra parte, la comunidad cuenta con instalaciones deportivas dentro de las cuales se puede mencionar a: un campo de fútbol, canchas de voleibol y basquetbol.

Así mismo cuenta con parques públicos para el entretenimiento de la población infantil del lugar y cuenta con un sistema lagunar con características muy especiales que le ha permitido convertirse en una de las zonas más importantes para el descanso y esparcimiento no solo de la población, ya que debido a la difusión que tiene, es visitada por un sin número de personas provenientes de diversas regiones del país y del extranjero.

1. Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto; así como a las características del uso

En la zona donde se realizará el proyecto, no se da ningún tipo de uso a los recursos naturales.

2. Nivel de aceptación del proyecto

Se realizó un estudio de impacto social del 23 al 27 de mayo de 2016 (ver **Anexo 9**), durante este periodo se entrevistaron a un total de 21 personas que estaban relacionadas con el municipio, las comunidades cercanas al predio y personalidades notables. La elección de los entrevistados se realizó teniendo en cuenta la necesidad de abarcar un rango suficientemente amplio de opiniones e intereses locales. Por ello se seleccionó a representantes de la comunidad en el ámbito social, sanitario, comercial, empresarial, político, religioso, educativo y sindical.

Para la medición del nivel de aceptación del proyecto se integraron a la entrevista 3 preguntas, con una escala de calificación que muestra el nivel de aceptación del proyecto, donde 5 es totalmente aceptado y 1 es rechazo total.

A continuación, se presentan los resultados en la siguiente tabla:

¿Cómo considera la idea de la participación de empresas privadas en la producción de energía eléctrica?				
Muy malo 0%	Malo 5%	Buena 14%	muy buena 29%	Excelente 57%
¿Cómo valora la posibilidad de disponer de energía de origen fotovoltaico en su vivienda o negocio? ¿La compraría?				
Muy Malo 0%	Malo 0%	Buena 5%	muy buena 24%	Excelente 71%
¿Cómo considera la idea de que un proyecto de producción de energía eléctrica con tecnología fotovoltaica se desarrolle en el municipio				
Muy Malo 0%	Malo 0%	Buena 5%	muy buena 10%	Excelente 86%

3. Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicará el proyecto y que los habitantes valoran al constituirse en puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo.

El sitio en donde se pretende ubicar el parque solar es un predio con una superficie de **193.0939** has; en el cual se han llevado actividades forestales clandestinas y agropecuarias. Sin embargo, en la actualidad es una zona aledaña a la laguna de Bacalar que presenta cierto grado de conservación y de uso ecoturístico.

4. Patrimonio histórico

En el predio no se encuentran indicios de monumentos históricos-artísticos; siendo únicamente histórica la Laguna de Bacalar que fue de gran importancia para el comercio de los mayas, y fue un cuerpo de agua importante para la navegación.

IV.2.2.4 Paisaje.

La inclusión del paisaje en un estudio de impacto ambiental se sustenta en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento aglutinador de toda una serie de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento del proyecto. Puede describirse tomando en cuenta tres factores: Visibilidad, calidad paisajística y fragilidad del paisaje.

El paisaje predominante en el sitio del proyecto se presenta en la **Figura IV.26**, como puede verse, el proyecto se desarrollará con diversos tipos de vegetación dominada vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, misma que se encuentra con cierto grado de perturbación, en los alrededores con presencia de actividad forestal como corte de madera, potencial agrícola como pastizales cultivados y agricultura temporal permanente y uso con potencial de pecuario, actividad apícola y cultivo acuícola, turismo y urbano.

El predio donde se desarrollará el proyecto colinda con predios sin uso, cultivos agrícolas y ganadería. Así mismo, se encuentra adyacente a una carretera de alta importancia regional Chetumal-Cancún/México 307.

Considerando lo anterior, se realiza el análisis del paisaje del sitio de acuerdo a las siguientes cualidades:

- **La visibilidad** se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

Al respecto podemos decir que el sitio tiene una visibilidad *baja*, ya que a pesar de estar en una zona transitada y plana sin elevaciones topográficas, se encuentra rodeada de vegetación secundaria arbórea por lo que el predio se puede observar transitando por la carretera federal o de manera acuática por la Laguna de Bacalar.

- **La calidad paisajística** incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.

La calidad paisajística del sitio del proyecto puede considerarse *media*, esto se caracteriza por la presencia de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, en la actualidad es una zona considerada como selva en recuperación, sufriendo una gran presión por las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en sus colindancias. Además, de que cuenta con apertura de caminos.

En general con el Proyecto, el paisaje sufrirá leves alteraciones, modificando algunos elementos característicos como es la disminución de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Sin embargo, se considera que la proporción de la superficie que será transformada de manera permanente por el Proyecto, no es significativa en proporción a la superficie del SAR, además se implementarán medidas de mitigación para reducir al máximo los impactos negativos que alteren la calidad paisajística.

Por último, en el área del Proyecto y sus alrededores no se encuentran áreas ecoturísticas o en las que se promueva su desarrollo y que pudieran verse impactadas con la implantación del Proyecto.

- **La fragilidad del paisaje** es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él.

En este punto se considera que la fragilidad del paisaje donde se encuentra inserto el proyecto es *media*, es por ese motivo que la implementación de obras o actividades deben ir acorde con la

conservación y la aplicación de los instrumentos normativos con el fin de evitar la modificación visual del paisaje; el proyecto que se pretende implementar es un desarrollo sustentable considerando acciones permanentes de mejora y protección con la finalidad de preservar el entorno natural. El proyecto no afecta o pone en riesgo este servicio ambiental que brinda la región. Cabe mencionar que el proyecto no produce emisiones a la atmosfera que contribuyan al efecto invernadero por la quema de combustibles, no produce ruido y además es una alternativa de aprovechamiento sustentable por la energía solar.



Figura IV.26. Paisaje del sitio del proyecto. Tomando con referencia esta imagen satelital, podemos observar el paisaje general del sistema ambiental regional donde se desarrollará el proyecto (Fuente: Imágenes Google, 2015).

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes se pueden mencionar a la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza. Siendo que los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, sino que brindan además una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales. Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales.

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? **La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXVII dice:** Son los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los

recursos forestales, presentando beneficios, tales como: **la provisión del agua en calidad y cantidad, captura de carbono, regulación del ciclo de nutrientes en el suelo, captura de contaminantes y componentes naturales, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática, protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; protección de suelos, paisaje y la recreación, entre otros.**

De acuerdo a los trabajos desarrollados en el predio y a la revisión de la información de la cuenca hidrológica forestal, en el predio se pueden identificar algunos servicios ambientales que proveen los recursos forestales presentes y de acuerdo con la naturaleza del proyecto, se verán afectados por el desarrollo del mismo.

IV.3.1 Identificación de los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

En principio, en el predio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF y cuyo terreno se encuentra ocupado por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia en edad mediana de sucesión; pero con algunos elementos arbóreos de mayor talla que la convierten en un terreno con vocación forestal. Por lo que actualmente, es probable se afecten los siguientes servicios ambientales de mayor importancia por motivo de CUSTF.

De igual manera tomando en cuenta lo planteado en el Art 7 de la LDFS arriba mencionada, se pueden enlistar los servicios ambientales más importantes y propensos a ser afectados de manera puntual por el CUSTF propuesto:

- 1. PROTECCIÓN DE SUELOS**
- 2. PROVISIÓN DEL AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD**
- 3. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y FORMAS DE VIDA**
- 4. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO, GENERACIÓN DE OXÍGENO Y MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA)**

Todos estos servicios ambientales serán descritos, analizados y visualizados en cuanto a la importancia de los servicios que proporciona a nivel cuenca y en el área del proyecto (ecosistema por afectar), tal como se puede observar a continuación:

IV.3.2 Descripción de los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

- **1. PROTECCIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA Y EN EL ÁREA DEL PROYECTO.**

La vegetación juega un papel importante actuando como controlador de la erosión superficial. La presencia de una capa de hojarasca disminuye energía a las gotas que llegan al suelo, haciendo que el poder erosivo de la lluvia sea mucho menor que el que posee cuando no hay ningún recubrimiento en el suelo y las gotas impactan directamente sobre su superficie. Sin embargo, es también claro que el grado de protección que ofrecen los diferentes tipos de cobertura vegetal es diferente.

De esta manera dentro de la **Cuenca Bahía Chetumal y Otras**, la vegetación de **selva mediana subperennifolia** ocupa una superficie de **664,128.11** ha y representa el **42.8** % de todos los tipos de vegetación presente en la cuenca. Esta vegetación es la que será afectada por el proyecto por motivo de cambio de uso de suelo. Por otro lado, en cuanto al suelo se tiene, los dos tipos (**Rendzina-Litosol**) a afectar por el proyecto son de los más abundantes dentro de la cuenca con una superficie de **1,116,441.82** ha y una representatividad del **72.0** % respecto a todos los tipos de suelo presentes en la Cuenca Bahía Chetumal y Otras.

La importancia de los tipos de vegetación en general presentes dentro de la cuenca y de manera particular, la selva mediana subperennifolia en la protección del suelo se visualiza cuando se toma de referencias las estimaciones de la pérdida de suelo mediante el modelo predictivo de la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS) Simplificado tal como sigue:

Tabla IV.36. Protección de la vegetación ante la erosión del suelo Litosol-Rendzina dentro de la Cuenca Bahía Chetumal y Otras.

ESCENARIOS	PROMEDIO DE LA PÉRDIDA DE SUELO ANUAL	
	t/ha*año	t/1,116,441.82 ha*año
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	1.82	2,027,954.32
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	181.64	202,795,431.94

La importancia en la protección del suelo (Litosol-Rendzina), que es el que se afectará por el proyecto en la cuenca hidrológica forestal es de tal grado; pues, actualmente con la protección de la vegetación imperante dentro de la cuenca forestal se da una erosión natural y pérdida de suelo del orden de **2,027,954.32** ton/año. Sin embargo, si se removiera la totalidad de la vegetación dentro de esa área (**1,116,441.82** ha), se dejaría totalmente desnudo el suelo y expuesto a las condiciones climáticas de la región; entonces, se tendría una pérdida potencial del suelo del orden de **202,795,431.94** ton/año. Lo anterior enmarca una pérdida de suelo de 1000 veces mayor a la que actualmente se da de manera natural en la cuenca forestal en donde se encuentra inmerso el proyecto.

A nivel de predio, la vegetación de selva mediana subperennifolia está protegiendo el suelo Litosol-Rendzina dentro del área pretendida para el CUSTF (**133.236** ha) teniendo una erosión natural de **246.63** ton/año y una erosión potencial de **24,662.97** ton/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV.37. Escenarios de la pérdida de suelo en el área de CUSTF del predio bajo estudio.

ESCENARIOS	PROMEDIO DE LA PÉRDIDA DE SUELO ANUAL	
	t/ha*año	t/ 133.23 ha*año
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	1.82	242.0049
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	181.64	24,200.4867

De acuerdo con lo anterior se tiene lo siguiente:

Tabla IV.38. Resumen de la pérdida anual promedio del suelo para el área de CUSTF y su diferencia neta.

CONDICIÓN DE ACUERDO A LA ESTIMACIÓN CON EUPS	PERDIDA DE SUELO (Ton/Año) EN 133.23 ha.
Terreno pretendido para el CUSTF (Proyecto sin CUSTF)	242.0049
Terreno pretendido para el CUSTF (Proyecto con CUSTF)	24,200.48
DIFERENCIA DE EROSIÓN CON CUSTF Y SIN CUSTF	23,958.48

Como se puede observar y tomando como base la tabla anterior, la vegetación tiene un papel importante en la formación y protección del suelo; pues, su ausencia en el área que se pretende para el CUSTF provocaría la pérdida de **23,958.48** toneladas de suelo.

No obstante, el proyecto para mitigar la pérdida neta del suelo (**23,958.48** ton/año) por motivo del CUSTF, el proyecto maximizará la protección del suelo mediante la implementación de medidas diversas encaminadas a prevenir y mitigar los efectos adversos de los factores climáticos sobre el suelo, tales como:

- Recuperar la capa de suelo durante el desmonte y despalme, acamellonándolo temporalmente en áreas contiguas a la obra.
- Aprovechar el suelo acamellonado para las actividades de reforestación de las especies de flora nativa a rescatar en el área de CUSTF.
- Llevar a cabo la labranza de conservación (esparcir material orgánico de la vegetación picada y triturada) sobre el suelo rescatado del área de CUSTF y reubicado en el área de reforestación con la finalidad de proteger el suelo y el agua de la región.
- Realizar actividades de reforestación con especies de plantas nativas en las áreas sin o con poca vegetación presentes en las áreas propuestas por el proyecto.

Si se considera que la erosión calculada que se provocará por el cambio de uso de suelo es poca (**23,958.48** ton/año) al aplicar todas éstas medidas antierosivas para mitigarla, hace prácticamente viable el proyecto. Toda la capa de suelo separada durante el desmonte será aprovechada para formar una superficie a manera de cama sobre el suelo desnudo del área de reforestación propuestas por el proyecto y en donde se llevará a cabo el sembrado de las plantas nativas rescatadas del área de CUSTF.

No obstante, dado que el proyecto tiene muy presente la sustentabilidad del mismo y resaltando la importancia de la continuidad de la prestación de servicios ambientales, plantea medidas de mitigación que contribuyan en la recuperación de suelo, y la mitigación de la pérdida de la misma por el CUSTF en el área de estudio.

El efecto de dichas medidas antierosivas y mitigación de la pérdida de suelo se puede verificar en el *Capítulo VI* de este DTU en el apartado de Justificación técnica del proyecto.

De acuerdo a todo lo expuesto anteriormente y en vista de que en la cuenca Bahía Chetumal y Otras se encuentra cubierta por diversos tipos de vegetación, pero en especial de Selva mediana

subperennifolia (que es la que se afectará por el CUSTF por el proyecto), se puede indicar que dicha superficie está dando una protección al suelo, está permitiendo la continuación en la formación de la misma, conservación de su integridad física y funcional. De manera particular, en zona donde se pretende el CUSTF se permitirá la continuidad de estas prestaciones ambientales, principalmente en las áreas de conservación mantenidas por el proyecto.

- **2. PROVISIÓN DEL AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD.**

AGUA DE CALIDAD

La selva mediana subperennifolia y el suelo Leptosol (Litosol-Rendzina) presentes en la cuenca Bahía Chetumal y Otras en conjunto tienen una función vital en la purificación natural del agua. De hecho de manera general se sabe que los suelos actúan como reactores naturales en los bosques y selvas.

El suelo es un reactor natural sumamente importante, debido a que las transformaciones que se realizan en él dan productos necesarios para los seres vivos. En este sistema ocurren diversos procesos, entre los que destacan: adsorción, absorción, precipitación, descomposición, mineralización y humificación (Richter, 1987). Los tres últimos procesos convierten al suelo en un gigantesco sistema de tratamiento de residuos orgánicos (RO), en el que algunas de las sustancias provenientes de los restos de animales y plantas se degradan y otras se humifican, es decir, se transforman en humus (ácido húmico y ácido fulvico, principalmente).

Esto hace que el suelo funcione como un reactor purificador del ambiente. Por ejemplo, en el tratamiento de los residuos orgánicos, en la depuración del agua que pasa a través de él y en la transformación de diversos compuestos tóxicos, como los plaguicidas (**Figura IV.27**).

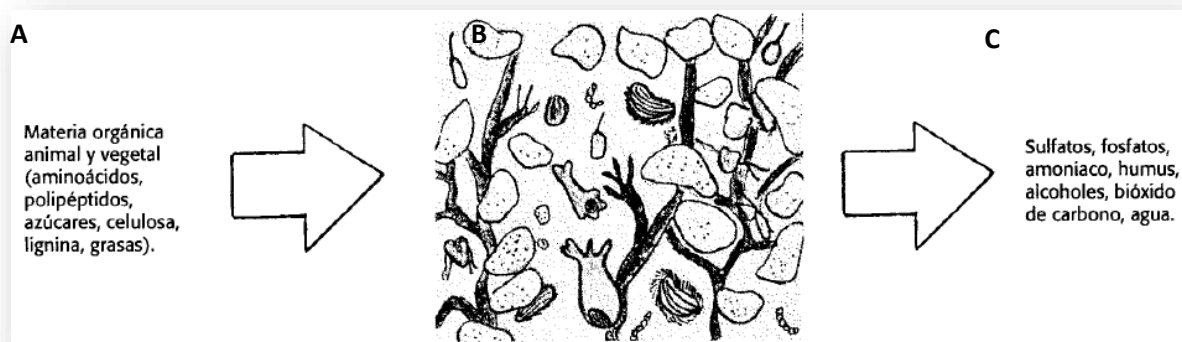


Figura IV.27. El suelo como reactor. A) Energía, representada como materia orgánica., B) la maquinaria, representada por los microorganismos y los constituyentes del suelo (arcillas principalmente), y C) productos finales, destacando el humus.

MAQUINARIA. En el suelo, la maquinaria está compuesta por los microorganismos que son los responsables de la transformación de la materia orgánica biodegradable. Los tipos de microorganismos más frecuentemente encontrados en un gramo de suelo son: bacterias (3, 000,000 a 500,000,000 de

organismos), hongos (5,000 a 900,000), algas (1,000 a 500, 000), protozoarios (1,000 a 500, 000) y nemátodos (50 a 200). Se calcula que estos organismos degradan de 10 a 200 toneladas por hectárea de materia orgánica presente en ciertos residuos orgánicos (Metting, 1993).

En el suelo también se encuentran arcillas que son producto del intemperismo y de la neoformación mineral. Algunos ejemplos de ellas son: esmectita, caolinita, illita, augita, biotita, magnetita, lepidocrita, hematita y otras (Bohn1993). Las arcillas promueven y catalizan la formación de humus a partir de sustancias más simples como azúcares, aminoácidos y quinonas; además, participan en el relevante fenómeno de intercambio catiónico, debido al cual es posible el almacenamiento de elementos nutritivos para el crecimiento de las plantas (Bohn, 1993).

Los microorganismos y arcillas, en el presente ejemplo, representan la maquinaria del reactor, ya que son los responsables de la degradación y transformación de la materia orgánica presente en el suelo o que fluyen a través de él (aguas residuales).

ENERGÍA. Para el funcionamiento del reactor se requiere de energía, la cual es obtenida de la materia orgánica, que contiene una considerable energía potencial que puede transformarse fácilmente a otras formas de energía o ser liberada en forma de calor.

Para comprender lo anterior, tenemos que recordar la constitución de la materia orgánica. Entre sus principales compuestos, encontramos azúcares, almidones, proteínas de bajo peso molecular, hemicelulosa, celulosa, ligninas, grasas y ceras, en orden decreciente, según su facilidad de descomposición (Buckman y Brady, 1977), la cual se lleva a cabo por oxidación a través de un proceso de digestión enzimática de los microorganismos.

Existen dos procesos importantes en el suelo, retención y transformación. Estos, junto con la acción de los microorganismos, dan lugar a la formación de compuestos orgánicos más estables y resistentes a la degradación bioquímica. Los procesos de retención representan la capacidad del suelo de retener o contener ciertos tipos de compuestos, evitando que se lixivien hacia capas más interiores del suelo o hacia mantos freáticos. En estos procesos intervienen fuerzas de unión química, tales como: fuerzas de Van der Waals o dipolos momentáneos, fuerzas coulómbicas o electrostáticas, transferencia de carga (enlaces iónicos y covalentes), intercambio de ligandos, orientación dipolo-dipolo (permanente), inducción dipolo-dipolo, quimioabsorción, etc.

Además, en los procesos de retención y transformación intervienen la fotooxidación por la luz solar, la oxidación química, el cambio en los valores de pH y la conversión en sustancias inorgánicas y la polimerización y la oxidación microbiológica.

PRODUCTOS FINALES. Como productos del tratamiento con el reactor natural del suelo se tiene a los fenoles (precursores húmicos), y los productos originados por la acción enzimática de los microorganismos, tales como los aminoácidos, amidas, alcoholes, aldehídos, metano y bióxido de carbono.

Esta capacidad natural del suelo ha sido estudiada para evaluar su eficacia como medio para tratar aguas residuales de origen porcícola y se ha demostrado que los suelos del grupo Luvisol y Cambisol son los más eficientes para ser utilizados como reactores para limpiar el agua residual de las granjas porcinas. Los Luvisoles son suelos que acumulan arcilla en una capa u horizonte por debajo de la superficie (horizonte B), en Yucatán pueden identificarse por su color rojo y mayor profundidad. Los

Cambisoles en Yucatán también son rojos pero esto son menos profundos que los Luvisoles y no tienen el horizonte B. Otros suelos son de una capacidad depuradora muy limitada, como los suelos arenosos (Arenosoles); los suelos arcillosos (Vertisoles); o los suelos de escasa profundidad y desarrollo (Leptosoles) (Aguilar *et al*; 2011).

Con lo antes planteado, se puede notar que en general los suelos de la cuenca hidrológica forestal actúan de manera natural como un reactor, llevando a cabo el tratamiento de los residuos orgánicos, en la depuración del agua que pasa a través de él y en la transformación de diversos compuestos tóxicos, como los plaguicidas. Este es el mismo mecanismo que se sigue en los procesos de purificación de agua dentro de la cuenca.

Por otro lado, tomando en cuenta que la carga de micro, meso y macro organismos (biota del suelo) presente en un gramo de suelo y que son capaces de degradar de 10 a 200 toneladas por hectárea de materia orgánica presente en ciertos residuos orgánicos (Metting, 1993), se puede inferir el siguiente dato para la cuenca:

Tomando en cuenta que en la cuenca el suelo tipo Leptosol (Litosol-Rendzina) tienen una superficie de **1'116,441.82** ha y que tienen una capacidad de tratar la materia orgánica contenida en el agua de lluvia o residual con un volumen de entre **11'164,418.20 – 223'288,364.00** toneladas. Este es el volumen aproximado de purificación que se estaría llevando a cabo dentro de la superficie de suelo a afectar en la cuenca.

De manera particular, en el área pretendido para CUSTF (**133.23 ha**) se trata y purifica actualmente materia orgánica del agua en un volumen de **1,357.76 - 27,155.22** toneladas. Sin embargo, con la permanencia de las áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa permitirán el seguimiento en el tratamiento y purificación de un volumen de **573.19 - 11,463.88** toneladas de materia orgánica que pudiera tener el agua como producto de su arrastre, permitiendo a su vez tener agua de calidad en la región. Es importante comentar que el primer dato representa la afectación potencial de la prestación del servicio ambiental de purificación del agua y disponibilidad de agua de calidad. No obstante, la afectación del proyecto en la prestación del servicio ambiental de purificación del agua dentro del área de CUSTF representa únicamente el 0.01% del total de agua purificada dentro de la cuenca.

Con base a lo anterior, se puede indicar que la vegetación (raíz principalmente) y el suelo en conjunto llevan a cabo la función tan importante de biofiltros para permitir la captación e infiltración de agua de suficiente calidad en la región y en la cuenca hidrológica forestal. Tan es así, que para el caso particular del área de estudio, una serie de análisis de la calidad del agua realizada por Maas-Vargas (2009²¹) en la zona ha demostrado que el agua subterránea (el área de CUSTF carece de aguas superficiales y únicamente posee un agua subterránea) que es de suficiente calidad, tal como sigue:

²¹ Maas-Vargas M.G. (2009). Laguna de Bacalar Reserch. COBACH, Quintana Roo. Disponible en línea en: http://www.lagunabacalarinstitute.com/Maas-Bacalar_Research.pdf



Figura IV.28. Resultados de los muestreos de calidad de agua realizados en el poblado de Bacalar, Quintana Roo en el año 2003 y 2007.

En términos generales se puede indicar que la calidad de agua es aceptable sobre todo para uso recreativo.

No obstante, es importante mencionar que las descargas de las fosas sépticas del poblado Bacalar son una fuente de contaminación del manto acuífero debido al gran contenido de carga orgánica que se vierte.

Asimismo, el desarrollo turístico que ha tenido Bacalar en los últimos años ha impactado negativamente la calidad del agua, debido al incremento de la población que cada vez más genera residuos sólidos y líquidos que de alguna manera se ve reflejado en los resultados de diferentes años.

El presente proyecto, para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas de la zona y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo del proyecto que nos ocupa, se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles

certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 15 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado. Así mismo se implementará la aplicación de procedimientos de manejo, disposición de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos (Ver **Anexo 6**) que prevendrán la contaminación del suelo y agua del área bajo estudio.

Todo lo anterior, permitirá la continuidad del servicio ambiental **captación e infiltración del agua de calidad** en la región.

Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la Cuenca hidrológica forestal.

AGUA EN CANTIDAD

El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8,174 millones de metros cúbicos (Mm³), con una des carga natural hacia el mar de 4,918 Mm³, lo que deja una disponibilidad total de 3,256 Mm³; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm³, que corresponden a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006²²).

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126 % (Conagua, 2006²³). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8,011 m³/hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4,573 m³/hab/año (Conagua, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

No obstante, visualizar la afectación particular del servicio ambiental de provisión de agua en cantidad por motivo del CUSTF en el área de estudio, se procedió a cuantificar la infiltración y captación de agua de lluvia.

Para cuantificar el volumen de infiltración en la zona del proyecto, se realizó un balance hidráulico con los parámetros de precipitación media anual, evapotranspiración, escurrimiento mediante datos obtenidos en la estación climatológica **00023043 SAN FELIPE BACALAR**. Con las variables anteriores se calculó la infiltración de agua para el área total del predio, área de CUSTF, áreas de conservación, áreas para futuro crecimiento y áreas sin uso para poder visualizar el grado de afectación del proyecto en cuanto a la captación del agua (Ver memoria de cálculo en formato Excel y versión electrónica únicamente en la sección de anexos) . Lo anterior permitió tener datos para comparar los valores estimados del volumen total de infiltración para el estado de Quintana Roo y para la Cuenca Bahía Chetumal y otras, y los valores calculados de infiltración para el predio total y el área de CUSTF, tal como se puede observar:

²²González Canto F.A. (2006). Los retos del agua en Quintana Roo. Acciones locales para un reto global. IV Foro Mundial del Agua, México.

Tabla IV.39. Representatividad de la afectación del CUSTF (Infiltración) respecto a la infiltración potencial percibida en la Península de Yucatán, Cuenca y predio bajo estudio.

	SUPERFICIE (m ²)	INFILTRACIÓN (m ³)	%
VALORES ESTIMADOS			
Estado de Quintana Roo	50,350,000,000.00	8,174,000,000.00	
Área de la Cuenca Bahía de Chetumal y Otras	15,513,129,200.00	2,518,457,161.49	100.00
VALORES CALCULADOS			
Área total del proyecto	1,930,954.93	1,777,038.513	0.07
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	1,333,2358.9	1,054,624.019	0.04
Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)	1,333,2358.9	441,545.73	0.02

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua (**1,054,624.019 – 441,545.73 = 613,078.28 m³**) por motivo del CUSTF por el proyecto "Parque Solar Andrés Quintana Roo" y que representa el **58.1%** respecto a la infiltración potencial percibida en el área de CUSTF. La pérdida anterior en captación y filtración del agua representa únicamente el **0.0001%** y **0.024%** de lo que se sigue captando en el Estado de Quintana Roo y Cuenca Bahía Chetumal y otras, respectivamente.

Para mitigar la pérdida neta de la infiltración del agua de lluvia (**613,078.28 m³**) por motivo del CUSTF, el proyecto maximizará la protección de la conservación del agua mediante la implementación de medidas diversas encaminadas a prevenir y mitigar la pérdida de captación de agua, tales como:

- Llevar a cabo la labranza de conservación en el área de reforestación con la finalidad de proteger el suelo y el agua.
- Realizar actividades de reforestación en las áreas sin o con poca vegetación presentes en el área de conservación propuestas por el proyecto.

Si se considera que la pérdida de captación de agua calculada por el cambio de uso de suelo es poca (**613,078.28 m³**) al aplicar todas estas medidas de mitigación, hace prácticamente viable el proyecto. Lo anterior, toma fuerza si tomamos en cuenta que el suelo de la región es totalmente kárstico y actúa como esponja absorbiendo y filtrando cuánta agua caiga sobre la superficie del suelo y no ocasionaría deslaves, salinización extrema, ni obstrucciones a cuerpos de agua superficial; pues, en la región no existen pendientes muy pronunciadas ni tampoco cuerpos de agua superficial.

No obstante, dado que el proyecto tiene muy presente la sustentabilidad del proyecto y resaltando la importancia de la continuidad de la prestación de servicios ambientales, plantea medidas de mitigación que contribuyan a mitigar en gran medida la pérdida de la captación de agua de lluvia por el CUSTF en el área de estudio. El efecto de dichas medidas se puede verificar en el **Capítulo VI** de este estudio técnico en el apartado de Justificación técnica del proyecto.

De esta manera, se concluye que no se comprometerá la provisión de agua en cuanto a la cantidad de infiltración con respecto a la Cuenca Bahía Chetumal y Otras y al predio. Es decir, aun con el CUSTF pretendido y el establecimiento del proyecto, el servicio ambiental de captación e infiltración de agua en cantidad se seguirá dando del mismo modo.

- **3. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y FORMAS DE VIDA**

La flora y fauna silvestres son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra. México es el tercer país más megadiverso en el mundo, ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas (Toledo, 1994²⁴; Zamorano de Haro, 2009²⁵).

En cuanto a la composición, estructura y diversidad de la **flora silvestre** de la **cuenca Bahía Chetumal y Otras** aporta con una riqueza específica de **137** pertenecientes a **119 géneros** y **48 familias** botánicas. De estas especies, **87** fueron registradas en el **estrato herbáceo**, con un índice de diversidad de $H' = 3.84$ y un valor de equidad de $J = 0.86$. En el **estrato arbustivo** se tiene el registro de **66** especies, índice de diversidad de $H' = 3.77$ y equidad de $J = 0.90$ y por último, en el estrato arbóreo de la comunidad vegetal de selva mediana subperennifolia de la cuenca se registraron **73** especies, diversidad de $H' = 3.92$ y equidad de $J = 0.91$.

La **fauna silvestre** dentro de la cuenca se compone de **128 especies de fauna silvestre** distribuida en **104 géneros**, perteneciente a 54 familias. El registro por grupos faunísticos fueron los siguientes: Los **anfibios** registraron **4** especies, diversidad de $H' = 1.36$ y equidad de $J = 0.98$. Para el caso de los **reptiles** se registraron **19** especies, diversidad de $H' = 2.83$ y equidad de $J = 0.96$. El grupo faunístico de las **aves** registraron **93** especies, diversidad de $H' = 4.15$ y equidad de $J = 0.92$, y por último, los **mamíferos** registraron **12** especies, un valor de diversidad de $H' = 2.33$ y equidad de $J = 0.94$.

Lo anterior, es parte de la diversidad que está protegiéndose en la cuenca Bahía Chetumal y Otras y es importante; pues, representa el acervo genético de la biodiversidad de la región.

Por otro lado, dentro del **área de CUSTF** para el proyecto bajo estudio fueron registradas **73** especies de **flora silvestre** pertenecientes a **68 géneros** y **35 familias**. Se registraron para el **estrato herbáceo** de la flora silvestre una riqueza específica con **49** especies, valores de diversidad de $H = 3.16$ y de equidad de $J = 0.73$. Mientras que para el **estrato arbustivo** se registraron un total de **39** especies, diversidad de $H = 3.21$ y un valor de $J = 0.88$, y por último, para el caso de las especies del **estrato arbóreo** se registraron en total **31** con un valor de diversidad de $H = 3.03$ y $J = 0.88$.

Con respecto a la fauna silvestre del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF por el proyecto "Parque Solar Andrés Quintana Roo" fueron registradas **49** especies de fauna silvestre pertenecientes a **45 géneros** y **31 familias** taxonómicas. Para el grupo faunístico de los **anfibios** se registraron **2** especies, índice de diversidad de $H' = 0.50$ y $J = 0.72$. Para el caso del grupo de los **reptiles** se registraron **9** especies, diversidad de $H' = 2.12$ y equidad $J = 0.96$. Las **aves** se registraron en un número de **32** especies, índice de diversidad de $H' = 3.36$ y equidad de $J = 0.97$. Por último, para el grupo faunístico de los **mamíferos** se registraron **6** especies, diversidad de $H' = 1.73$ y $J = 0.97$ en valor de equidad (J).

Con base a lo anterior se puede indicar que el presente proyecto no afectará de manera significativa la flora y fauna silvestre. De hecho, los parámetros de composición, estructura y diversidad tanto para los estratos de la comunidad vegetal, como para los grupos faunísticos estudiados indican que dentro de la cuenca Bahía Chetumal y Otras existe mayor riqueza, diversidad y estabilidad en la comunidad en

²⁴Toledo, V. M., 1994, "La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa". *Ciencias*. 34: 43-58 pp.

²⁵Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

comparación al área pretendido para CUSTF por el proyecto de “Parque Solar Andrés Quintana Roo”, tal como se puede observar en las siguientes tablas comparativas:

Tabla IV.40. Resumen de los parámetros de composición, estructura y diversidad para la comunidad vegetal de selva mediana subperennifolia estudiada.

ESTRATOS	PARÁMETROS	CUENCA BAHÍA CHETUMAL Y OTRAS	PREDIO (CUSTF)
HERBÁCEO	RIQUEZA	87	49
	DIVERSIDAD	3.84	3.16
	EQUIDAD	0.86	0.73
ARBUSTIVO	RIQUEZA	66	39
	DIVERSIDAD	3.77	3.21
	EQUIDAD	0.90	0.88
ARBÓREO	RIQUEZA	73	31
	DIVERSIDAD	3.92	3.03
	EQUIDAD	0.91	0.88

Tabla IV.41. Resumen de los parámetros de composición, estructura y diversidad para los grupos faunísticos de la selva mediana subperennifolia estudiada.

GRUPOS DE FAUNA	PARÁMETROS	CUENCA BAHÍA CHETUMAL Y OTRAS	PREDIO (CUSTF)
ANFIBIOS	RIQUEZA	4	2
	DIVERSIDAD	1.36	0.50
	EQUIDAD	0.98	0.72
REPTILES	RIQUEZA	19	9
	DIVERSIDAD	2.83	2.12
	EQUIDAD	0.96	0.96
AVES	RIQUEZA	93	32
	DIVERSIDAD	4.15	3.36
	EQUIDAD	0.92	0.97
MAMÍFEROS	RIQUEZA	12	6
	DIVERSIDAD	2.33	1.73
	EQUIDAD	0.94	0.97

Con base a lo anteriormente presentado se puede concluir que el servicio ambiental de protección de la biodiversidad y las formas de vida es mayor en la cuenca forestal en comparación al área pretendida para el CUSTF y que este último, no pondrá en riesgo dicho servicio ambiental. Más aún, cuando el proyecto contempla en el predio bajo estudio una serie de medidas de mitigación con la finalidad de mantener dicho servicio ambiental de la protección de la biodiversidad. Entre dichas medidas se encuentra la permanencia de áreas de conservación, áreas para crecimiento futuro y áreas sin uso, rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF usando técnicas de reforestación, acciones de protección de la fauna silvestre, y buenas prácticas ambientales de los trabajadores del

proyecto (se les impartirá pláticas informativas relacionadas sobre la importancia de la flora y fauna como acervo genético).

- **4. MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO, LIBERACIÓN DE OXÍGENO Y MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA)**

BIOMASA FORESTAL Y CAPTURA DE CARBONO

Las actividades humanas, tales como el uso de combustibles fósiles para la producción de energía, el cambio del uso de suelo, deforestación (Mendoza-Weber, 2011²⁶). También la silvicultura, está generando grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), clorofluorocarbonados (CFC's), óxidos de nitrógeno (NOx) y metano (CH₄), principalmente. Sin embargo, la vegetación tiene la capacidad de asimilar el carbono e incorporarlo a su estructura, es decir, lo fija y lo mantiene almacenado por largos periodos, a través de la fotosíntesis. Es por esta razón que los bosques son importantes sumideros de carbono (Ordóñez y Masera, 2001²⁷). En suma, este servicio ambiental se refiere a la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis.

El carbono en los ecosistemas forestales se incorpora una vez que el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, este participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (ejemplo follaje, ramas, raíces y tronco). El árbol al crecer va incrementando su follaje, ramas, flores, frutos, yemas de crecimiento (que en su conjunto conforman la copa); así como altura y grosor del tronco. La copa necesita espacio para recibir energía solar sobre las hojas dando lugar a una competencia entre las copas de los árboles por la energía solar, originando a su vez un dosel cerrado. Los componentes de la copa aportan materia orgánica al suelo, mismas que al degradarse se incorpora paulatinamente y da origen al humus estable que, a su vez aporta nuevamente CO₂ al entorno (Ordoñez-Díaz, 1999²⁸).

Para estimar la captura unitaria de carbono se estima el carbono contenido en diferentes almacenes (que pueden ser emitidos o ahorrados). Estos almacenes incluyen:

C_v= Carbono contenido en la vegetación

C_d= Carbono contenido en la materia orgánica en descomposición

C_s= Carbono contenido en los suelos

C_p= Carbono contenido en los productos forestales (muebles, papel)

C_f= Carbono ahorrado por no utilizar combustibles fósiles (proyectos bioenergéticos), aclarando que este punto no es un almacén de C.

La captura unitaria de carbono *C_t* parte de la siguiente ecuación:

²⁶Mendoza-Weber C. (2011). México: "mayor deforestación ocurre en áreas tropicales" Disponible en: <http://www.dw.de/m%C3%A9xico-mayor-deforestaci%C3%B3n-ocurre-en-%C3%A1reas-tropicales/a-14966058>. Consultada: 13/11/2014.

²⁷Ordóñez, J.A.B. y O. Masera (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*. 7(001):3-12.

²⁸Ordoñez-Díaz J.A.B. (1999). Captura de carbono en un bosque templado: El caso de San Juan Nuevo, Michoacán. INE-SEMARNAT. 73 pp

$$Ct = Cv + Cd + Cs + Cp + Cf$$

Como resultado de la sumatoria se obtiene Ct que es igual al carbono total fijado (Ton/ha) o se puede también estimar dinámicamente como:

$$Ct = \frac{Cv + Cd + Cs + Cp}{T} + \sum Cf$$

Donde T= Tiempo.

Con los datos obtenidos de los muestreos de campo dentro del área de CUSTF pretendido para el proyecto se puede estimar únicamente la cantidad de carbono contenido en la vegetación.

Los árboles absorben el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto con elementos del suelo y aire; la cantidad de CO₂ que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente del 42 % al 50 % de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Los índices de captura de carbono varían de acuerdo con el tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. El punto de saturación se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

De manera puntual en el área del proyecto se tiene lo siguiente:

Tabla IV.42. Biomasa forestal y captura de carbono por la vegetación presente en el predio en donde se solicita cambio de uso del suelo.

ESPECIE	VTA (m ³ /Ha)	DENSIDAD BÁSICA (Ton/m ³ /ha)	BIOMASA (Ton/ha)	FEB	BIOMASA TOTAL (Ton/ha)	CONTENIDO DE CARBONO (Ton/ha)
<i>Alseis yucatanensis Standl.</i>	1.6570	0.65	1.0771	1.6	1.7233	0.8616
<i>Alvaradoa amorphoides Liebm. ssp. amorphoides</i>	0.0496	0.58	0.0288	1.6	0.0460	0.0230
<i>Annona glabra L.</i>	4.0647	0.57	2.3169	1.6	3.7070	1.8535
<i>Ardisia escallonioides Schltld. & Cham.</i>	3.3316	0.62	2.0656	1.6	3.3050	1.6525
<i>Bauhinia divaricata L.</i>	0.0605	0.67	0.0405	1.6	0.0649	0.0324
<i>Brosimum alicastrum Sw. ssp. alicastrum</i>	7.2345	0.44	3.1832	1.6	5.0931	2.5465
<i>Bucida buceras L.</i>	1.7281	1.00	1.7281	1.6	2.7649	1.3825
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	13.6786	0.34	4.6507	1.6	7.4411	3.7206

ESPECIE	VTA (m ³ /Ha)	DENSIDAD BÁSICA (Ton/m ³ /ha)	BIOMASA (Ton/ha)	FEB	BIOMASA TOTAL (Ton/ha)	CONTENIDO DE CARBONO (Ton/ha)
<i>Byrsonima bucidaefolia</i> Standl.	1.8438	0.62	1.1431	1.6	1.8290	0.9145
<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	3.2538	0.91	2.9609	1.6	4.7375	2.3688
<i>Cecropia peltata</i> L.	0.1410	0.31	0.0437	1.6	0.0699	0.0350
<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	0.0490	0.38	0.0186	1.6	0.0298	0.0149
<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	0.1193	0.99	0.1181	1.6	0.1889	0.0944
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	0.6284	0.57	0.3582	1.6	0.5731	0.2866
<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	0.9382	0.71	0.6661	1.6	1.0658	0.5329
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	0.3794	0.27	0.1024	1.6	0.1639	0.0819
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	1.0098	0.70	0.7069	1.6	1.1310	0.5655
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	7.4541	0.74	5.5160	1.6	8.8256	4.4128
<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	0.4278	0.81	0.3466	1.6	0.5545	0.2772
<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	0.0403	0.90	0.0362	1.6	0.0580	0.0290
<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	3.1808	0.40	1.2723	1.6	2.0357	1.0179
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.0269	0.65	0.0175	1.6	0.0280	0.0140
<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	0.3423	0.97	0.3320	1.6	0.5313	0.2656
<i>Guetterda combsii</i> Urb.	0.5216	0.97	0.5059	1.6	0.8095	0.4047
<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	1.4713	0.80	1.1771	1.6	1.8833	0.9416
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	0.2052	0.56	0.1149	1.6	0.1839	0.0919
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	0.2723	0.25	0.0681	1.6	0.1089	0.0545
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	0.0294	0.17	0.0050	1.6	0.0080	0.0040
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	0.1696	0.53	0.0899	1.6	0.1438	0.0719
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. <i>leucocephala</i>	0.0343	0.84	0.0288	1.6	0.0461	0.0231
<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	2.1616	0.69	1.4915	1.6	2.3864	1.1932
<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	9.9068	0.69	6.8357	1.6	10.9371	5.4686
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	1.9054	0.69	1.3147	1.6	2.1036	1.0518
<i>Luehea speciosa</i> Willd.	0.7934	0.53	0.4205	1.6	0.6728	0.3364
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	9.5069	0.52	4.9436	1.6	7.9098	3.9549
<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	9.3339	1.13	10.5473	1.6	16.8756	8.4378
<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	19.7875	0.88	17.4130	1.6	27.8607	13.9304
<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	0.2520	0.59	0.1487	1.6	0.2378	0.1189
<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	0.0885	0.56	0.0496	1.6	0.0793	0.0397
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	4.7045	0.69	3.2461	1.6	5.1937	2.5969

ESPECIE	VTA (m ³ /Ha)	DENSIDAD BÁSICA (Ton/m ³ /ha)	BIOMASA (Ton/ha)	FEB	BIOMASA TOTAL (Ton/ha)	CONTENIDO DE CARBONO (Ton/ha)
<i>Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.</i>	0.2931	0.94	0.2755	1.6	0.4409	0.2204
<i>Sabal yapa C. Wright. ex Becc.</i>	1.4544	0.46	0.6690	1.6	1.0704	0.5352
<i>Semialarium mexicanum (Miers) Mennega</i>	0.6042	0.52	0.3142	1.6	0.5027	0.2514
<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	0.2300	0.73	0.1679	1.6	0.2686	0.1343
<i>Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby.</i>	0.0238	0.80	0.0191	1.6	0.0305	0.0152
<i>Simarouba amara Aubl.</i>	3.6198	0.44	1.5927	1.6	2.5483	1.2742
<i>Spondias radlkoferi Donn. Sm.</i>	0.4840	0.31	0.1500	1.6	0.2401	0.1200
<i>Swartzia cubensis (Britton & Wills) Standl. var. cubensis</i>	0.2650	0.91	0.2411	1.6	0.3858	0.1929
<i>Thouinia paucidentata Radlk</i>	2.3017	0.94	2.1636	1.6	3.4617	1.7309
<i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.</i>	0.2067	0.70	0.1447	1.6	0.2315	0.1157
<i>Vitex gaumeri Greenm.</i>	6.6646	0.56	3.7322	1.6	5.9714	2.9857
TOTAL	128.9308		86.5999		138.5598	69.2799

Como puede observarse en la tabla anterior, en el área forestal del predio donde se pretende realizar el proyecto en cuestión, las comunidades forestales de selva mediana subperennifolia contienen **69.2799** ton/ha de carbono almacenado en la vegetación.

Considerando la superficie que se determinó como forestal **133.23 ha** y los resultados obtenidos en la tabla anterior, las zonas forestales sujetas a CUSTF contienen aproximadamente **9,406.55** ton de carbono almacenado en dicha vegetación. Este sería la pérdida que se tendría en cuanto al carbono almacenado en la vegetación y representa únicamente el **0.02 %** del carbono total almacenado en la cuenca (**46, 010,720.61** toneladas) en el mismo tipo de comunidad vegetal, selva mediana subperennifolia. Con lo anterior, se puede observar que la afectación de pérdida de carbono por la vegetación por motivo de CUSTF es casi imperceptible con el capturado en la cuenca.

Es importante comentar que los muestreos realizados dentro del área de estudio no contemplaron metodologías para estimar el carbono contenido en los diversos almacenes (solo es posible el almacenado en la vegetación, resultado que fue anteriormente planteada) y por lo tanto, no se puede estimar el volumen de carbono unitario o total capturado; sin embargo, tomando como referencia la información disponible relativo al mismo se pueden hacer inferencias y estimaciones de lo que ocurre a nivel de cuenca y predio (CUSTF) en cuanto a la captura de carbono.

Entre la información presente y que es relevante se encuentran el siguiente:

Tomando como referencia información de Palm *et al.*, 1999 para zonas tropicales (citado por Callo-Concha), con la siguiente tabla se puede estimar el volumen de carbono total que se captura en la cuenca y el predio (áreas de CUSTF).

Tabla IV.43. Volúmenes de carbono capturado por diversos sistemas de uso del suelo.

SISTEMA DE USO DE LA TIERRA	C SEQUESTRADO (t ha ⁻¹)
Bosque primario	300
Bosque secundario (15 años)	159.88
Bosque maderable	100 a 200
Bosque primario intervenido	157.46
Bosque recientemente quemada	96.52
Terrenos en cambio de uso y rotación	-88 a 25
Bosque secundario (3 años)	57.02
Campo de plátano	50.14
Sistemas agroforestales	25 a 30
Rotaciones	-40 a 60
Campo de maíz	45.18
Plantación de arboles	11 a 61
Campo de yuca	37.84
Pastura	36.3
Cultivos de barbecho corto (menos de 5 años)	-5
Pasturas y praderas	-3

Tabla IV.44. Tipo de vegetación a afectar por el CUSTF.

TIPO DE VEGETACIÓN EN EL PREDIO	SUPERFICIE (ha)	HOMOLOGACIÓN CON LA TABLA DE PALM <i>et al</i> 1999	CO ₂ CAPTURADO (t/ha) SEGÚN TABLA DE PALM <i>et al</i> 1999	CO ₂ CAPTURADO EN EL ÁREA DE CUSTF (t/133.23 ha)	CO ₂ CAPTURADO POR LA VEGETACIÓN SMSP DE LA CUENCA (t/664,128.11 ha)
VEGETACIÓN SECUNDARIA SMSP	133.236	BOSQUE SECUNDARIO (15 AÑOS)	159.88	21,707.88	106,180,802.23

Tomando en cuenta los datos de las tablas anteriores y considerando que la vegetación a remover por el CUSTF para el proyecto se tiene lo siguiente:

En la cuenca Bahía Chetumal y Otras con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMSP) con una superficie de 664,128.11 ha se captura CO₂ total en una cantidad de 106, 180,802.23 toneladas. Por otro lado, se afectará por el CUSTF una superficie de 133.23 ha dominada por vegetación secundaria derivada de SMSP (bosque secundario de 15 años de sucesión) con vocación forestal, por consiguiente, se dejará de capturar por la remoción de la vegetación una cantidad similar de **21,707.88** toneladas de CO₂. Sin embargo, la pérdida de la captación del CO₂ antes mencionado representa únicamente el **0.020 %** del total de carbono total capturado en la cuenca; por lo tanto, la pérdida en la no captación de CO₂ por motivo del CUSTF es casi imperceptible más aun considerando que el proyecto plantea medidas, tales como la realización de actividades de reforestación y el mantenimiento de áreas de conservación con vegetación nativa que ayudaran a que está pérdida sea temporal y permitan la continuidad en la prestación del servicio ambiental de la captación de carbono (sumideros de carbono).

GENERACIÓN DE OXÍGENO

Los árboles son grandes responsables de purificar el aire y de producir oxígeno limpio y puro a través de sus hojas, captan la energía de la luz que en su interior se mezcla con compuestos orgánicos y libera

oxígeno. Este proceso es conocido como fotosíntesis y es muy importante, ya que sólo se necesita un árbol para producir cerca de los 360 litros de oxígeno que necesita una persona adulta por día (Fundación Chile, Ministerio de Educación de Chile).

Un árbol produce el oxígeno necesario para:

Una persona adulta

Ocho bebés

Dos niños

Cinco perros

Veinte gallinas

De acuerdo con la información obtenida, un árbol adulto o de características grandes genera 0.36 toneladas de O₂ por día.

Debido a que el arbolado por remover en el área del proyecto en cuestión es de características de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia de aproximadamente 15 años de sucesión y con vocación forestal en donde la generación de O₂ es menor a lo que genera un árbol maduro de la vegetación primaria de la selva mediana antes mencionada. En el área que se solicita para CUSTF (133.236 ha) se encontraron 102,194 elementos arbustivos y arbóreos de diferentes medidas dasométricas que visualizan que es una vegetación en mediana recuperación y con vocación forestal.

Pensando de manera extremista y considerando de que el total de elementos arbustivos y arbóreos registrados en el área de CUSTF (133.236) fueran todos adultos, entonces la remoción de la vegetación llevaría a perder la generación de oxígeno en una cantidad similar de 36,789.89 Ton/día y 13,428,311.51 ton/anual.

Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente en el área de afectación se mantendrán áreas de conservación con una cubierta vegetal similar al que se afectará por motivo del CUSTF para el desarrollo del proyecto que en conjunto seguirán prestando los servicios ambientales como la generación de O₂.

En resumen, se puede indicar que la construcción del proyecto en cuestión no afectará grandemente la captura de CO₂ y la producción de O₂ y que este efecto será mínimo, puntual y reversible, sobre todo con la ayuda de las actividades de rescate y reubicación de las especies nativas planteadas por el proyecto dentro del predio bajo estudio. Asimismo, el proyecto mantendrá áreas de conservación con vegetación que permitirán la continuidad en la prestación de los servicios de captura de carbono, almacenamiento de carbono y generación de oxígeno.

MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

Tomado un enfoque sistémico, podemos visualizar el medio físico en el que se encuentra inmerso el proyecto, como un sistema en el que existe un balance de materia y energía. Al momento de haber un cambio en la composición natural del medio, es posible generar alteraciones que rompan el equilibrio de dicho sistema. Bajo este tenor, encontramos que existirán cambios de temperatura en el sotobosque y a nivel de mesofauna, registrando aumentos de evaporación debido a la radiación directa, así como cambios en los ciclos biogeoquímicos naturales a una escala local. Sin embargo, considerando el entorno que rodea el área donde se llevará a cabo el proyecto, es posible que las alteraciones locales queden marcadas como eventos aislados, en donde la capacidad de resiliencia y resistencia del sistema, junto con medidas de mitigación, disminuyan el efecto negativo.

A manera de conclusión, podemos decir que resulta evidente el cambio de patrones climáticos locales con el desarrollo del proyecto, ya que es posible generar variaciones en la evapotranspiración, evaporación, radiación en el suelo, desecación, así como aumento de la temperatura, entre otros. Sin embargo, dichos cambios no podrán ser cruciales en la dinámica de la cuenca, dado que la superficie del predio (0.01 % de representatividad) resulta poco significativa en comparación con ésta.

A través del análisis de cada uno de los servicios ambientales arriba mencionados se puede indicar que dichos servicios serán afectados en un grado mínimo, y se puede afirmar que el proyecto es ambientalmente viable.

IV.4. Diagnóstico ambiental

En términos generales podemos decir que el diagnóstico de la calidad ambiental actual del sistema ambiental regional es que este elemento se encuentra en un estado *media* de conservación debido a la afectación antropogénica que ha sufrido al paso de los años; junto con los severos intemperismos que ha sufrido a lo largo del tiempo, y que es parte de un ecosistema confinado y fragmentado. Por lo anterior se puede mencionar que la implementación del proyecto cause un efecto poco significativo.

El área de influencia de Bacalar en el ámbito micro regional involucra tres niveles: La localización de Bacalar como eje principal norte-sur del estado, la relación funcional de Bacalar con Chetumal así como con centros potencialmente turísticos y la concurrencia de localidades rurales hacia Bacalar en demanda de servicios e infraestructura.

El sitio de estudio forma parte de la Región de Desarrollo de Bacalar, siendo que se encuentra enmarcado dentro de la zona desarrollada de localidad de Bacalar, siendo esta la costera norte, que en los últimos años ha tenido un despunte como punto turístico importante del Estado de Quintana Roo. Hoy por hoy la especulación de la tierra en la región y las marchas forzadas de los distintos órdenes de gobierno permiten suponer planes intensivos para el desarrollo de la zona, que históricamente ha sido dejada de lado en su ordenamiento y desarrollo, prueba de ello es que Bacalar, aun cuando es la segunda comunidad más antigua del estado, no cuenta con su propio Plan de Desarrollo Urbano.

Como se ha referido, el predio donde se desarrollará el proyecto se localiza de manera aledaña a la Carretera Federal 307 Chetumal-Cancún. Esta es la principal y más rápida vía de comunicación en la región con gran afluencia vehicular aun en altas horas de la noche, ya que en su recorrido se ubica la zona turística más importante de la zona sur de la entidad que es la Costa Maya, por lo que cuenta con

una carretera de concreto hidráulico la cual divide físicamente al territorio en zona Este y Oeste. Además de algunas brechas que conducen a zonas agropecuarias de los ejidos establecidos en la zona. Así como de que al derecho de vía se le mantiene bajo un programa permanente de mantenimiento. Por lo que se puede decir que la situación anterior sí ha afectado la distribución natural de la fauna silvestre, para la cual la carretera federal se ha convertido en una barrera física difícil de salvar. Además, de que el ruido generado contribuye alejamiento de la fauna mayor, sobre todo por la noche que es cuando circula el mayor número de vehículos pesados. De esta manera y en el sentido general, se considera que la zona se encuentra fragmentada y los procesos naturales no manifiestan la continuidad que requiere y que permita el desarrollo de la vida natural.

De igual manera, la Carretera Federal ha contribuido a las modificaciones de la naturaleza edafológica de la zona por lo que, debido a las labores de despalme, relleno y nivelación, se han transformado de manera puntual las condiciones del suelo típico de la zona y que consisten en capas de Litosol-Rendzinas, sobre las que se han adicionado capas de material de banco.

En la zona de interés, la estructura de este sistema está dada por la presencia de un conjunto de ecosistemas naturales, mismos que corresponden con la selva mediana subperennifolia con distintos grados de desarrollo (lo que incluye un importante componente secundario).

De esta manera, la vegetación selvática se extiende ampliamente por toda la región denominada Laguna de Bacalar. Sin embargo, también es evidente que esta distribución se encuentra fragmentada.

No se tendrá ningún tipo de afectación a este ecosistema, las estructuras a realizar y los materiales que se emplearán no son factores de alteración, ni generación de subproductos que pudieran generar la modificación de la calidad de aire, agua, suelo y subsuelo.

Por otra parte, y dada la naturaleza del proyecto, se habrán de aplicar todas las medidas de mitigación y corrección que se requieran para minimizar al máximo cualquier factor que pudiera alterar los ecosistemas de la región.

Con respecto a la contratación de mano de obra, en los municipios de Bacalar y Othon P. Blanco es posible la contratación de todo tipo de personal, por lo que el proyecto no generará procesos migratorios adicionales; dentro de este ámbito se continúa manifestando un área de influencia local.

En el único aspecto que el proyecto habrá de tener un área de influencia regional y/o nacional, consiste en el aspecto económico, ya que gran parte de las actividades de planeación, así como algunos de los materiales que se requieren para el establecimiento de la obra deben ser adquiridos en localidades distantes como es la ciudad de Chetumal, Cancún, o Mérida (en el vecino estado de Yucatán).

El proyecto tendrá un impacto social y ambiental puesto que su implementación permitirá reducir la emisión de 29,866.44 toneladas de CO₂ al año al producir energía limpia, lo que equivale a plantar alrededor de 96 hectáreas de bosque y conservarlas por 10 años.

Finalmente, el proyecto no se emplaza sobre ninguna localidad indígena, por lo que el proyecto no pone en riesgo los usos y costumbres de los grupos indígenas existentes.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.

IX.1 Presentación de la información.

De acuerdo a lo estipulado por SEMARNAT, se entregan *un ejemplar impreso* del **Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional** así como en *archivo electrónico* 4 Cd's y 1 Cd para consulta pública. Se incluye planos, imágenes, datos de campo del inventario forestal del predio y bibliografía. Es esta sección únicamente se presentan los documentos a manera de anexos, como se indica a continuación.

IX.1.1 Cartografía.

Se presenta el plano georreferenciado del proyecto y de los polígonos por los cuales se solicita el Cambio de Uso de Suelo.

IX.1.2 Fotografías.

Se presenta la memoria fotografía del predio del proyecto en las visitas de campo realizadas.

IX.1.3 Videos.

No se incluye ningún video.

IX.2 Otros anexos.

IX.2.1 Memorias.

Estudio de impacto social para el Parque Solar.

IX.2.2 Anexos.

1. Resumen ejecutivo
2. Documentación legal del promovente
3. Responsables de la elaboración del estudio
4. Programas aplicables
5. Memoria fotográfica
6. Bases de datos
7. Estudio de impacto social

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1 Identificación de impactos.

En este capítulo se identifican y evalúan 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. 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, 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.

Se realizó un listado de las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla V.1. Actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna
	Desmante y despalme
	Zanjado para la red de conducción eléctrica
	Relleno, compactación y nivelación del terreno
Construcción	Perforación y colocación de pilares
	Caminos internos
	Instalación de estructura y armado de paneles
	Instalación del cercado perimetral
	Subestación
	Generación de residuos
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones
	Actividades de supervisión
	Manejo de los residuos
	Manejo de residuos sólidos

En base al listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean abióticos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades (**Tabla V.2**). 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 etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

De acuerdo a lo antes mencionado se propone el listado de Indicadores ambientales:

Tabla V.2 Componentes e indicadores identificados.

COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR
Abióticos	Clima	Recarga de agua
	Atmósfera	Calidad del aire
	Suelo	Calidad del suelo
	Agua	Uso y calidad del agua subterránea
	Ruido	Nivel de ruido
	Procesos	Erosión del suelo
	Morfología	Relieve
Bióticos	Flora	Cobertura vegetal
	Fauna	Presencia de fauna
Socioeconómicos	Paisaje	Interés estético
	Empleo y mano de obra	Contratación de personal
	Desarrollo económico	Demanda de bienes y servicios
	Circulación vial	Flujo vehicular

V.1.2 Lista descriptiva de los indicadores de impacto.

A continuación, se hace una breve descripción de los indicadores justificando su selección.

Recarga de agua: Alteración de las dinámicas de los escurrimientos naturales por efecto colateral de la construcción.

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 de las actividades constructivas.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general o residuos peligrosos (químicos) como pueden ser aceites, pinturas, gasolinas etc. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo debido a los cambios en el relieve como puede ser compactación y nivelación del terreno.

Calidad de agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a la infiltración de los contaminantes, partículas disueltas, extracción del sustrato, derrames accidentales de aceites o combustibles, o cualquier sustancia que afecte el medio acuático natural.

Nivel de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinaria y/o equipo utilizada durante las actividades del proyecto.

Erosión del suelo: Se refiere a las modificaciones que ocasionará el proyecto en cuanto a la modificación del suelo por exposición a la acción erosiva del viento o lluvia, debido a exposición (retiro de cubierta vegetal) u otras modificaciones.

Relieve: Debido a la formación relativamente plana del predio, cualquier movimiento de tierra presentará cambios insignificantes en el relieve original.

Cobertura vegetal: 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 cobertura y pérdida) y al tipo de vegetación afectada.

Presencia de fauna: 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, etc.

Interés estético: 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. La estructura del paisaje se refiere a las afectaciones que tendrá el paisaje producto de las actividades del proyecto (eliminación de la cobertura vegetal, construcción de obras o indebido manejo de residuos).

Contratación de personal: Se refiere a las oportunidades de empleo que generará el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Demanda de bienes 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.

Flujo vehicular: Durante la etapa de construcción, se utilizarán vehículos para el transporte; pudiendo provocar el aumento en el flujo vehicular en la carretera de acceso al predio y en la terracería que conduce al sitio del proyecto.

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación.

V.1.3.1 Criterios.

Para la realización del estudio de los impactos ambientales referente a la construcción de infraestructura del **Parque Solar Andrés Quintana Roo**, Bacalar, Quintana Roo, se utilizó la matriz de interacciones basado en el método propuesto por Leopold (1971). Esta metodología permite identificar los posibles efectos adversos que el proyecto pueda tener sobre los factores o atributos del medio ambiente, a fin de estar en posibilidad de intervenir en la toma de decisiones sobre su implementación y la reglamentación existente. Esto con el objeto de que dichos impactos o efectos adversos se presenten en la menor medida posible, logrando con ello el máximo aprovechamiento de los recursos de que se dispone en el área para su ejecución.

En el presente estudio se consideran los siguientes criterios para la clasificación de los diferentes impactos ambientales:

a) **Por la importancia del impacto.** Pondera (juicio de valor) el peso relativo de la interacción. En la matriz de impacto ambiental se incluyen únicamente aquellas etapas de proyecto que interaccionan de manera benéfica o perjudicial con el medio ambiente:

- 1 = Baja
- 2 = Media
- 3 = Alta

b) **Por su magnitud.** Este segundo criterio se apoyó con los signos (+) y (-), en el primero se empleó para calificar a aquellos impactos que favorecían el crecimiento y desarrollo de un factor del ambiente. Se calificó con lo contrario a aquellos impactos donde el factor sufría merma o riesgo a desaparecer.

- 3 = Impacto Negativo Alto
- 2 = Impacto Negativo Moderado
- 1 = Impacto Negativo Bajo
- +3 = Impacto Positivo Alto
- +2 = Impacto Positivo Moderado
- +1 = Impacto Positivo Bajo

c) **Por su capacidad de Recuperación.** Se refiere a la posibilidad de recuperación de las características originales del sitio impactado.

2 = *Impacto Irreversible*: Con este valor se designó a aquellos impactos que cuando cesa la actividad que los genera, el factor afectado no puede recuperar su calidad o cantidad originales.

1 = *Impacto Parcialmente reversible*: En este apartado se colocaron aquellos impactos en los cuales no se logra apreciar una degradación en la calidad o cantidad del factor sobre el cual se ejerce presión. Es decir, que pueden ser reversibles a largo plazo.

0 = *Impacto Reversible*: Con este valor se clasificó a aquel impacto que ejerce un efecto sobre un factor del ambiente, que al momento de cesar la actividad que lo genera tiene la capacidad de recuperarse en el corto plazo.

Es importante señalar que en la matriz, las celdas en blanco indican que no se consideran impactos o no existen efectos ni positivos ni negativos a los elementos del medio ambiente.

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

Con los criterios previamente definidos, se procedió al ensamble de dos matrices para la calificación de los impactos ambientales. Los efectos de los impactos ambientales se evaluaron según la metodología recomendada por Canter (1998) y Glasson *et al*, (1999), la cual consiste en una adaptación de la matriz de Leopold (1971). Con esto se construyeron dos matrices que califican tres criterios de impacto ambiental. La matriz de Leopold, es una herramienta que se fundamenta en una relación causa-efecto, lo cual permite sintetizar y visualizar los efectos que el proyecto generará sobre los factores ambientales. Con esta matriz, se pueden evaluar los impactos de acuerdo a importancia, efectos sobre el ambiente y capacidad de recuperación de los sistemas (Glasson *et al*, 1999; Canter, 1998).

a) **Matriz de Importancia de Impacto y Matriz de Efectos Positivos-Negativos.**

En esta tabla se colocaron los factores ambientales relacionados con las fases del proyecto y se empleó la escala de calificación de valores. Esta metodología brinda una idea de que tan amplia es la gama de afectación del proyecto, sin embargo no nos dice cómo se dañan o benefician los diferentes factores del medio ambiente (ver **Figura V.1**).

Se identificaron un total de **147** posibles interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto; de las cuales se presentan impactos en **147** de ellas; **117** interacciones fueron clasificadas como negativas, mientras que **30** serán positivas.

b) **Capacidad de Recuperación.** En ella se aprecian los diferentes efectos del proyecto sobre el sistema ambiental clasificándolos en cómo será la respuesta de cada factor al cese de la actividad que origina el impacto. Con esta matriz se obtuvo la descripción a detalle de los efectos sobre los elementos del ambiente (**Figura V.2**).

Si bien el proyecto no contempla una fase de abandono como tal, es importante conocer el comportamiento de los elementos del sistema ambiental a fin de conocer cuál es la fragilidad o fortaleza del mismo.

Mientras que de los **121** impactos identificados, **17** (14%) se identificaron como impactos irreversibles, **73** (60%) como impacto parcialmente reversible, así como **31** (26%) fueron considerados como reversible. Como irreversibles se calificaron los impactos generados por erosión del suelo, relieve, cobertura vegetal, presencia de fauna e interés estético. Mientras que todos los factores se consideraron como reversibles, a excepción de uso y calidad de agua subterránea y relieve.

MATRIZ DE INTERACCIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO Y LOS INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL																			
Magnitud: Indica el tamaño y la naturaleza de la interacción. (+ o -) Importancia: pondera el peso relativo de la interacción. Impacto ambiental Positivo Impacto ambiental Negativo			Actividades durante el desarrollo de la obra																
			Preparación del sitio				Construcción					Operación y mantenimiento			Totales				
			Rescate de flora y fauna	Des monte y despalme	Zanajado para la red de conducción eléctrica	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Perforación y colocación de pilares	Caminos internos	Instalación de estructura y armado de paneles	Instalación del cercado perimetral	Subestación	Generación de residuos	Funcionamiento de las instalaciones	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Mandato de residuos sólidos	Sin impacto ambiental	Impactos ambientales positivos	Impactos ambientales negativos	Total de impactos
Factores e indicadores de impacto susceptibles a ser afectados por el desarrollo de la obra	abióticos	Recarga de agua		-3/3	-2/2	-3/2	-2/2		-2/1		-1/1	-2/2			-1/1	5	0	8	8
		Calidad del aire		-2/2	-1/1	-2/1	-2/2	-1/1	-2/2		-1/2	-3/2	+3/3	+3/3	-1/1	2	2	9	11
		Calidad del suelo	-1/1	-3/2	-2/3	-3/3	-3/3	-2/1	-2/3	-1/1	-2/2	-3/3	-2/1	-1/1	-1/1	0	0	13	13
		Uso y Calidad del agua subterránea		-1/1	-1/1	-3/1	-2/1		-2/1			-3/2			-1/1	6	0	7	7
		Nivel de ruido	-1/1	-3/3	-2/2	-3/1	-3/2	-2/2	-3/2	-1/1	-1/1	-1/1		-1/1	-1/1	1	0	12	12
		Erosión del suelo	-1/1	-3/3	-3/1	-3/3	-3/3	-2/1	-3/3	-1/1	-2/2	-2/1	-2/2	-1/1	-1/1	0	0	13	13
	Relieve		-2/1	-2/1	-2/1	-2/2	-1/1	-2/1		-2/1	-1/1			-1/1	4	0	9	9	
	bióticos	Cobertura vegetal	+3/2	-3/3	-1/1	-3/3	-3/3	-1/1	-3/3	-1/2	-3/2	-1/1	-1/2	-1/1	-1/1	0	1	12	13
		Presencia de fauna	+3/2	-3/2	-1/2	-1/3	-3/2	-1/1	-2/2	-3/2	-3/2	-2/3	-1/1		-2/1	1	1	11	12
	socioeconómicos	Interés estético	+1/3	-3/3	-1/2	-3/2	-3/3	-2/2	-3/3	-3/2	-3/2	-1/2			-3/1	1	1	11	12
Contratación de personal		+1/2	+2/3	+1/2	+2/1	+3/2	+2/3	+3/3	+2/2	+2/2	+1/1	+1/1	+2/2	+1/1	0	13	0	13	
Demanda de bienes y servicios		+1/1	+2/2	+1/1	+2/1	+2/2	+2/2	+2/2	+2/2	+1/1	+1/1		+1/3	+1/1	1	12	0	12	
Flujo vehicular		-1/1	-1/2	-1/1	-1/1	-3/3	-3/2	-2/2	-1/1	-1/1	-1/1		-1/1	-1/1	1	0	12	12	
Totales	Sin impacto ambiental	4	0	0	0	0	2	0	4	1	0	6	5	0	22				
	Impactos ambientales positivos	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2		30			
	Impactos ambientales negativos	4	11	11	11	11	9	11	7	10	11	5	5	11			117		
	Total de impactos	9	13	13	13	13	11	13	9	12	13	7	8	13				147	

Figura V.1 Matriz de interacción de impactos ambientales. Criterios: Magnitud, Importancia y Tipo.

MATRIZ DE RELACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR SU CAPACIDAD DE RECUPERACIÓN																		
SIMBOLOGIA 2 = Impacto Irreversible 1 = Impacto Parcialmente reversible 0 = Impacto Reversible			Actividades durante el desarrollo de la obra															
			Preparación del sitio				Construcción						Operación y mantenimiento			Capacidad de recuperación		
			Rescate de flora y fauna	Desmonte y despalme	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Perforación y colocación de pilares	Caminos internos	Instalación de estructura y armado de paneles	Instalación del cercado perimetral	Subestación	Generación de residuos	Funcionamiento de las instalaciones	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Manejo de residuos sólidos	Impacto irreversible	Impacto parcialmente reversible	Impacto Reversible
Factores e indicadores de impacto susceptibles a ser afectados por el desarrollo de la obra	abióticos	Recarga de agua		1	1	1	1		1	0	1	1	0	0	1	0	8	3
		Calidad del aire	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	5	8
		Calidad del suelo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12	1
		Uso y Calidad del agua subterránea		1	1	1	1		1			1			1	0	7	0
		Nivel de ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	11
		Erosión del suelo	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	11	1
		Relieve		1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	4	8	0
	bióticos	Cobertura vegetal	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	9	3
		Presencia de fauna	0	0	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	2	8	3
	socioeconómicos	Interés estético	0	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	9	3	1
		Contratación de personal																
Demanda de bienes y servicios																		
Flujo vehicular																		
															17	73	31	

Figura V.2 Matriz de interacción de impactos ambientales. Criterios: Capacidad de recuperación.

V.2 Caracterización de los impactos.

A continuación se realiza una descripción de impactos ambientales conforme a su importancia y magnitud, agrupándolos de acuerdo a la etapa del proyecto en la que se presentarán (**Figura V.1 Matriz de impactos**):

V.2.1 Preparación del sitio

Rescate de flora y fauna (5 impacto positivo y 4 impactos negativos).- Como primera actividad del proyecto, entre los impactos positivos para esta etapa son considerados la contratación de personal, los cuales al realizar la actividad de rescate y reubicación de flora y fauna, causarían ruido por patrullaje y obras manuales, así como la entrada de vehículos.

Desmante y despalme (2 impacto positivo y 11 impactos negativos).- Las obras relacionadas con el proyecto implican el cambio de uso de suelo, es decir habrá remoción de la cobertura vegetal afectando con esto el hábitat natural de las distintas especies de fauna habitante en el predio. Durante esta etapa también son considerados la generación de impactos positivos, como lo son la contratación de personal, junto con la demanda de bienes y servicios.

Zanjado para la red de conducción eléctrica (2 impactos positivos y 11 impactos negativos).- Se afectará la cobertura del suelo, ya que este sufrirá modificaciones fisicoquímicas, y la calidad del aire por la generación de gases, polvos provenientes del equipo y maquinaria utilizada. Con respecto al ruido se generará una contaminación sonora producto de los equipos y maquinarias utilizadas durante la actividad. Otro impacto que se considera negativo durante la excavación es la afectación a la fauna, ya que esta sufrirá un desplazamiento y modificación de su hábitat natural. Al igual en esta actividad se consideran los impactos positivos como lo son la generación temporal de empleos y generación de insumos.

Relleno, compactación y nivelación del terreno (2 impactos positivos y 11 impactos negativos).- La modificación se acentuará en el uso de aguas, y en la calidad del suelo por el paso de vehículos. Se afectará por el uso de maquinaria y materiales. Con respecto a los impactos positivos se muestran la generación de contratación de personal.

V.2.2 Construcción.

Perforación y colocación de pilares (2 impactos positivos y 11 impactos negativos). – La perforación elimina la posibilidad de recuperar su aspecto original. La maquinaria utilizada en estas labores genera ruido. Se consideran impactos positivos los la contratación de personal, demanda de bienes y servicios.

Caminos internos (2 impactos positivos y 9 impactos negativos).- En estas actividades se generan impactos en el suelo, y en la calidad de aire por la generación de partículas un poco excesivas y en la calidad sonora, creando una leve contaminación temporal del ruido por la circulación de vehículos. Se consideran impactos positivos los la contratación de personal, demanda de bienes y servicios.

Instalación de estructura y armado de paneles solares (2 impactos positivos y 11 impactos negativos).- Se considera el armado de los paneles solares, inversores y subestación eléctrica. Se afectará la calidad del aire, suelo, generación de ruido. Además, se generarán empleos y servicios.

Instalación del cercado perimetral (2 impactos positivos y 7 impactos negativos).- Para la instalación del cercado, el movimiento de vehículos y trabajadores será constante generando diversos impactos al suelo, así como causando un adverso contraste con el interés estético del paisaje. Con respecto a la fauna se afectará por la modificación del hábitat natural. Se consideran impactos positivos la contratación de personal, demanda de bienes y servicios.

Subestación (2 impactos positivos y 10 impactos negativos).- En la preparación y construcción se generará ruido con una importancia un poco elevada. Además, se generarán empleos y servicios.

Generación de residuos (2 impactos positivos y 11 impactos negativos).- Se generarán residuos vegetales, resultado del despalme y desmonte afectando a la flora en su destrucción directa y a la fauna en la remoción de posibles sitios de refugio y/o alimentación. La dispersión de los mismos podría afectar la calidad del agua, así mismo la generación de lixiviados que se infiltren en el subsuelo, también el manejo inadecuado de los residuos podría afectar la calidad de aire, contaminación del suelo. Para la fauna este mal manejo se refleja en la abundancia y proliferación de fauna nociva. La vista escénica de la zona se vería afectada.

V.2.3 Operación y mantenimiento.

Funcionamiento de las instalaciones (2 impactos positivos y 5 impactos negativos).- En el caso de esta actividad se presentará un impacto en el uso y calidad de agua, al igual que se afectará la fauna por que tendrán que desplazarse hacia otro lugar. En cuanto a la demanda de servicios y bienes será positivo.

Supervisión y mantenimiento de la infraestructura (3 impactos positivos y 5 impactos negativos).- En el mantenimiento se verá reflejado en uso en el agua, así como afectaciones a la fauna, ya que estas por temor al paso de los humanos se irán desplazando de un lugar a otro. Como impactos benéficos se tienen la contratación de personal y demanda de servicios y bienes.

Manejo de residuos sólidos (2 impactos positivos y 11 impactos negativos).- Se impacta la calidad de agua por la defecación al aire libre o infiltraciones al manto freático, al igual que en la etapa anterior los residuos sólidos afectan al suelo y a la atmósfera, afectando también a la fauna y la calidad escénica del lugar.

V.3 Valoración de los impactos.

A continuación se realiza una descripción de impactos ambientales conforme a su importancia y magnitud, agrupándolos de acuerdo a los factores e indicadores de impacto (**Figura V.1, Matriz de impactos**):

V.3.1 Características abióticas.

- **Recarga de agua (8 impactos negativos).** Se verá afectada si las instalaciones no incluyen su manejo adecuado (drenaje pluvial), mediante una red de canales a cielo abierto que rescatan los escurrimientos naturales apegados a la topografía del predio, o bien el uso de materiales permeables que permitan la absorción del agua al subsuelo.
- **Calidad del aire (2 impacto positivo y 9 impactos negativos).** Este factor se verá impactado principalmente por la generación de gases de combustión proveniente de la maquinaria, equipos y vehículos que se empleen durante las actividades del proyecto; también se considera la generación de polvos por las actividades de carga, traslado y disposición del material. Sin embargo, estos impactos serán negativos mínimos y temporales, y de fácil mitigación. Cabe mencionar que el proyecto, en su fase de operación, no produce emisiones a la atmósfera que contribuyan al efecto invernadero por la quema de combustibles.
- **Calidad del suelo (13 impactos negativos).** La remoción de vegetación, zanjado y compactación y nivelación del terreno no solo implicará la pérdida de cobertura vegetal sino que también causará la pérdida de suelo ya que este queda expuesto. Además, el suelo podría ser impactado por derrames accidentales de hidrocarburos; sin embargo, la implementación de adecuadas medidas de prevención y mitigación reducirán significativamente el impacto.
- **Uso y calidad del agua (7 impactos negativos).** La calidad del agua se verá afectada durante la generación de residuos (aguas residuales y sólidos), esto debido a la posible contaminación de la actividad humana, en todas las etapas del proyecto. Además, la incorrecta disposición de residuos sólidos aunque con una magnitud e importancia mínima; al respecto se establecerán procedimientos adecuados de manejo de residuos sólidos.
- **Nivel de ruido (12 impactos negativos).** Las actividades desmonte y despalme ocasionarán ruido en la zona, seguida del transporte de herramientas, zanjado, relleno y compactado e instalación; estos impactos serán temporales. También se contempla que la ocupación ocasionará alza en los niveles de ruido en las etapas de preparación y construcción del sitio.
- **Erosión del suelo (13 impactos negativos).** Por otra parte, la pérdida del suelo también es resultado de la erosión que se presenta al quedarse el suelo desnudo; es decir desde el momento en que la vegetación es removida, los efectos erosivos de tipo hídrico y eólico aumentan, ocasionando la pérdida del mismo. De igual manera puede generar la compactación y endurecimiento del suelo lo que a su vez también provocaría la afectación a la calidad del suelo y provoca la disminución de la capacidad de infiltración.
- **Relieve (9 impactos negativos).** Las actividades de zanjado, relleno y compactado e instalación de estructuras ocasionarán modificación en la topografía, Aunque el relieve del lugar es muy bajo, se considera casi visible el impacto. Así como también el cercado perimetral.

V.3.2 Características bióticas.

- **Cobertura vegetal (1 impacto positivo y 12 impactos negativos).** El proyecto considera la remoción de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; sin embargo, esto indica que es una vegetación sucesional que se encuentra en constante presión por la expansión de diferentes obras y actividades desarrolladas dentro de la región (como áreas agrícolas).
- **Presencia de fauna (1 impacto positivo y 11 impactos negativos).** La remoción de vegetación inherentemente afectará el hábitat ya que se modifican las condiciones y características físicas y biológicas que son necesarias para la supervivencia y reproducción de las especies de fauna. Las actividades del proyecto supondrán el retiro temporal de la fauna presente en el sitio. Sin embargo, se prevé que una vez terminadas las obras del edificio, la fauna utilice los alrededores del predio de manera similar a antes de la implementación del proyecto.

V.3.3 Características socioeconómicas.

- **Interés estético (1 impacto positivo y 11 impactos negativos).** La instalación de paneles, causará la modificación del paisaje natural, por lo que es considerado un impacto ambiental. El paisaje será afectado negativamente de manera radical en el área del proyecto se permitirá el crecimiento de pasto corto en el área de paneles. A pesar de que será delimitado por la seguridad con cerca, el proyecto será de difícil visibilidad parcialmente por la vegetación. Además, un incorrecto manejo de residuos sólidos y líquidos podría generar cambios en el mismo, por lo que será necesario establecer mecanismos de manejo adecuados.
- **Contratación de personal (13 impactos positivos).** La implementación del proyecto contribuirá positivamente con los factores socioeconómicos, generando empleos directos y permanentes.
- **Demanda de bienes y servicios (12 impactos positivos).** La inversión económica realizada en la instalación del proyecto tiene efectos económicos positivos en la región y la comunidad. Se requerirán de diversos servicios durante la implementación del proyecto como son renta de maquinaria y equipos, así como renta de letrinas móviles para el uso de los empleados, servicio de alimentación, entre otros.
- **Flujo vehicular (12 impactos negativos).** Durante la etapa de preparación y construcción del parque solar, se ocasionarán problemas de tránsito debido a la presencia de transportistas de materiales y de personal, sin embargo con la correcta vigilancia y zona de horarios se podría mitigar este factor.

Tabla de Calificaciones y Clasificación jerárquica

De manera complementaria y a fin de evaluar los impactos identificados mediante la matriz de Leopold, se presenta la tabla de Calificaciones y Clasificación jerárquica, en donde con base a la calificación de los criterios descritos, se evalúa de manera cuantitativa la presencia del impacto sobre los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos.

A continuación se presentan las tablas de evaluación de los impactos de acuerdo con los criterios antes descritos y de acuerdo con las palabras clave: I = Importancia M = Magnitud R = Recuperación. Al final de cada evaluación, se pondera el rango en el que se presenta el impacto y se relaciona la sumatoria de la evaluación con la siguiente tabla clasificadora de jerarquías:

Impacto Bajo	Impacto Medio	Impacto Alto
0-2	3-5	6-8

En la siguiente tabla de valores y rangos asignados a los impactos identificados en las diferentes etapas del proyecto:

Tabla V.3. Jerarquización de impactos ambientales (M=magnitud, I=importancia, R=Recuperación).

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Interés estético	-	3	3	2	8	Alto
Construcción	Subestación	Interés estético	-	3	3	2	8	Alto
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Erosión del suelo	-	3	3	1	7	Alto
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Erosión del suelo	-	3	3	1	7	Alto
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Interés estético	-	3	2	2	7	Alto
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Presencia de fauna	-	3	2	2	7	Alto
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Interés estético	-	3	2	2	7	Alto
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Recarga de agua	-	3	3	1	6	Alto
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Calidad del suelo	-	3	2	1	6	Alto
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Nivel de ruido	-	3	3	0	6	Alto
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Cobertura vegetal	-	3	3	0	6	Alto
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Calidad del suelo	-	2	3	1	6	Alto
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Calidad del suelo	-	3	3	1	6	Alto
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Cobertura vegetal	-	3	3	1	6	Alto
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Calidad del suelo	-	3	3	1	6	Alto
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Erosión del suelo	-	3	3	1	6	Alto
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Cobertura vegetal	-	3	3	1	6	Alto
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Presencia de fauna	-	3	2	1	6	Alto
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Interés estético	-	3	3	2	6	Alto
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Flujo vehicular	-	3	3		6	Alto
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Erosión del suelo	-	3	3	2	6	Alto
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Cobertura vegetal	-	3	3	2	6	Alto
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Interés estético	-	3	3	2	6	Alto

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Contratación de personal	+	3	3		6	Alto
Construcción	Generación de residuos	Calidad del suelo	-	3	3	1	6	Alto
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Calidad del aire	+	3	3	0	6	Alto
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Calidad del aire	+	3	3	0	6	Alto
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Cobertura vegetal	+	3	2	0	5	Medio
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Presencia de fauna	+	3	2	0	5	Medio
Preparación del sitio	Desmote y despalme	Calidad del aire	-	2	2	1	5	Medio
Preparación del sitio	Desmote y despalme	Presencia de fauna	-	3	2	0	5	Medio
Preparación del sitio	Desmote y despalme	Contratación de personal	+	2	3		5	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Recarga de agua	-	2	2	1	5	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Recarga de agua	-	3	2	1	5	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Recarga de agua	-	2	2	1	5	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Nivel de ruido	-	3	2	0	5	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Contratación de personal	+	3	2		5	Medio
Construcción	Caminos internos	Contratación de personal	+	2	3		5	Medio
Construcción	Caminos internos	Flujo vehicular	-	3	2		5	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Calidad del suelo	-	2	3	1	5	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Nivel de ruido	-	3	2	0	5	Medio
Construcción	Subestación	Calidad del suelo	-	2	2	1	5	Medio
Construcción	Subestación	Erosión del suelo	-	2	2	1	5	Medio
Construcción	Subestación	Cobertura vegetal	-	3	2	1	5	Medio
Construcción	Subestación	Presencia de fauna	-	3	2	1	5	Medio
Construcción	Generación de residuos	Calidad del aire	-	3	2	1	5	Medio
Construcción	Generación de residuos	Uso y Calidad del agua	-	3	2	1	5	Medio

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
		subterránea						
Construcción	Generación de residuos	Presencia de fauna	-	2	3	1	5	Medio
Construcción	Generación de residuos	Interés estético	-	3	2	1	5	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Interés estético	-	3	1	1	5	Medio
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Interés estético	+	1	3	0	4	Medio
Preparación del sitio	Desmante y despalme	Relieve	-	2	1	1	4	Medio
Preparación del sitio	Desmante y despalme	Demanda de bienes y servicios	+	2	2		4	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Nivel de ruido	-	2	2	0	4	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Erosión del suelo	-	3	1	1	4	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Interés estético	-	1	2	1	4	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Uso y Calidad del agua subterránea	-	3	1	1	4	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Nivel de ruido	-	3	1	0	4	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Relieve	-	2	1	1	4	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Presencia de fauna	-	1	3	1	4	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Calidad del aire	-	2	2	1	4	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Uso y Calidad del agua subterránea	-	2	1	1	4	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Relieve	-	2	2	1	4	Medio
Construcción	Perforación y colocación de pilares	Demanda de bienes y servicios	+	2	2		4	Medio
Construcción	Caminos internos	Calidad del suelo	-	2	1	1	4	Medio
Construcción	Caminos internos	Nivel de ruido	-	2	2	0	4	Medio
Construcción	Caminos internos	Interés estético	-	2	2	2	4	Medio
Construcción	Caminos internos	Demanda de bienes y	+	2	2		4	Medio

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
		servicios						
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Recarga de agua	-	2	1	1	4	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Calidad del aire	-	2	2	0	4	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Uso y Calidad del agua subterránea	-	2	1	1	4	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Presencia de fauna	-	2	2	2	4	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Demanda de bienes y servicios	+	2	2		4	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Flujo vehicular	-	2	2		4	Medio
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Cobertura vegetal	-	1	2	1	4	Medio
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Contratación de personal	+	2	2		4	Medio
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Demanda de bienes y servicios	+	2	2		4	Medio
Construcción	Subestación	Calidad del aire	-	1	2	1	4	Medio
Construcción	Subestación	Contratación de personal	+	2	2		4	Medio
Construcción	Generación de residuos	Recarga de agua	-	2	2	1	4	Medio
Construcción	Generación de residuos	Erosión del suelo	-	2	1	1	4	Medio
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Erosión del suelo	-	2	2	1	4	Medio
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Contratación de personal	+	2	2		4	Medio
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Demanda de bienes y servicios	+	1	3		4	Medio
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Contratación de personal	+	1	2		3	Medio
Preparación del sitio	Desmote y despalme	Flujo vehicular	-	1	2		3	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Uso y Calidad del agua subterránea	-	1	1	1	3	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Relieve	-	2	1	1	3	Medio

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Presencia de fauna	-	1	2	1	3	Medio
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Contratación de personal	+	1	2		3	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Calidad del aire	-	2	1	0	3	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Contratación de personal	+	2	1		3	Medio
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Demanda de bienes y servicios	+	2	1		3	Medio
Construcción	Caminos internos	Erosión del suelo	-	2	1	1	3	Medio
Construcción	Instalación de estructura y armado de paneles	Relieve	-	2	1	2	3	Medio
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Calidad del suelo	-	1	1	1	3	Medio
Construcción	Subestación	Relieve	-	2	1	2	3	Medio
Construcción	Generación de residuos	Relieve	-	1	1	1	3	Medio
Construcción	Generación de residuos	Cobertura vegetal	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Calidad del suelo	-	2	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Cobertura vegetal	-	1	2	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Interés estético	-	1	2	2	3	Medio
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Calidad del suelo	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Erosión del suelo	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Cobertura vegetal	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Recarga de agua	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Calidad del aire	-	1	1	1	3	Medio
Operación y	Generación de residuos sólidos	Calidad del suelo	-	1	1	1	3	Medio

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
mantenimiento								
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Uso y Calidad del agua subterránea	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Nivel de ruido	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Erosión del suelo	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Relieve	-	1	1	1	3	Medio
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Presencia de fauna	-	2	1	0	3	Medio
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Calidad del suelo	-	1	1	0	2	Bajo
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Nivel de ruido	-	1	1	0	2	Bajo
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Erosión del suelo	-	1	1	0	2	Bajo
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Demanda de bienes y servicios	+	1	1		2	Bajo
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Preparación del sitio	Desmote y despalme	Uso y Calidad del agua subterránea	-	1	1	1	2	Bajo
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Calidad del aire	-	1	1	0	2	Bajo
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Cobertura vegetal	-	1	1	1	2	Bajo
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Demanda de bienes y servicios	+	1	1		2	Bajo
Preparación del sitio	Zanjado para la red de conducción eléctrica	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Preparación del sitio	Relleno, compactación y nivelación del terreno	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Construcción	Camino internos	Calidad del aire	-	1	1	0	2	Bajo
Construcción	Camino internos	Relieve	-	1	1	2	2	Bajo
Construcción	Camino internos	Cobertura vegetal	-	1	1	1	2	Bajo
Construcción	Camino internos	Presencia de fauna	-	1	1	1	2	Bajo

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Nivel de ruido	-	1	1	0	2	Bajo
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Erosión del suelo	-	1	1	1	2	Bajo
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Construcción	Subestación	Recarga de agua	-	1	1	1	2	Bajo
Construcción	Subestación	Nivel de ruido	-	1	1	0	2	Bajo
Construcción	Subestación	Demanda de bienes y servicios	+	1	1		2	Bajo
Construcción	Subestación	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Construcción	Generación de residuos	Nivel de ruido	-	1	1	1	2	Bajo
Construcción	Generación de residuos	Contratación de personal	+	1	1		2	Bajo
Construcción	Generación de residuos	Demanda de bienes y servicios	+	1	1		2	Bajo
Construcción	Generación de residuos	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Presencia de fauna	-	1	1	1	2	Bajo
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Contratación de personal	+	1	1		2	Bajo
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Nivel de ruido	-	1	1	0	2	Bajo
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Interés estético				2	2	Bajo
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Cobertura vegetal	-	1	1	0	2	Bajo
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Contratación de personal	+	1	1		2	Bajo
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Demanda de bienes y servicios	+	1	1		2	Bajo
Operación y mantenimiento	Generación de residuos sólidos	Flujo vehicular	-	1	1		2	Bajo
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Relieve				1	1	Bajo

ETAPA	ACTIVIDAD	FACTOR	Clase	Magnitud	Importancia	Recuperación	TOTAL	RANGO
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Presencia de fauna				1	1	Bajo
Preparación del sitio	Rescate de flora y fauna	Calidad del aire				0	0	Bajo
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Recarga de agua				0	0	Bajo
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Calidad del aire				0	0	Bajo
Construcción	Instalación del cercado perimetral	Relieve				1	0	Bajo
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Recarga de agua				0	0	Bajo
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Nivel de ruido				0	0	Bajo
Operación y mantenimiento	Funcionamiento de las instalaciones	Relieve				2	0	Bajo
Operación y mantenimiento	Supervisión y mantenimiento de las instalaciones	Recarga de agua				0	0	Bajo

V.4 Impactos residuales.

El impacto residual más importante del desarrollo del proyecto “Parque Solar Andrés Quintana Roo” es la reducción de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, misma que es desplazada, para permitir el tránsito en algunas áreas de apoyo del proyecto como las áreas de instalación de los paneles solares, área de inversores y subestación. Estos impactos se mitigan al favorecer un tipo de vegetación compatible con la operación del proyecto, conformada por pastizales u otras herbáceas que no superen los 10 cm de altura.

Por la naturaleza del proyecto, los impactos residuales identificados se asocian con la remoción de vegetación, como son la pérdida de cobertura vegetal y por lo tanto la erosión de suelo y la modificación del interés estético.

Todos estos impactos serán justificados por la producción de energía eléctrica limpia, disponible para la red eléctrica nacional, potencialmente desplazando electricidad producida con la combustión de hidrocarburos, que liberan gases de efecto invernadero y otros contaminantes a la atmósfera.

Al no requerir combustible para su operación, ni utilizar químicos o alguna otra fuente de energía, la operación del Parque Solar limitará los impactos residuales.

V.5 Impactos acumulativos.

Podemos concluir que los impactos ambientales acumulativos de mayor relevancia que generará el proyecto son los impactos de pérdida de suelo, la Afectación al hábitat, el Desplazamiento de individuos de fauna y la Modificación del paisaje natural están sumamente asociados con el impacto de Pérdida de vegetación.

Es por ello, que se busca aplicar medidas de mitigación para aquellos efectos adversos que generen las acciones de las vocaciones, y además potenciar aquellos efectos favorables que pudieran existir.

V.6 Conclusiones

De acuerdo a la información previamente generada y la identificación y evaluación de los impactos mostrada en los apartados anteriores, se pueden concluir los siguientes puntos:

1. En la etapa de preparación y construcción del sitio del proyecto será donde se generarán la mayoría de los impactos ambientales (interacciones), mientras que en la etapa de operación y mantenimiento se reducen la cantidad de impactos generados.

2. La remoción de cobertura vegetal implica, además del impacto de pérdida de cobertura vegetal, la generación de diferentes impactos como son la calidad de suelo, interés estético, presencia de fauna y la erosión del suelo. Aun y cuando estos impactos son altos; los ecosistemas presentes en este tipo de vegetación se encuentran representados dentro y fuera del SAR, lo que también mantiene la conectividad de las especies de fauna, **por lo que el desarrollo del proyecto no ponen en riesgo la integridad y funcionalidad eco sistémica del SAR.**

3. El impacto de alteración a la **calidad del suelo** por el manejo de los residuos generados en las diferentes etapas del proyecto será considera es mínimo, además de que la aplicación de las adecuadas medidas de prevención y mitigación, el impacto deberá reducirse aún más **por lo tanto no pondrá en peligro la calidad del suelo del SAR.**

4. Los impactos de alteración a **calidad aire y nivel de ruido** en las diferentes etapas del proyecto serán mínimos, ya que las fuentes que generarán los impactos se encontrarán en espacios abiertos lo que permite la dispersión de polvos y ruido además que solo se darán temporalmente. **Por lo que no se podría en peligro la calidad de la atmósfera ni el confort sonoro.**

5. **Toda vez** que el proyecto no considera perforaciones profundas y que se tomaran las medidas preventivas para evitar derrames accidentales de hidrocarburos, residuos químicos o lixiviados, se considera que los impactos que se pudieran generar serán mínimos. Bajo estos argumentos se considera que la contaminación del suelo o subsuelo será nula o inexistente.

6. La inversión económica realizada en la instalación del proyecto tiene efectos económicos positivos en la región y la comunidad. De manera directa las utilidades de la operación de la planta a capacidad plena darán empleo a personal técnico y administrativo, e ingresos para la empresa inversionista, para beneficio de sus accionistas y acreedores. De manera indirecta la inversión beneficia a proveedores de bienes y servicios que permiten la operación de la planta.

7. Los impactos ambientales identificados no ponen en riesgo los procesos y componentes del medio ambiente dentro del Sistema Ambiental dentro del SAR.

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

VI.1 Justificación técnica que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.

CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN DEL ÁREAS DE CUSTF. De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y de Vegetación Serie V del INEGI (2013), el área de estudio es catalogada con una Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia. Sin embargo, de acuerdo con las evidencias encontradas en el terreno durante los muestreos de vegetación y el inventario forestal realizados en el predio se pudo observar que la **VEGETACIÓN** es **SECUNDARIA DERIVADA SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA** en diferentes estados sucesionales y con vocación forestal.

Las especies arbustivas y arbóreas registradas dentro del predio son de amplia distribución en la región y compuestas principalmente por *Alseis yucatanensis*, *Alvaradoa amorphoides*, *Annona glabra*, *Ardisia escallonioides*, *Bauhinia divaricata*, *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, *Bursera simaruba*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cecropia peltata*, *Ceiba schottii*, *Chloroleucon mangense*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Coccoloba acapulcensis*, *Cochlospermum vitifolium*, *Colubrina arborescens*, *Cordia gerascanthus*, *Diospyros tetrasperma*, *Diphysa carthagenensis*, *Ficus cotinifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Guettarda elliptica*, *Guetterda combsii*, *Gymnanthes lucida*, *Gymnopodium floribundum*, *Hampea trilobata*, *Jatropha gaumeri*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucaena leucocephala*, *Lonchocarpus punctatus*, *Lonchocarpus xuul*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Luehea speciosa*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownie*, *Mosannonna depressa*, *Neomillspaughia emarginata*, *Piscidia piscipula*, *Psidium sartorianum*, *Sabal yapa*, *Semialarium mexicanum*, *Senegalia gaumeri*, *Senna atomaria*, *Simarouba amara*, *Spondias radlkoferi*, *Swartzia cubensis*, *Thouinia paucidentata*, *Thrinax radiata*, *Vitex gaumeri*, entre otros.

En general dentro del área solicitado para el CUSTF bajo estudio se observó una vegetación principalmente arbustiva-arbórea con una altura promedio de **9.04** metros, en donde se registraron algunos individuos arbóreos de hasta **15** metros de altura y con un DAP de hasta **90** cm. La vegetación secundaria presente en el terreno posee una edad sucesional de entre 10 y 15 años de recuperación a afectaciones diversas.

CONDICIONES DEL PREDIO Y SUS ALREDEDORES. El predio en donde se pretende llevar cabo el CUSTF como se ha comentado se encuentra cubierta por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y se encuentra rodeado de los siguientes predios y usos: al sur del predio se encuentra la Laguna Bacalar; en dirección norte se encuentra la Carretera Federal 307 (Cancún-Chetumal); mientras, que en dirección este y oeste se encuentran terrenos rústicos pertenecientes al municipio de Bacalar. Estos terrenos se encuentran cubiertos por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia de similar corte al que se afectará.

Se pretende realizar el CUSTF en el predio bajo estudio para el establecimiento del proyecto “**Parque Solar Andrés Quintana Roo**”, es decir, se planea que el terreno posea a futuro una vocación del SECTOR ENERGÉTICO.

De manera general el área del proyecto presenta las siguientes características:

- Se trata de un polígono inmerso en el Municipio de Bacalar, Quintana Roo.
- Los predios adyacentes son principalmente rústicos (vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia). Aunque en dirección Norte del predio se encuentra la Carretera Federal 307 (Cancún-Chetumal). También es importante mencionar que cerca del predio se encuentran zonas habitadas como los ejidos de Buena Vista, Miguel Hidalgo, San Isidro y la Cabecera Municipal, Bacalar.
- El área general en que se ubica el polígono bajo estudio se ha incluido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar, Quintana Roo.
- La vegetación original del sitio fue previamente afectada por actividades diversas (aprovechamiento de madera por las comunidades, actividad chiclera y eventos naturales extremos como los huracanes); ya que actualmente cuenta con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con una vocación forestal de acuerdo con el número de arbustos y árboles de talla importante.

Otros criterios tomados en cuenta para la selección del sitio bajo estudio son:

- El predio donde se pretende realizar el proyecto cuenta con certeza legal de propiedad.
- El proyecto contará con autorización en materia de impacto ambiental y forestal a través de la dictaminación por parte de SEMARNAT del presente Documento Técnico Unificado (DTU-B).
- Que no afecte de manera importante zonas naturales de interés ecológico especial, tales como las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs), Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), Áreas de Importancia para la Protección de las Aves (AICAS), Región Hidrológica Prioritaria (RHP), Región Marina Prioritaria (RMP) y Sitios RAMSAR.
- El suelo es apto para la conservación; pero, congruente con el uso pretendido del proyecto.
- La topografía del terreno permite el desalojo natural de las aguas pluviales.

USO DEL SUELO DE ACUERDO CON LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO APLICABLES.

El predio bajo estudio se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de la Laguna de Bacalar, Quintana Roo.

De acuerdo con el POET anteriormente mencionado, el presente proyecto queda inmerso en las Unidades de Gestión Ambiental **Ff-4= Costa Bacalar**, **Ff-20 = Laguna Bacalar** y **Tu-8= Costa Xtomoc**. A pesar de que las UGAs tienen una política de conservación, el proyecto se ajustará a las políticas y criterios de regulación de las mismas con la finalidad de hacer de la misma en uso sostenible del suelo de la región.

USO QUE SE PRETENDE DAR AL PREDIO. Las diferentes obras a construir o instalar con el presente proyecto "Parque Solar Andrés Quintana Roo" son las siguientes:

- Inversores
- Paneles
- Maniobras y caminos interiores
- Subestación

- Conservación

Es decir, como se ha comentado anteriormente se pretende transformar un área rústica con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con vocación forestal para darle un uso del **SECTOR ENERGÉTICO**.

*El proyecto es totalmente congruente desde el punto de vista normativo, tal como se puede observar en el **Capítulo III** de este documento técnico.*

Aunado a los puntos anteriores, el análisis que se hace en este Documento Técnico tiene por objeto justificar la necesidad del Cambio de Uso del Suelo de dicha superficie solicitada, para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran por el proyecto.

Se presenta para su evaluación ante la SEMARNAT el presente DTU (Trámite Unificado) para solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental y Forestal con los puntos estipulados en el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y con los datos técnicos para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable que a la letra dice:

La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que **no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación;** y que los **usos alternativos del suelo** que se propongan **sean más productivos a largo plazo**.

A continuación, se da una justificación de la obra desde los cuatro puntos de vista importantes:

1. Por lo que corresponde al primero de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD, se observó lo siguiente:

La flora y fauna silvestres, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Zamorano de Haro, 2009¹).

A continuación, se presenta la comparación entre los resultados de la composición, estructura y diversidad de la flora y la fauna registrada en el predio donde se llevará a cabo el CUSTF y la Cuenca Bahía Chetumal y Otras.

FLORA SILVESTRE.

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar los siguientes resultados:

Estrato Herbáceo. En el estrato herbáceo de la cuenca se registró un total de 87 especies y en el área de CUSTF únicamente 49. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con

¹ Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

respecto al predio. No obstante, en el estrato herbáceo del predio donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 48 de las 87 especies registradas dentro de la cuenca. Asimismo, 19 especies de flora silvestre registradas para la cuenca no fueron observadas en el estrato herbáceo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. En contraparte, en el predio pretendido para el CUSTF se registraron únicamente una especie (*A. glabra*) no registrados en la cuenca en este estrato (pero observados y registrado en otro estrato (arbóreo) de la cuenca como puede observarse posteriormente.

Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa:

Tabla VI.1. Especies registradas en el ESTRATO HERBÁCEO de la cuenca y del predio.

ESPECIE		CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)	ESPECIE		CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>A. amorphoides</i>	1.63	2.41	31	<i>C. mexicanum</i>	1.85	1.82
2	<i>A. cornigera</i>	1.14	0.00	32	<i>C. odorata</i>	2.22	0.00
3	<i>A. escallonioides</i>	27.41	41.51	33	<i>C. potosina</i>	1.97	0.00
4	<i>A. floribunda</i>	2.80	4.19	34	<i>C. rotundus</i>	0.88	0.00
5	<i>A. glabra</i>	0.00	2.62	35	<i>C. vitifolium</i>	2.78	4.13
6	<i>A. graveolens</i>	2.21	0.00	36	<i>D. aegyptium</i>	1.30	0.00
7	<i>A. oppositifolia</i>	2.66	0.00	37	<i>D. convolvulacacea</i>	1.97	0.00
8	<i>A. pennatula</i>	1.07	0.00	38	<i>D. floribunda</i>	2.82	0.00
9	<i>A. permolle</i>	3.26	0.00	39	<i>D. tetrasperma</i>	1.07	1.61
10	<i>A. schlechtendalii</i>	2.89	3.76	40	<i>E. luteola</i>	1.22	0.00
11	<i>A. yucatanensis</i>	3.26	4.83	41	<i>E. tinifolia</i>	1.14	0.00
12	<i>B. bucidaefolia</i>	1.33	1.99	42	<i>F. clausum</i>	1.56	0.00
13	<i>B. divaricata</i>	2.49	3.64	43	<i>G. combsii</i>	1.22	1.82
14	<i>B. macrocarpa</i>	1.07	0.00	44	<i>G. cteniophorus</i>	2.22	0.00
15	<i>B. pinguin</i>	1.22	1.82	45	<i>G. floribundum</i>	11.61	12.42
16	<i>B. simaruba</i>	4.60	6.79	46	<i>G. ulmifolia</i>	1.07	1.61
17	<i>B. unguata</i>	2.53	0.00	47	<i>H. albicans</i>	1.22	1.82
18	<i>C. acapulcensis</i>	2.02	3.05	48	<i>H. angiospermum</i>	2.18	3.28
19	<i>C. aconitifolius</i>	8.00	7.86	49	<i>H. yucatanensis</i>	8.43	14.92
20	<i>C. arborescens</i>	4.57	6.66	50	<i>J. curcas</i>	2.62	2.25
21	<i>C. chichenensis</i>	3.01	0.00	51	<i>J. gaumeri</i>	1.14	1.71
22	<i>C. corindum</i>	1.07	0.00	52	<i>K. humboldtiana</i>	1.22	0.00
23	<i>C. dactylon</i>	1.30	0.00	53	<i>L. divaricata</i>	19.25	29.23
24	<i>C. diffusa</i>	0.88	1.75	54	<i>L. latisiliquum</i>	4.15	3.43
25	<i>C. echinatus</i>	1.07	0.00	55	<i>L. leucocephala</i>	1.22	1.82
26	<i>C. erecta</i>	1.74	0.00	56	<i>L. speciosa</i>	4.59	4.92
27	<i>C. gaumeri</i>	1.78	2.62	57	<i>L. xuul</i>	12.83	18.90
28	<i>C. gerascanthus</i>	10.36	15.25	58	<i>M. brownie</i>	1.71	2.52
29	<i>C. integerrimum</i>	1.45	0.00	59	<i>M. nivea</i>	0.88	0.00
30	<i>C. jamaicense</i>	1.33	0.00	60	<i>M. repens</i>	1.54	0.00

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)		ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
61	<i>M. royoc</i>	1.89	2.33	75	<i>S. gaumeri</i>	1.22	1.82
62	<i>M. zapota</i>	2.04	0.00	76	<i>S. radlkoferi</i>	2.53	3.72
63	<i>N. emarginata</i>	2.25	3.31	77	<i>S. spinosa</i>	3.82	2.66
64	<i>O. campechianum</i>	1.16	0.00	78	<i>S. yapa</i>	9.75	16.35
65	<i>O. glaberrima</i>	3.30	0.00	79	<i>S. mexicanum</i>	1.07	1.61
66	<i>O. maculata</i>	4.60	5.34	80	<i>T. balbisiana</i>	1.45	1.33
67	<i>P. caudatum</i>	12.25	12.50	81	<i>T. diversifolia</i>	1.22	0.00
68	<i>P. hystephorus</i>	1.80	0.00	82	<i>T. fasciculata</i>	1.07	0.00
69	<i>P. jacquinii</i>	0.88	0.00	83	<i>T. procumbens</i>	4.80	0.00
70	<i>P. piscipula</i>	1.07	0.00	84	<i>T. radiata</i>	10.78	10.99
71	<i>S. acuta</i>	4.55	0.00	85	<i>T. yucatanensis</i>	1.07	1.62
72	<i>S. bracteata</i>	0.96	0.00	86	<i>V. dentata</i>	1.56	3.01
73	<i>S. cubensis</i>	1.07	1.61	87	<i>W. obtusifolia</i>	6.72	8.46
74	<i>S. donianum</i>	4.87	0.00	88	<i>Z. loddigesii</i>	10.22	4.38

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato herbáceo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca Bahía Chetumal y Otras es más diversa ($H'=3.84$) que el área pretendido para el CUSTF ($H'=3.16$), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI.2. Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato herbáceo.

ESTRATO HERBÁCEO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	87	49
H' CALCULADA	3.84	3.16
H' MÁXIMA=Ln (S)	4.47	3.89
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.86	0.81
H MAX-H CAL	0.62	0.73

Nota: Los valores en negrita indican la importancia de la riqueza, diversidad y la equidad en la cuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Asimismo, dentro de la cuenca hidrológica forestal la comunidad vegetal en el estrato bajo análisis se encuentra con mayor grado de homogeneidad, tal como lo permite ver el valor levemente mayor de $J=0.86$ en comparación del predio pretendido para el CUSTF que tiene un valor de equidad de $J=0.81$.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato herbáceo de la cuenca hidrológica forestal es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.

Estrato arbustivo. En el estrato arbustivo de la cuenca se registró un total de 66 especies y en el área de CUSTF únicamente 39. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con

respecto al predio. Todas las especies registradas en el área de CUSTF fueron registradas en el ecosistema de la cuenca en el estrato arbustivo.

Es importante mencionar que 27 especies de flora silvestre registradas en la cuenca no fueron registradas en el estrato arbustivo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato arbustivo de la Cuenca Bahía Chetumal y Otras posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato arbustivo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

Tabla VI.3. Especies registradas en el ESTRATO ARBUSTIVO de la cuenca y del predio.

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)		ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>A. collinsii</i>	3.23	4.6	30	<i>D. carthagenensis</i>	1.37	0.00
2	<i>A. escallonioides</i>	13.92	29.00	31	<i>D. tetrasperma</i>	2.72	2.30
3	<i>A. floribunda</i>	12.76	22.77	32	<i>F. cotinifolia</i>	1.36	0.00
4	<i>A. glomerosa</i>	1.35	0.00	33	<i>G. combsii</i>	1.88	0.00
5	<i>A. graveolens</i>	1.87	0.00	34	<i>G. floribundum</i>	5.12	3.18
6	<i>A. pennatula</i>	1.37	0.00	35	<i>G. ulmifolia</i>	1.36	2.30
7	<i>A. pubescens</i>	2.52	0.00	36	<i>H. baruensis</i>	2.72	4.60
8	<i>A. yucatanensis</i>	1.37	2.31	37	<i>H. trilobata</i>	1.36	2.30
9	<i>B. alicastrum</i>	2.73	2.31	38	<i>H. yucatanensis</i>	9.82	17.95
10	<i>B. bucidaefolia</i>	3.23	4.04	39	<i>L. latisiliquum</i>	5.13	6.37
11	<i>B. jenningsii</i>	5.32	0.00	40	<i>L. leucocephala</i>	1.36	2.30
12	<i>B. macrocarpa</i>	2.72	0.00	41	<i>L. punctatus</i>	2.73	4.62
13	<i>B. pinguin</i>	24.26	30.44	42	<i>L. speciosa</i>	2.39	0.00
14	<i>B. pulchra</i>	4.59	0.00	43	<i>L. xuul</i>	13.63	23.99
15	<i>B. simaruba</i>	3.26	4.62	44	<i>M. bahamensis</i>	1.35	2.29
16	<i>B. buceras</i>	1.88	0.00	45	<i>M. brownie</i>	3.24	5.50
17	<i>C. acapulcensis</i>	3.24	2.30	46	<i>M. tinctoria</i>	1.36	0.00
18	<i>C. acuminata</i>	1.36	0.00	47	<i>M. tuberosa</i>	2.52	0.00
19	<i>C. alliodora</i>	1.37	2.31	48	<i>M. zapota</i>	3.74	3.18
20	<i>C. arborescens</i>	1.88	3.20	49	<i>M. calabura</i>	2.88	0.00
21	<i>C. gaumeri</i>	1.37	2.31	50	<i>N. emarginata</i>	3.74	2.30
22	<i>C. gerascanthus</i>	9.21	15.62	51	<i>P. amalago</i>	5.10	0.00
23	<i>C. mangense</i>	1.37	2.31	52	<i>P. jacquinii</i>	3.94	0.00
24	<i>C. mexicanum</i>	7.18	3.18	53	<i>P. odorata</i>	2.88	0.00
25	<i>C. odorata</i>	2.72	0.00	54	<i>P. piscipula</i>	2.72	2.30
26	<i>C. peltata</i>	1.37	2.31	55	<i>P. sartorianum</i>	3.75	6.37
27	<i>C. readii</i>	23.87	0.00	56	<i>P. yucatanum</i>	1.88	0.00
28	<i>C. thevetia</i>	1.36	2.30	57	<i>S. amara</i>	1.36	2.30
29	<i>C. vitifolium</i>	2.72	2.30	58	<i>S. mombin</i>	1.36	0.00

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
59	<i>S. radlkoferi</i>	1.36	0.00
60	<i>S. mexicanum</i>	1.36	0.00
61	<i>T. balbisiana</i>	2.62	4.60
62	<i>T. micrantha</i>	1.37	0.00

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
63	<i>T. paucidentata</i>	1.36	0.00
64	<i>T. radiata</i>	40.57	42.74
65	<i>V. gaumeri</i>	1.37	2.31
66	<i>W. obtusifolia</i>	9.82	17.95

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbustivo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca Bahía Chetumal y Otras es más diversa ($H' = 3.77$) que el área de CUSTF ($H' = 3.21$), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla VI.4. Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbustivo.

ESTRATO ARBUSTIVO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	66	39
H' CALCULADA	3.77	3.21
H' MÁXIMA=Ln (S)	4.19	3.66
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.90	0.88
H MAX-H CAL	0.42	0.45

Nota: Los valores en negrita indican la importancia de la diversidad y la equidad en la cuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de $J = 0.90$ que el área objeto de CUSTF de solo $J = 0.88$, esto nos dice que además de una mayor riqueza y diversidad en el ecosistema de la cuenca, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto; por lo que, se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es reducida.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbustivo de la cuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.

Estrato arbóreo. En el estrato arbóreo de la cuenca se registró un total de 73 especies y en el área de CUSTF únicamente 31. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. Es importante mencionar que todas las especies arbóreas registradas en el estrato arbóreo del área pretendida para el CUSTF fueron registradas en la cuenca hidrológica forestal; en contra parte, dentro de la cuenca fueron registradas 42 especies que no fueron registradas en el área de CUSTF en el estrato correspondiente.

Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato arbóreo de la Cuenca Bahía Chetumal y Otras posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato arbóreo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa:

Tabla VI.5. Especies registradas en el ESTRATO ARBÓREO de la cuenca y del predio.

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>A. bracteata</i>	3.06	4.85
2	<i>A. escallonioides</i>	1.41	3.19
3	<i>A. glabra</i>	4.58	12.08
4	<i>A. graveolens</i>	3.48	0.00
5	<i>A. pennatula</i>	1.53	0.00
6	<i>A. yucatanensis</i>	1.18	13.63
7	<i>B. alicastrum</i>	4.42	0.00
8	<i>B. bucidaefolia</i>	2.59	6.04
9	<i>B. divaricata</i>	1.18	0.00
10	<i>B. macrocarpa</i>	3.07	0.00
11	<i>B. pulchra</i>	1.47	0.00
12	<i>B. simaruba</i>	10.27	34.71
13	<i>B. buceras</i>	7.91	0.00
14	<i>C. acapulcensis</i>	1.24	6.78
15	<i>C. alliodora</i>	4.77	2.68
16	<i>C. arborescens</i>	6.61	14.63
17	<i>C. cozumelensis</i>	2.67	0.00
18	<i>C. erectus</i>	1.91	0.00
19	<i>C. gaumeri</i>	9.93	9.90
20	<i>C. gerascanthus</i>	15.82	14.41
21	<i>C. mangense</i>	1.74	0.00
22	<i>C. mexicanum</i>	3.97	0.00
23	<i>C. mollis</i>	2.06	0.00
24	<i>C. odorata</i>	9.67	0.00
25	<i>C. readii</i>	1.18	0.00
26	<i>C. schottii</i>	1.41	0.00
27	<i>C. vitifolium</i>	1.66	0.00
28	<i>C. violacea</i>	3.86	0.00
29	<i>D. anisandra</i>	1.28	0.00
30	<i>D. carthagenensis</i>	1.32	0.00
31	<i>D. tetrasperma</i>	3.31	3.25
32	<i>D. yucatanensis</i>	2.85	0.00
33	<i>E. pentaphylla</i>	3.77	0.00
34	<i>E. tinifolia</i>	2.80	0.00
35	<i>F. cotinifolia</i>	3.06	0.00
36	<i>G. combsii</i>	1.66	0.00
37	<i>G. floribundum</i>	3.20	3.56
38	<i>G. jatrophiifolius</i>	1.59	0.00

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
39	<i>G. lucida</i>	4.18	0.00
40	<i>G. ulmifolia</i>	3.62	2.23
41	<i>G. elliptica</i>	1.24	0.00
42	<i>J. curcas</i>	1.41	0.00
43	<i>J. gaumeri</i>	1.41	2.52
44	<i>K. humboldtiana</i>	3.56	0.00
45	<i>L. latisiliquum</i>	7.34	14.67
46	<i>L. leucocephala</i>	1.41	0.00
47	<i>L. speciosa</i>	6.83	0.00
48	<i>L. xuul</i>	20.32	45.80
49	<i>L. yucatanensis</i>	4.19	8.42
50	<i>M. brownie</i>	23.15	13.95
51	<i>M. depressa</i>	1.15	2.16
52	<i>M. tinctoria</i>	1.84	0.00
53	<i>M. zapota</i>	6.40	30.58
54	<i>N. emarginata</i>	1.73	0.00
55	<i>P. piscipula</i>	9.43	4.00
56	<i>P. sartorianum</i>	1.74	2.39
57	<i>P. yucatanum</i>	2.94	0.00
58	<i>S. amara</i>	3.59	6.84
59	<i>S. atomaria</i>	1.32	0.00
60	<i>S. cubensis</i>	3.91	5.37
61	<i>S. gaumeri</i>	2.89	7.42
62	<i>S. macrophylla</i>	1.97	0.00
63	<i>S. mombin</i>	4.12	0.00
64	<i>S. radlkoferi</i>	3.65	2.77
65	<i>S. salicifolium</i>	1.41	0.00
66	<i>S. yapa</i>	4.93	4.42
67	<i>S. mexicanum</i>	2.65	2.45
68	<i>T. fasciculata</i>	3.27	0.00
69	<i>T. micrantha</i>	1.32	0.00
70	<i>T. paucidentata</i>	6.98	7.49
71	<i>T. radiata</i>	1.32	0.00
72	<i>T. rosea</i>	3.67	0.00
73	<i>V. gaumeri</i>	9.64	6.78

Nota: Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado, de acuerdo con las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca Bahía Chetumal y Otras es más diversa ($H' = 3.92$) que el área de CUSTF ($H' = 3.03$), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV.6. Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbóreo.

ESTRATO ARBÓREO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	73	31
H' CALCULADA	3.92	3.03
H' MÁXIMA=Ln (S)	4.29	3.43
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.91	0.88
H MAX-H CAL	0.37	0.41

Nota: Los valores en negrita indican la importancia de la diversidad y la equidad en la cuenca respecto al predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de $J = 0.91$ que el área objeto de CUSTF de solo $J = 0.88$, esto nos dice que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto; por lo que, se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es reducida.

Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo de la cuenca es más diverso que el área pretendida para el CUSTF.

De manera general, se puede indicar que todas las especies de flora silvestre registradas en el área de CUSTF fueron registradas en los sitios de muestreo trazados en la cuenca. Asimismo, todas las especies registradas en el área de CUSTF son muy comunes de observar en diferentes ecosistemas de la península de Yucatán (e incluso en otros estados de la república y otras provincias florísticas) y casi todas son de atención menor. Es decir, la gran mayoría de las especies no tienen algún problema serio en cuanto a amenaza que ponga en peligro su conservación tanto en la cuenca como en el predio bajo estudio.

En el área de estudio en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF fueron registradas dos especies catalogadas como amenazadas (*Thrinax radiata* y *Zamia loddigesii*) de acuerdo con la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Por otro lado, se registraron 12 especies (*Byrsonima bucidaefolia*, *Ceiba schottii*, *Diospyros tetrasperma*, *Hampea trilobata*, *Havardia albicans*, *Jatropha gaumeri*, *Lonchocarpus xuul*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Neomillspaughia emarginata*, *Senegalia gaumeri*, *Thouinia paucidentata* y *Wimmeria obtusifolia*) endémicas de la región y de amplia distribución en toda la península de Yucatán e inclusive fuera de sus límites.

También fue registrada una especie catalogada en la categoría II del CITES: *Oeceoclades maculata*.

Estas especies serán consideradas en el **Programa de rescate y reubicación de las especies forestales** del área afectar por el motivo de CUSTF.

De igual modo, el proyecto fomentará la permanencia de áreas de conservación que tendrán suelo natural y en donde se seguirá conservando la biodiversidad y las formas de vida de la región y de la cuenca forestal.

Por todo lo anterior, es importante concluir que el CUSTF en el área de estudio no compromete la diversidad de la flora silvestre dentro de la Cuenca Bahía Chetumal y Otras, y a nivel del predio; pues en este último, se establecerán áreas de conservación que tienen una vegetación nativa típica similar al que se afectará y se aplicaran medidas para proteger y conservar las especies de flora de la región.

FAUNA SILVESTRE.

En cuanto a la presencia y ausencia de especies de fauna silvestre por grupos dentro de la cuenca y el área de CUSTF relacionado en términos de ABUNDANCIAS ABSOLUTAS se tiene lo siguiente:

Tabla VI.7. Abundancias absolutas de las especies de anfibios registrados en la cuenca y áreas de CUSTF.

ANFIBIOS	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO
<i>Incilius valliceps</i>	4	4
<i>Lithobates berlandieri</i>	3	0
<i>Rhinella marina</i>	5	1
<i>Trachycephalus typhonius</i>	3	0
TOTAL	15	5

Tabla VI.8. Abundancias absolutas de las especies de reptiles registrados en la cuenca y áreas de CUSTF.

REPTILES	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO
<i>Anolis sagrei</i>	7	1
<i>Anolis sericeus</i>	4	1
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	3	1
<i>Basiliscus vittatus</i>	4	2
<i>Boa constrictor</i>	3	0
<i>Bothrops asper</i>	3	1
<i>Coniophanes imperialis</i>	3	0
<i>Ctenosaura similis</i>	9	2

REPTILES	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO
<i>Drymarchon melanurus</i>	5	0
<i>Hemidactylus frenatus</i>	4	0
<i>Holcosus undulata</i>	11	3
<i>Laemantus serratus</i>	3	0
<i>Leptophis mexicanus</i>	3	0
<i>Mesoscincus schwartzei</i>	3	0
<i>Oxybelis aeneus</i>	4	0
<i>Oxybelis fulgidus</i>	3	0
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	6	2
<i>Sceloporus lundelli</i>	2	0
<i>Sceloporus serrifer</i>	4	2
TOTAL	84	15

Tabla VI.9. Abundancias absolutas de las especies de aves registrados en la cuenca y áreas de CUSTF.

AVES	ABUNDANCIAS		AVES	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO		CUENCA	PREDIO
<i>Amazilia candida</i>	5	0	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	5	0
<i>Amazilia rutila</i>	2	0	<i>Cyanocorax yncas</i>	3	0
<i>Amazilia yucatanensis</i>	3	0	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	15	3
<i>Amazona albifrons</i>	5	3	<i>Cyclar hisgujanensis</i>	2	0
<i>Amblycercus holosericeus</i>	1	0	<i>Dives dives</i>	7	2
<i>Aratinga nana</i>	8	4	<i>Dumetella carolinensis</i>	1	1
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	1	1	<i>Empidonax minimus</i>	9	0
<i>Bubulcus ibis</i>	2	1	<i>Eumomota superciliosa</i>	3	0
<i>Buteo magnirostris</i>	3	1	<i>Euphonia affinis</i>	2	2
<i>Buteogallus anthracinus</i>	2	0	<i>Geococcyx velox</i>	5	0
<i>Cardinalis cardinalis</i>	2	0	<i>Glaucidium brasilianum</i>	2	1
<i>Carduelis psaltria</i>	4	3	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	2	0
<i>Cathartes aura</i>	2	0	<i>Hirundo rustica</i>	5	2
<i>Chaetura vauxi</i>	2	0	<i>Icterus auratus</i>	3	3
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	0	<i>Icterus cucullatus</i>	3	3
<i>Coccyzus americanus</i>	2	0	<i>Icterus gularis</i>	3	0
<i>Colinus nigrogularis</i>	19	0	<i>Leptotila verreauxi</i>	4	0
<i>Columbina passerina</i>	3	2	<i>Megarynchus pitangua</i>	3	0
<i>Columbina talpacoti</i>	4	2	<i>Melanerpes aurifrons</i>	3	0
<i>Contopus cinereus</i>	3	0	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1	1
<i>Coragyps atratus</i>	10	3	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	2	2
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	18	4	<i>Meleagris ocellata</i>	6	0

AVES	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO
<i>Mimus gilvus</i>	5	1
<i>Mniotilta varia</i>	3	0
<i>Molothrus aeneus</i>	1	0
<i>Momotus momota</i>	3	0
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	3	0
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	4	0
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	3	2
<i>Myiopagis viridicata</i>	2	0
<i>Myiozetete similis</i>	10	3
<i>Nyctidromus albigollis</i>	3	0
<i>Ortalis vetula</i>	13	0
<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	2	0
<i>Parkesia noveboracensis</i>	1	0
<i>Passerina cyanea</i>	2	0
<i>Petrochelidon fulva</i>	11	3
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	1	0
<i>Piaya cayana</i>	2	2
<i>Picoides scalaris</i>	2	0
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	0
<i>Polioptila caerulea</i>	3	3
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	0
<i>Quiscalus mexicanus</i>	25	6
<i>Saltator coerulescens</i>	3	0
<i>Seiurus urocapilla</i>	1	0
<i>Setophaga americana</i>	1	0
<i>Setophaga citrina</i>	1	0
<i>Setophaga dominica</i>	1	0

AVES	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO
<i>Setophaga magnolia</i>	2	0
<i>Setophaga petechia</i>	2	2
<i>Setophaga ruticilla</i>	1	0
<i>Setophaga virens</i>	2	0
<i>Spiza americana</i>	1	0
<i>Stelgidopteryx serripennis ridgwayi</i>	5	0
<i>Tachycineta bicolor</i>	1	0
<i>Thamnophilus doliaius</i>	2	0
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	6	1
<i>Thryothorus maculipectus</i>	2	0
<i>Tiaris olivacea</i>	1	0
<i>Tityra semifasciata</i>	2	0
<i>Troglodytes aedon</i>	10	3
<i>Turdus grayi</i>	5	2
<i>Tyrannus couchii</i>	2	0
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	0
<i>Uropsila leucogastra</i>	2	0
<i>Vireo flavifrons</i>	1	0
<i>Vireo olivaceus</i>	1	0
<i>Vireo pallens</i>	5	0
<i>Volatinia jacarina</i>	2	0
<i>Zenaida asiática</i>	12	3
TOTAL	372	75

Tabla VI.10. Abundancias absolutas de las especies de mamíferos registrados en la cuenca y áreas de CUSTF.

MAMÍFEROS	ABUNDANCIAS	
	CUENCA	PREDIO
<i>Conepatus semistriatus</i>	4	1
<i>Dasyus novemcinctus</i>	3	0
<i>Didelphys virginiana</i>	5	1
<i>Mustela frenata</i>	1	0
<i>Nasua narica</i>	6	2
<i>Odocoileus virginianus</i>	7	0
<i>Orthogeomys hispidus</i>	13	2

<i>Pecari tajacu</i>	3	0
<i>Procyon lotor</i>	3	0
<i>Puma yagouaroundi</i>	4	0
<i>Sylvilagus floridanus</i>	8	1
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	1
TOTAL	61	8

Con base a lo anterior se puede indicar que existen 49 especies de fauna silvestre que fueron registrados tanto en la cuenca como en el área de CUSTF. También fueron registradas 79 especies en la cuenca que no fueron registradas en el predio. Por su parte, todas las especies registradas en el predio fueron también registradas en la cuenca.

En cuanto a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del área de CUSTF fueron registradas la presencia de cuatro especies, tres son bajo protección especial (*Melanoptila glabrirostris*, *Amazona albifrons* y *Aratinga nana*) y una amenazada (*Ctenosaura similis*). En cuanto a especies endémicas se verificó la presencia de siete de ellas: *Sceloporu schryostictus*, *Aspidoscelis angusticeps*, *Cyanocorax yucatanicus*, *Icterus auratus*, *Melanoptila glabrirostris*, *Melanerpes pygmaeus* y *Myiarchus yucatanensis*.

Todas estas especies serán afectadas en lo mínimo; pues, el proyecto plantea la aplicación de un **Programa de rescate y reubicación para la protección de la fauna silvestre.**

Por otro lado, en cuanto a los estimados de la DIVERSIDAD de Shannon-Wiener e índice de EQUIDAD de la fauna silvestre por grupos faunísticos en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF indican lo siguiente:

ANFIBIOS. En el ecosistema de selva mediana subperennifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de **H’=1.36**, resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de **H’=0.50**.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de **J=0.98** y mayor que el área objeto de CUSTF que registró un valor de **J=0.72**, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca; pero, con una distribución de individuos más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es reducida en comparación al área pretendida para el CUSTF, tal como se puede observar a continuación.

Tabla VI.11. Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

ANFIBIOS	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	4	2
H' CALCULADA	1.36	0.50
H' MAXIMA=Ln (S)	1.39	0.69
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.98	0.72

REPTILES. En el ecosistema de selva mediana subperennifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de $H'=2.83$, resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de $H'=2.12$.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca y el predio presenta una equidad similar de $J=0.96$, esto nos indica que ambas comunidades tienen similar homogeneidad en la presencia de los individuos de las especies.

No obstante, con base en la riqueza específica y el índice de diversidad obtenido para el grupo faunístico de los reptiles, se determina que la comunidad faunística de los reptiles de la cuenca es más diversa que el área a afectar por CUSTF, como se puede notar a continuación:

Tabla VI.12. Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

REPTILES	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	19	9
H' CALCULADA	2.83	2.12
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.94	2.2
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.96	0.96

AVES. En el ecosistema de selva mediana subperennifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de $H'=4.15$, resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de $H'=3.36$.

Así mismo, en el ecosistema de la cuenca presenta la comunidad de aves tiene una equidad de $J=0.92$ y el del predio de $J=0.97$, esto nos indica que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca y que la distribución de individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es más reducida en la misma.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de las aves, se determina que el ecosistema de la cuenca es más diverso que el área a afectar por CUSTF.

Tabla VI.13. Riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

AVES	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	93	32
H' CALCULADA	4.15	3.36
H' MÁXIMA=Ln (S)	4.53	3.47
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.92	0.97

MAMÍFEROS. En el ecosistema de selva baja subperennifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de $H'=2.33$, resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de $H'=1.73$.

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de $J=0.94$ y menor con respecto al valor de equidad para el área del proyecto $J=0.97$; esto nos dice, que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca y que la distribución de individuos por especie es menos homogénea respecto al área del proyecto; por lo que se puede afirmar que, la presencia de especies dominantes es más reducida en la misma.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de los mamíferos, se determina que el ecosistema de la cuenca es más diverso que el área a afectar por CUSTF.

Tabla VI.14. Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

MAMÍFEROS	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	12	6
H' CALCULADA	2.33	1.73
H' MÁXIMA=Ln (S)	2.48	1.79
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.94	H

Como **medidas de mitigación** al posible daño de las especies antes mencionadas (anfibios, reptiles y mamíferos) se llevará a cabo una serie de acciones en caminadas a proteger y conservar a dichas especies de la región a través de la aplicación de un **Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre.**

Se mantendrán áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa que permitirán el seguimiento del servicio ambiental de la protección y conservación de la biodiversidad de la zona. Todas estas áreas con arbolado actuarán como medios de conectividad y como corredores de vegetación para la fauna silvestre típica de la región.

Dado que el ecosistema en la cuenca presenta mayor riqueza, diversidad y equidad que en el área sujeta a CUSTF, y que el proyecto tiene planteado la aplicación de medidas de mitigación para aminorar la afectación hacia la fauna silvestre, se puede concluir que al realizar el CUSTF no se compromete la biodiversidad y las formas de vida de la fauna silvestre de la región.

Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la biodiversidad en general con respecto al predio y a su vez a la Cuenca Bahía Chetumal y Otras.

2. Por lo que corresponde al segundo de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS, se observó lo siguiente:

De acuerdo a toda la información vertida en este estudio se puede realizar las siguientes aseveraciones con la finalidad de demostrar la no erosión del suelo.

VISTOS DE MANERA PUNTUAL EN EL ÁREA DE CUSTF SE PUEDE INDICAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES FÍSICAS:

- **Suelos.** Con base en los conocimientos sobre los suelos de la Península Yucateca, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos en grandes accidentes geográficos y de formación reciente (Flores y Miranda 1994).
- El suelo del polígono bajo estudio, según la clasificación de la FAO/UNESCO e INEGI, se caracteriza por ser básicamente de tipo Litosoles (I) y Rendzinas (E). Cuando estos dos tipos de suelo se presentan en conjunto, comúnmente conforman sustratos someros con fragmentos rocosos, variando la profundidad de la tierra de una manera heterogénea.
- **Relieve, pendiente, geomorfología.** La península de Yucatán se distingue por su configuración relativamente plana, su escasa elevación sobre el nivel del mar, la ligera inclinación general de sus pendientes, de sus leves contrastes topográficos; presenta una altura sobre el nivel del mar que varía entre los 2 y 20 m y, no ostenta formaciones orográficas propiamente dichas. La topografía se caracteriza por ser sensiblemente plana en su macrorrelieve, con ligeras ondulaciones. En su micro relieve se manifiestan pendientes que fluctúan entre el 5 y el 10 %. De forma particular, el área del proyecto en cuestión ocupa una Planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados de pendiente) karstificada.
- **Cubierta vegetal.** La vegetación del área está dominada por las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas de selva mediana subperennifolia con vocación forestal.
- **Corrientes hidrológicas superficiales.** No existen cuerpos de agua superficial dentro del área de CUSTF, los existentes en sus cercanías no serán impactados directamente por el proyecto, destinándose a áreas de conservación.

En realidad, con las condiciones antes mencionadas no existen riesgos muy grandes para una alta tasa de erosión en el área. Sin embargo, se deberán tener buenas prácticas ambientales y buen manejo del suelo para evitar erosionarla. Se debe evitar una compactación del suelo, exposición completa a los efectos de la lluvia y evitar hacer quema en el área, etc., que pueden ser las principales causas de deterioro en la región.

El CUSTF por la remoción de la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y el suelo Litosol con incrustaciones de Rendzina (Leptosol) en **133.23 ha** representa únicamente el **0.020%** y **0.012%** para el recurso vegetación y suelo presente en la Cuenca Bahía de Chetumal y Otras.

No obstante, para tener una idea más clara del grado de erosión actualmente existente y la erosión potencial a tener por efecto del CUSTF por el establecimiento del proyecto "**Parque Solar Andrés Quintana Roo**" se procedió a estimar la erosión del suelo mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) Simplificado, un modelo predictivo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las

prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo en México es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

Para estimar la **EROSIÓN DEL SUELO** se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \quad (9.1)$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

Para explicar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

La **EROSIÓN POTENCIAL** se estima con la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S \quad (9.2)$$

Los factores se consideran como inmodificables.

La **EROSIÓN ACTUAL** se estima utilizando la ecuación (9.1), que considera los factores inmodificables R K LS. Los factores de protección como son la vegetación (C), las prácticas y obras de manejo (P) para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables; sin embargo, la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentará una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en México (Martínez-Méñez, 2005²), tal como sigue:

Erosividad R.- La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación siguiente:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

²Martínez-Méñez M. (2005). Estimación de la Erosión del Suelo. En: Curso-Taller: Desarrollo de capacidades orientadas al aprovechamiento del suelo, agua y vegetación. SAGARPA-INCA Rural-COLPOS. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>.

Dónde:

m= Masa de lluvia

v= Velocidad de caída de las gotas de lluvia

Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI_{30}$ o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de E_c y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI_{30} en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa, 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS (**Tabla VI.15**). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país mostradas en la **Figura VI.1**.

Tabla VI.15. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la Lluvia “R” en la República Mexicana.

Región	Ecuación	R ²
I	$R=1.2078P+0.002276P^2$	0.92
II	$R=3.4555P+0.006470P^2$	0.93
III	$R=3.6752P+0.001720P^2$	0.94
IV	$R=2.8559P+0.002983P^2$	0.92
V	$R=3.4880P-0.000880P^2$	0.94
VI	$R=6.6847P+0.001680P^2$	0.90
VII	$R=-0.0334P+0.006661P^2$	0.98
VIII	$R=1.9967P+0.003270P^2$	0.98
IX	$R=7.0458P-0.002096P^2$	0.97
X	$R=6.8938P+0.000442P^2$	0.95
XI	$R=3.7745P+0.004540P^2$	0.98
XII	$R=2.4619P+0.006067P^2$	0.96
XIII	$R=10.7427P-0.00108P^2$	0.97
XIV	$R=1.5005P+0.002640P^2$	0.95

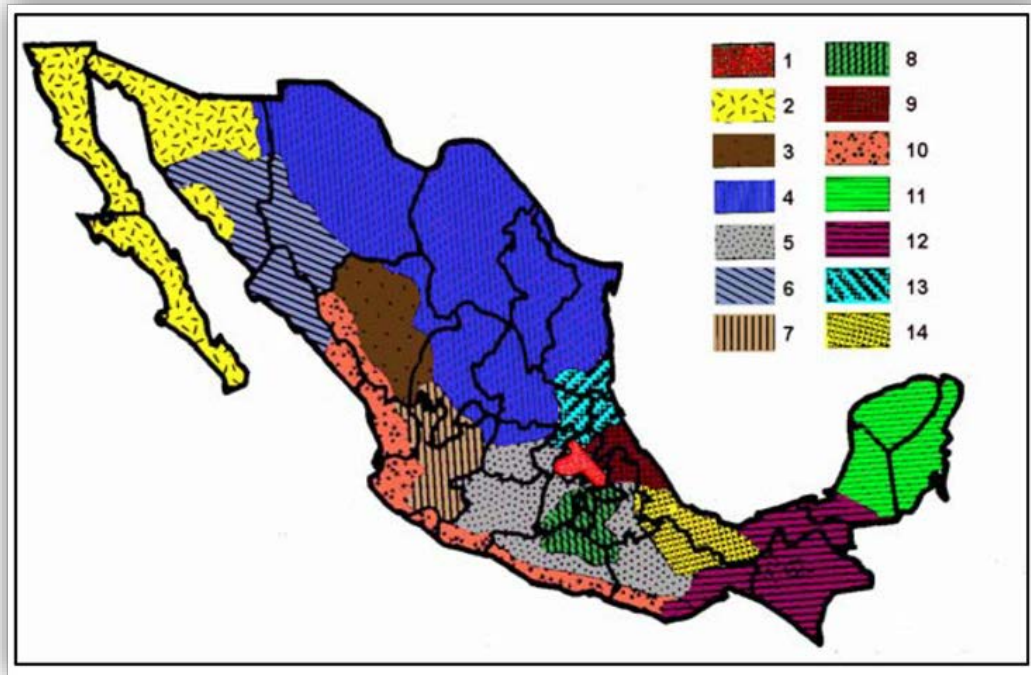


Figura VI.1. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana (Fuente: www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excel/01estim-erosion.xls).

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación media anual y con un modelo lineal muy simple estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región (Región XI. Península de Yucatán) en donde se encuentra el área de estudio se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$R = 3.7745p + 0.004540p^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región.

La precipitación media anual histórica para la zona fue tomada de la Estación meteorológica **00023043 SAN FELIPE BACALAR**, Quintana Roo registros para el Periodo 1951-2010.

La precipitación media anual histórica para la zona es de **1,314.7** mm, con una precipitación de hasta **236.1** mm en el mes (Septiembre) más lluvioso y **28.9** mm en el mes (Febrero) más seco, tal como se puede observar a continuación:

Tabla VI.16. Precipitación media mensual y anual histórica.

PRECIPITACIÓN	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
MEDIA (mm)	37.5	28.9	35.1	48.6	85.6	200.9	199.7	133.7	236.1	160.6	87.7	60.3	1,314.7

Con base a la ecuación lineal y el volumen de precipitación anual antes presentados se obtiene el valor de R que sería:

$$R = 3.7745 (1,314.7) + 0.004540 (1,314.7)^2$$

$$R = 12,809.43 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K).- La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del **Tabla VI.17**, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de erosionabilidad (K).

Tabla VI.17. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica.

Textura	% de materia orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla	0.013-0.029		

Fuente: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

Lo anterior fue confirmado, obteniendo el valor del Factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad del suelo y su textura superficial, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla VI.18. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de las unidades y subunidades de suelo y su textura (Morgan 1985).

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisolgléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisolórtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisolplíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c, d, e, k)	Cambisol (crómico, dístrico, éutrico, cálcico)	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisolgléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v, x)	Cambisol (vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h, k, l)	Chernozem (háplico, cálcico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d, g, e)	Podzoluisol (dístrico, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F (a, h, p, o)	Ferrasol (átrico, húmico, plíntico, ótrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysolcalcárico	0.013	0.020	0.007
G (d, e)	Gleysol (dístricoéutrico)	0.026	0.040	0.013
G (h, m)	Gleysol (húmico, mólico)	0.013	0.020	0.007
G (p, x)	Gleysol (plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysolvértico	0.053	0.079	0.026
H (c, g, h, l)	Feozem (calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisolcalcárico	0.013	0.020	0.007

Por último, también fue confirmado usando la fórmula de la ecuación del nomograma de Wischmeier citado por Mannaerts (1999):

$$K = (1/7.594) * [(2.1 * 10^{-4} * (12 - OM) * M^{1.14} + 3.25(s-2) + 2.5(p-3)] / 100$$

Dónde:

K = Factor de erosionabilidad del suelo (t./ha.MJ*ha/mm*hr)

OM = Materia orgánica (%)

S = Código de la estructura del suelo

P = Código de permeabilidad

M = Producto de las fracciones del tamaño de las partículas primarias ó (% limo + % arena muy fina)*(100 - % arcilla)

Los datos requeridos para el uso de la ecuación anterior son las siguientes:

Tabla VI.19. Características físicas del suelo presente en el área de estudio.

Tipo de suelo	Profundidad (cm)	Estructura	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Clase textural	Permeabilidad	Materia Orgánica (%)
Leptosol Lítico-Rendzico	0-10	Media o Granular gruesa	61	14	25	Migajón Arenoso	Moderadamente rápida	10

Fuente: Duch-Gary (1988³).

Tabla VI.20. Códigos por clase de estructura y permeabilidad del suelo.

Código	Clase de estructura	Tamaño (mm)
1	Granular muy fina y grumosa muy fina	<1
2	Granular fina y grumosa fina	1-2
3	Granular media, grumosa media y granular gruesa	2-10
4	Laminar, prismática, columnar, masiva, bloques y granular muy gruesa	>10

Código	Clasificación	Conductividad hidráulica (cm/hr)
1	Muy rápido	>12.5
2	Moderadamente rápida	6.0-12.5
3	Moderada	2.0-6.0
4	Moderadamente lenta	0.5-2.0
5	Lenta	0.125-0.5
6	Muy lenta	<0.125

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

De acuerdo a los datos presentados anteriormente y aplicando la ecuación lineal para calcular el Factor K se obtuvo un valor de Erosionabilidad del suelo de **0.02 t./ha.MJ*ha/mm*hr**.

Longitud y Grado de pendiente (LS).-Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo, tal como se puede observar a continuación:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Dónde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Hf = Altura más alta del terreno (m).

Hi = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

³Duch-Gary J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.

En el área de estudio se tienen los siguientes valores de los parámetros de la altura más alta del terreno, altura más baja del terreno y la longitud:

Hf (m)	Hi (m)	LONGITUD (m)
28	15	2150

Como puede observarse el nivel de la parte alta es de 28 m y la elevación en la parte baja es de 12 m; por lo que, la diferencia en elevaciones es de 16 m. Por otro lado, la longitud del terreno es de 2500 m. Con todo lo anterior y aplicando la formula, entonces la pendiente media del terreno es de:

$$S = 28 - 15 / 2150$$

$$S = 0.006. \text{ Esto es; } S = 0.6\%$$

Para calcular el LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se puede utilizar la siguiente formula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Considerando los valores de longitud de la pendiente de 2150 m, la pendiente media del terreno de 0.6 % y m de 0.5, el valor de LS resulta como sigue:

$$LS = (2150)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.6) + 0.00138 (0.6)^2)$$

$$LS = 0.93$$

NOTA: La fórmula anterior para el cálculo del factor topográfico LS fue propuesta en el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005) y se basa en modelos predictivos pioneros para estimar la pérdida de suelo como el de Wischmeier y Smith (1978).

Para visualizar la validez en la aplicabilidad de la formula anterior para el cálculo del factor topográfico LS, a continuación, se presenta el resultado obtenido aplicando las formulas y ecuaciones de Wischmeier y Smith (1978):

FACTOR TOPOGRÁFICO LS DE WISCHMEIER Y SMITH (1978):

$$LS = \left(\frac{X}{22.13} \right)^m (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

Dónde:

LS= Factor topográfico del terreno estudiado

X= Longitud de la ladera (en metros)

m= Constante que depende de la inclinación de la pendiente

s= Inclinación del terreno en porcentaje

Datos obtenidos del terreno estudiado:

X= **2150** m

m= **0.5**

s=0.6

Sustituyendo los datos de campo y considerando las formula de Wischmeier y Smith (1978) se obtiene el siguiente resultado:

LS= 0.93

Con lo anterior, queda patente la aplicabilidad y validez de la fórmula de LS utilizada por el método predictivo de EUPS) simplificada de Martínez-Méñez (2005).

CALCULO DE LOS ESCENARIOS DE PERDIDA DE SUELO:

- **Estimación de la Erosión Actual (Sin proyecto y con cubierta forestal).**

Considerando que R es igual a 12,809.43, que K es igual a 0.02, que LS es igual a 0.93, que C es igual a 0.01 (referente a la presencia de vegetación nativa y suelo natural de productividad moderada) y P es igual a 1.00 (no existe en la zona obras y prácticas de protección del suelo y el agua) como fueron determinados previamente. Por lo que, para estimar la erosión anual actual (Erosión natural) es necesaria determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas (que en nuestro caso no existe actualmente, ya que no requiere de cierto modo al no tener pendientes muy inclinadas en la región) para reducir la erosión, de tal forma que si usamos la ecuación (9.1) podemos obtener la erosión actual que sería de:

$$E = (12,809.43) (0.02) (0.93) (0.01) (1.00)$$

$$E = 1.8164 \text{ t/ha año}$$

Con base en lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo en condiciones de campo natural a lo largo de un año, es de 1.8164 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.1816 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Esta condición natural es clara y coherente, debido a que, en el caso del predio bajo estudio, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de las selvas.

- **Estimación de la Erosión Potencial (Con Proyecto, sin vegetación y sin medidas antierosivas).**

Considerando que R es igual a 12,809.43, que K es igual a 0.02 y que LS es igual a 0.93 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (9.2), de la siguiente manera:

$$E = (12,809.43) (0.02) (0.93)$$

$$E = 181.6444 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que de no existir cobertura vegetal que proteja el suelo (suelo desnudo) y no se tengan prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 181.6444 t/ha por año de suelo, lo que significa que anualmente se pierda una lámina de suelo de 18.16 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

- **Estimación de la Erosión Esperada (con proyecto y medidas antierosivas).**

Al llevarse a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y establecer un uso diferente al forestal, es importante plantear la aplicación de medidas antierosivas o medidas para la protección y conservación del suelo y el agua en el área del proyecto. Lo anterior con la finalidad de contribuir a la protección del suelo y la captura del agua en la región y con miras en la sustentabilidad de los proyectos.

Por lo anterior el proyecto plantea medidas antierosivas consistentes en el establecimiento de un Factor de protección de la vegetación (C) y Factor de prácticas mecánicas (P), tal como siguen:

Factor de protección de la vegetación (C).- El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote o parcela con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. Por ejemplo, cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta.

Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VI.21. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno (áreas desnudas presentes en el área de conservación) existirá posteriormente a la reforestación de las plantas nativas rescatadas en el área de CUSTF una vegetación secundaria (producto de la sucesión de la vegetación de selva

mediana subperennifolia y por la reforestación antes mencionada) como la que actualmente se encuentra presente; pero con una productividad baja (C= 0.10). Asimismo, en los suelos totalmente desprovistos de vegetación y desnudos presentes dentro del área de conservación del proyecto serán elegidos como sitios para la reubicación de suelo orgánico recuperado de las áreas de CUSTF, en donde se llevará a cabo de igual modo la labranza de conservación (los residuos triturados de la vegetación del área sometida a CUSTF serán dispuestos sobre el suelo desnudo en las áreas elegidas para la reforestación) para de último aplicarse actividades de reforestación con plantas nativas de la región con el objetivo de coadyuvar la protección del suelo y formación de la misma en la región.

Con todo lo anteriormente propuesto es de indicarse el siguiente valor de C:

C = 0.10 Bosque natural con nivel de productividad baja

Sustituyéndolo en la formula quedaría de esta manera:

$$E = (12,809.43) (0.02) (0.93) (0.10)$$

$$E = 18.1644 \text{ t/ha año}$$

Factor de prácticas mecánicas (P).- Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para alcanzar pérdidas de suelo que estén por debajo de los niveles máximas permisibles en el país.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco, tal como se puede observar a continuación:

Tabla VI.22. Factor de P utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno*	0.60-0.80
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.50
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor de 13 %)	0.80
Terrazas de Banco	0.10
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo; sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica (en caso de aplicar para la región) existe un efecto combinado. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y como última instancia se realizarían las obras y prácticas de conservación del suelo y agua.

También es importante mencionar que las obras señaladas en la tabla de arriba no aplican en la región por una serie de particularidades entre las más importantes: la ausencia de pendientes pronunciadas y la ausencia de corrientes de agua superficial; por lo que, con base a lo anterior es de indicarse que no se realizaran ninguna de las obras arriba señaladas. Por lo que el valor de P sería la siguiente:

P = 1.00 Ninguna obra de protección y conservación del suelo y del agua

Sustituyendo los valores de C y P en la ecuación lineal de erosión del suelo permite tener el siguiente valor de erosión:

$$E = (12,809.43) (0.02) (0.93) (0.10) (1.00)$$

$$E = 18.1644 \text{ t/ha año}$$

Como se puede observar, en caso de llevarse a acabo el CUSTF; pero con la aplicación de medidas de antierosivas (aplicables en la región) para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 18.1644 t/ha*año en el área del proyecto.

A manera de resumen se tienen los siguientes escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área de estudio:

Tabla VI.23. Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio por hectárea.

ESCENARIOS	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	1.8164
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	181.6444
SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS	18.1644

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de **1.8164** mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se llegará a presentar como producto del CUSTF será hasta este momento superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha año y por lo tanto, estaría provocando la degradación del suelo de la región.

Como se puede observar la pérdida de suelo que se tendrá con proyecto y medidas antierosivas representa únicamente el 10% del potencialmente probable con proyecto y sin medidas antierosivas.

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación y la recuperación del suelo en áreas de CUSTF (**133.23 ha**) y reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizarán en el área de estudio.

Asimismo, tomando como base los escenarios anteriores se estimaron los escenarios de pérdida de suelo en el área particular de CUSTF (**133.23 ha**), tal como sigue:

Tabla VI.24. Escenarios de la tasa de erosión en el área de CUSTF.

ESCENARIOS	PÉRDIDA DE SUELO (t/ 133.23 ha*año)
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	242.0049
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	24,248.67
SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS	2,420.0487

Como se puede observar en el área de CUSTF de darse una erosión de suelo seria en una tasa de **2,420.0487** t/año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo en la región. Sin embargo, al aplicar las medidas de mitigación y actividades antierosivas para aminorar el impacto sobre el recurso suelo se tiene lo siguiente:

El proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF (**133.23 ha**) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Las medidas anteriores prevendrán y mitigarán la pérdida de **35,073.72** ton/año de suelo (Leptosol Lítico-Rendzico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

Tabla VI.25. Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el área del proyecto.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES	PREVENCIÓN DE LA PÉRDIDA POTENCIAL ANUAL DEL SUELO			
	t/ha*año	t/59.86 ha*año	t/133.23 ha*año	t/193.10 ha*año
MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	181.6444	10,873.24		
RECUPERACIÓN DE SUELO EN EL ÁREA DE CUSTF	181.6444		24,200.49	35,073.72

De acuerdo a lo antes planteado se puede indicar que la erosión natural actual en el área del proyecto (sin CUSTF y proyecto) es de **1.8164** ton.ha.año, la erosión potencial (con CUSTF y sin medidas antierosivas) presenta un valor de erosión promedio de **181.6444** ton.ha.año y por último, la erosión esperada (con CUSTF, proyecto y medidas antierosivas para protección del suelo y del agua) presentó un valor de pérdida de suelo de **18.1644** ton.ha.año. Asimismo, la pérdida del suelo en el área de CUSTF es totalmente mitigada (**35,073.72** toneladas por año) por las medidas antierosivas adicionales practicadas en el área de estudio, permitiendo que el proyecto sea totalmente sostenible y viable ambientalmente.

Con base a los datos anteriormente vertidos se puede concluir que el recurso suelo tendrá un grado de afectación mínimo; pero en ningún momento se compromete la integridad y cantidad (superficie ó extensión) del suelo Rendzina-Litosol presente en el predio y la cuenca Bahía Chetumal y Otras.

3. Por lo que corresponde al tercero de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN, se observó lo siguiente:

NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA.

En el área de estudio se ha realizado una serie de análisis de la calidad del agua por Maas-Vargas (2009⁴) y que ha demostrado que el agua subterránea (el área de CUSTF carece de aguas superficiales y únicamente posee un agua subterránea) de la zona es de suficiente calidad, tal como sigue:



Figura VI.2. Resultados de los muestreos de calidad de agua realizados en el poblado de Bacalar, Quintana Roo en el año 2003 y 2007.

En términos generales se puede indicar que la calidad de agua es aceptable sobre todo para uso recreativo.

No obstante, es importante mencionar que las descargas de las fosas sépticas del poblado Bacalar son una fuente de contaminación del manto acuífero debido al gran contenido de carga orgánica que se vierte.

⁴Maas-Vargas M.G. (2009). Laguna de Bacalar Reserch. COBACH, Quintana Roo. Disponible en línea en: http://www.lagunabacalarinstitute.com/Maas-Bacalar_Research.pdf

Asimismo, el desarrollo turístico que ha tenido Bacalar en los últimos años ha impactado negativamente la calidad del agua, debido al incremento de la población que cada vez más genera residuos sólidos y líquidos que de alguna manera se ve reflejado en los resultados de los diferentes años.

Durante el CUSTF y el establecimiento del proyecto "Parque Solar Andrés Quintana Roo" se podría presentar el fecalismo al aire libre, situación por la que se tomaron las medidas necesarias para prevenir el grado de afectación del suelo y agua de la región. Por lo tanto, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo el proyecto aplicará las siguientes acciones y medidas de mitigaciones:

- Se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 letrina por cada 15 trabajadores por frente de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado.
- Se implementará la aplicación de procedimientos de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos.
- Se implementará la aplicación de un procedimiento de manejo de residuos.
- Se implementará un procedimiento de supervisión ambiental para el cumplimiento de las medidas trazadas por el proyecto.
- Se establecerán como parte integral del proyecto una superficie de **59.86 ha** (representa el 31 % del total del área del presente proyecto) como área de conservación que posee suelo natural y vegetación nativa derivada de selva mediana subperennifolia.

Todo lo anterior, permitirá la continuidad del servicio ambiental **captación e infiltración del agua de calidad** en la región.

Por todo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la calidad del agua con respecto al predio y a su vez a la Cuenca hidrológica forestal.

NO SE PROVOCARÁ LA DISMINUCIÓN EN LA CAPTACIÓN DEL AGUA.

El balance hidrológico determina la cantidad anual de agua dulce en el estado de Quintana Roo. Así, se calcula que el estado presenta un volumen de recarga natural del acuífero subterráneo de 8174 millones de metros cúbicos (Mm³), con una descarga natural hacia el mar de 4,918 Mm³, lo que deja una disponibilidad total de 3,256 Mm³; de los cuales se utilizan solamente 423 Mm³, que corresponden a 13 % del agua disponible (González-Canto, 2006⁵).

⁵González Canto F.A. (2006). Los retos del agua en Quintana Roo. Acciones locales para un reto global. IV Foro Mundial del Agua, México.

El grado de presión por extracción sobre el recurso hídrico en el estado es muy bajo (5 %) si se compara con los estados del norte del país, donde la presión sobre el agua subterránea es alta (mayor a 40 %), o con la ciudad de México, donde llega hasta 126% (Conagua, 2006). La disponibilidad natural promedio de agua dulce per cápita en la Península de Yucatán es de 8 011 m³/hab/año, que representa el doble del promedio nacional que es de 4,573 m³/hab/año (Conagua, 2006). De acuerdo con este balance, existe gran disponibilidad de agua subterránea en el estado de Quintana Roo.

No obstante, para visualizar la afectación particular del servicio ambiental de provisión de agua en cantidad por motivo del CUSTF en el área de estudio, se procedió a cuantificar la infiltración y captación de agua de lluvia.

Para cuantificar el volumen de infiltración en la zona del proyecto, se realizó un balance hidráulico con los parámetros de precipitación media anual, evapotranspiración, escurrimiento mediante datos obtenidos en la estación climatológica **00023043 SAN FELIPE BACALAR**. Con las variables anteriores se calculó la infiltración de agua para el área total del predio, área de CUSTF y áreas de conservación para poder visualizar el grado de afectación del proyecto en cuanto a la captación del agua (Ver memoria de cálculo en formato Excel y versión electrónica únicamente en la sección de anexos de este estudio técnico). Lo anterior permitió tener datos para comparar los valores estimados del volumen total de infiltración para el estado de Quintana Roo y para la Cuenca Bahía Chetumal y otras, y los valores calculados de infiltración para el predio total y el área de CUSTF, tal como se puede observar a continuación:

INFILTRACIÓN DEL AGUA.

Para la estimación del volumen de **infiltración del agua** en el área de estudio se utilizó la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Infiltración} = (P - ETR) At - Ve$$

Dónde:

P= Precipitación (mm/año)

ETR= Evapotranspiración (mm/año)

Ve= Volumen de escurrimiento (m³/año)

At= Área de la parcela de estudio (km²)

- **VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE LA INFILTRACIÓN.**

PRECIPITACIÓN.

La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc. (Bateman, 2007).

Para obtener los datos climatológicos de **PRECIPITACIÓN** y **TEMPERATURA** del área de estudio se requirió consultar la base de datos de la Estación Meteorológico **00023043 SAN FELIPE BACALAR**, Quintana Roo en el Periodo 1951-2010, que es la más cercana al área de estudio.

EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR).

Se denomina evapotranspiración al conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo); por lo que, es conveniente distinguir entre evapotranspiración efectiva (cantidad de agua realmente trasferida a la atmosfera) y evapotranspiración potencial (cantidad máxima, teórica, de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y constantemente abastecido de agua). En relación con las precipitaciones recogidas, la ETR se usa como un indicador de humedad o aridez climática⁶.

Para el cálculo de la **EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR)** se utilizó el Método de Thornthwaite.

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en Hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas (Almorox-Alonso, 2007).

Este método calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante las siguientes fórmulas:

Método de Thornthwaite

$$ETP = 16 \left[10 \left(\frac{T}{I} \right) \right]$$

Dónde:

ETP= Evapotranspiración potencial (mm)

T= Temperatura media (°C)

I= Índice de calor

$$\alpha = 0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.01792 I + 0.49239$$

El índice de calor se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{j=1}^{12} i_j$$

Dónde:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO.

El valor del **VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (Ve)** se calculó mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$Ve = (P) (At) (Ce)$$

⁶http://www.ign.es/espmmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapa_08texto_corregido.pdf

Dónde:

Ve= Volumen medio anual de escurrimiento (miles de m³)

P= Precipitación anual (mm)

Ce= Coeficiente de escurrimiento anual

At= Área total para el drenaje del suelo o parcela de estudio (km²)

Una vez con los datos de los parámetros necesarios para el cálculo de la infiltración en el área de estudio se procedió a aplicar la ecuación lineal presentada al inicio, cuyos **RESULTADOS** más importantes se presenta a continuación:

La estación meteorológica de **00023043 SAN FELIPE BACALAR** permitió tener los siguientes valores de **PRECIPITACIÓN** para el área de estudio:

Tabla VI.26. Registros de la precipitación media anual del área de estudio.

MESES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
ENERO	37.5
FEBRERO	28.9
MARZO	35.1
ABRIL	48.6
MAYO	85.6
JUNIO	200.9
JULIO	199.7
AGOSTO	133.7
SEPTIEMBRE	236.1
OCTUBRE	160.6
NOVIEMBRE	87.7
DICIEMBRE	60.3
ANUAL	1,314.7

Como se puede observar en la tabla anterior, la precipitación media anual histórica para la zona es de **1314.7** mm, con una precipitación de hasta **236.1** mm en el mes (Septiembre) más lluvioso y **28.9** mm en el mes (Febrero) más seco.

Los valores de **EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)** fueron calculados de la siguiente manera:

Tabla VI.27. Temperatura media mensual y anual del área de estudio.

TEMPERATURA °C	
MES	MEDIA
ENERO	23.5
FEBRERO	24.4
MARZO	24.9
ABRIL	26.5

TEMPERATURA °C	
MES	MEDIA
MAYO	28.0
JUNIO	27.8
JULIO	27.5
AGOSTO	27.6
SEPTIEMBRE	27.4
OCTUBRE	26.9
NOVIEMBRE	25.8
DICIEMBRE	24.4
ANUAL	26.2

Las temperaturas medias mensuales de la tabla anterior sirvieron para calcular el índice de calor, cuyo resultado se puede observar a continuación:

Tabla VI.28. Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio.

MES	T	i
ENERO	23.5	10.41
FEBRERO	24.4	11.02
MARZO	24.9	11.37
ABRIL	26.5	12.49
MAYO	28.0	13.58
JUNIO	27.8	13.43
JULIO	27.5	13.21
AGOSTO	27.6	13.28
SEPTIEMBRE	27.4	13.14
OCTUBRE	26.9	12.78
NOVIEMBRE	25.8	11.99
DICIEMBRE	24.4	11.02
ANUAL	I	147.72

Una vez obtenidas y aplicadas las variables anteriores se pueden obtener los siguientes parámetros y variables de interés:

Tabla VI.29. Variables obtenidas y utilizadas en el cálculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF.

VARIABLES	
T	26.2
I	147.72

α	3.63
ETP	128.74

El resultado del cálculo del **VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (Ve)** indica lo siguiente:

Los valores del Coeficiente de escurrimiento utilizados para el presente estudio fueron de $C_e = 0.30$ para las áreas actualmente forestales con cobertura de Selva mediana subperennifolia (catalogado como bosque plano con pendiente de 0-5%) y suelo Leptosol Lítico-Rendzico con textura media. Para las áreas que serán selladas y convertidas en pavimento y concreto tendrán un valor de $C_e = 0.65$, tal como como sigue:

Tabla VI.30. Coeficientes de escurrimiento (C_e) de diferentes materiales en el área de captación.

USO DEL SUELO Y PENDIENTE DEL TERRENO	TEXTURA DEL SUELO		
	GRUESA	MEDIA	FINA
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

Tabla VI.31. Coeficientes de escurrimiento (C_e) de diferentes materiales en el área de captación.

Tipo de captación	C_e
Cubiertas superficiales	
<i>Concreto</i>	0.6-0.8
<i>Pavimento</i>	0.5-0.6
<i>Geomembrana de PVC</i>	0.85-0.90
Azotea	
<i>Azulejos, teja</i>	0.8-0.9
<i>Hojas de metal acanaladas</i>	0.7-0.9
Orgánicos (hojas con barro)	<0.2
Captación en tierra	
<i>Suelo con pendientes menores al 10%</i>	0.0-0.3
<i>Superficies naturales rocosas</i>	0.2-0.5

Para este caso, se utilizaron dos C_e : cuando el suelo se encuentra cubierto por vegetación forestal de selva mediana subperennifolia, pendiente plana de 0.5% y suelo con textura media (**0.30**). Cuando se recubre dicha superficie con pavimento y concreto por las obras tales como de caminos y obras civiles del proyecto pretendido (**0.65**).

De todos los datos anteriormente presentados se obtuvieron las siguientes variables importantes para el cálculo del V_e :

$P = 1,314.70$ mm

$C_e = 0.35$ (Áreas forestales con suelo de textura media y plana)

$C_e = 0.65$ (Suelo sellado con Pavimento y Concreto)

$A_t = 1.3323$ km²

Las variables anteriores sirvieron para el cálculo del volumen de escurrimiento (V_e) en el área de CUSTF aplicando la siguiente fórmula:

$$V_e = (P)(A_t)(C_e)$$

Los resultados de la aplicación de la fórmula anterior se encuentran en las siguientes tablas:

Tabla VI.32. Volumen medio anual de escurrimiento (miles de m³) en área de CUSTF antes del proyecto y después del establecimiento del proyecto.

CONDICIÓN	VOLUMEN MEDIO ANUAL DE ESCURRIMIENTO (MILES DE m ³)
ÁREA PRETENDIDA PARA EL CUSTF (FORESTAL-ANTES DEL PROYECTO)	525.49
ÁREA SOMETIDA A CUSTF (OBRAS DE PAVIMENTO Y CONCRETO DESPUÉS DEL PROYECTO)	1138.57

A continuación, se presentan las áreas directamente relacionadas al proyecto con la finalidad de realizar las estimaciones o cálculos de la infiltración del agua para la cuenca forestal, área total del predio, área de CUSTF y áreas de conservación (con suelo y vegetación natural siendo áreas totalmente permeables), tal como sigue:

Tabla VI.33. Usos y superficie de las áreas directamente relacionadas al proyecto.

USOS	SUPERFICIE (HECTÁREAS)
Área de la Cuenca Bahía de Chetumal y Otras	1,551,312.92
Área total del proyecto	193.10
Área forestal a afectar (CUSTF)	133.23
Área de compensación (Áreas de conservación)	59.86

De acuerdo con lo anterior, se plantean los escenarios que se presentarían en las infiltraciones en el área pretendida para el CUSTF bajo el escenario sin el proyecto y con el proyecto sin tomar en cuenta las medidas de protección y conservación del agua, tal como se puede observar:

Tabla VI.34. Escenarios de la Infiltración actual en el área de CUSTF pretendida (Sin proyecto) y con el proyecto (Con CUSTF y establecimiento de Obras de Pavimento y Concreto).

PARÁMETROS			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA NETA
P	1,314.70	mm/año			
ETR	128.74	mm/año			
At	1.33	km ²			
Ve (ÁREA FORESTAL)	525.49	m ³			
Ve (SUELO SELLADO CON CONCRETO Y PAVIMENTO)	1,138.57	m ³			
INFILTRACIÓN (m³/año)			1,054,624.019	441,545.7334	613,078.28

La diferencia entre el volumen de infiltración con cobertura vegetal forestal (sin proyecto) y con suelo sellado con pavimento y concreto (con proyecto y sin medidas de protección y conservación del agua) es de **613,078.28 m³/año**. Este último volumen representaría la pérdida neta de agua que se estaría dejando de percibir por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo con obras de pavimento y concreto. Asimismo, este sería el volumen que se tiene que mitigar con la finalidad de hacer del proyecto sustentable y viable ambientalmente.

No obstante, si se comparan los valores estimados del volumen total de infiltración para la Cuenca Bahía Chetumal y Otras, y los valores calculados de infiltración para el predio total, el área de CUSTF y áreas de conservación, se tendrían las siguientes representatividades:

Tabla VI.35. Representatividad de la afectación del CUSTF (Infiltración) respecto a la infiltración potencial percibida en la Cuenca y Predio total del proyecto.

	SUPERFICIE (m ²)	INFILTRACIÓN (m ³)	REPRESENTATIVIDAD (%)
VALORES ESTIMADOS			
Estado de Quintana Roo	50,350,000,000.00	8,174,000,000.00	
Área de la Cuenca Bahía de Chetumal y Otras	15,513,129,200.00	2,518,457,161.49	100.00
VALORES CALCULADOS			
Área total del proyecto	1,930,954.93	1,777,038.51	0.07
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	1,332,358.9	1,054,624.019	0.04
Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)	1,332,358.9	441,545.73	0.02

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua (1,054,624.019 - 441,545.73 = 613,078.28 m³) por motivo del CUSTF por el proyecto “Parque Solar Andrés Quintana Roo” y que representa únicamente el 0.024% del volumen de agua captada en la Cuenca Bahía Chetumal y Otras y 34.5% respecto al inicialmente percibido en el total del predio en donde se encuentra inmersa el área de CUSTF.

A pesar de la pérdida en la captación de agua por motivo del CUSTF, si se considera que el área sellada por las obras del proyecto seguirá infiltrando agua pero en menor proporción y que el proyecto también mantendrá áreas de conservación, áreas para futuro crecimiento y áreas sin uso con suelo natural y vegetación nativa como medidas de mitigación y por lo tanto, en conjunto prevendrán la pérdida en la captación de agua por infiltración de 903,673.63 m³/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla VI.36. Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del proyecto.

CONDICIÓN	PERDIDA DE INFILTRACIÓN DE AGUA (m ³ /Año) en 135.78 ha	REPRESENTA TIVIDAD (%)
TOTAL DE INFILTRACIÓN A MITIGAR	613,078.29	100.00
MEDIDA DE MITIGACIÓN		
INFILTRACIÓN DE AGUA MITIGADA (m ³ /Año)	REPRESENTA TIVIDAD (%)	
INFILTRACIÓN QUE SE SEGUIRÁ DANDO EN LAS ÁREAS SELLADAS POR CONCRETO Y VIALIDADES	441,545.019	72.02
INFILTRACIÓN MITIGADA POR LA PERMANENCIA DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	473,816.59	77.28
TOTAL DE MITIGADO	915,362.32	149.31

Como se puede observar con las medidas de mitigación aplicadas por el proyecto permitirán aminorar y mitigar completamente pérdida de la infiltración de agua por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo.

Con base a los datos anteriormente vertidos se puede concluir que el recurso agua tendrá un grado de afectación mínimo; pero en ningún momento se compromete la integridad y cantidad de agua captada por infiltración presente en el área bajo estudio y la Cuenca Bahía Chetumal y Otras.

Con las medidas antes planteadas se demostró que no se deteriorará la calidad del agua; pero, tampoco se disminuirá su captación dentro del área de estudio. Por tal modo, estas medidas son suficientes para aminorar los posibles efectos del proyecto.

4. Por lo que corresponde al cuarto de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que LOS USOS ALTERNATIVOS DE SUELO QUE SE PROPONGAN SERÁN MÁS PRODUCTIVOS A LARGO PLAZO, se observó lo siguiente:

Para darle cabal cumplimiento a este punto, es necesario visualizar los siguientes apartados que corresponden a la Justificación Económica y Social del proyecto.

VI.2 Justificación económica que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.

VALOR ECONÓMICO DEL USO DE SUELO ACTUAL Y SERVICIOS AMBIENTALES QUE PRESTA (COMO ECOSISTEMA). Como se ha mencionado en diferentes apartados del presente estudio técnico, el área del proyecto se encuentra cubierta por una vegetación secundaria derivada de selva mediana

subperennifolia con un tiempo de sucesión de entre 10-15 años; pero con vocación forestal. Bajo la lógica de que antes fue usado para actividades diversas (aprovechamiento de madera por las comunidades, actividad chiclera y eventos naturales extremos como los huracanes) y bajo el supuesto que la edad de la vegetación y del área de estudio es de aproximadamente de 10-15 años abandono o descanso (partiendo de cero a 15 años de recuperación) y que se ha estimado un valor económico de recursos forestales y de servicios en el área de CUSTF con un monto de \$ **64,737,431.81** pesos (sesenta y cuatro mil setecientos treinta y siete mil cuatrocientos treinta y un pesos 81/100 MN), y que a continuación se presenta la tabla resumen:

Tabla VI.37. Resumen de productos posibles de obtener y valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Carbón vegetal	9,114,877.11
Madera para artesanías	4,208,894.96
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	1,962,320.00
Servicio ambiental Captura de agua	1,417,287.15
Servicio ambiental Captura de carbono	512,414.38
Servicio ambiental Protección de suelo	47,521,638.21
SUMA	64,737,431.81

VALOR ECONÓMICO DEL ÁREA DE CUSTF EN EL FUTURO RECIENTE CON LA INVERSIÓN DEL PROYECTO “PARQUE SOLAR ANDRÉS QUINTANA ROO”.

El desarrollo del proyecto requerirá de un monto de inversión de aproximadamente \$ 1,584’976,169.18 pesos mexicanos (1 Dólar = 18.047 Pesos a 7 de Julio del 2017)

Por lo que comparando este monto de inversión con el monto económico del ecosistema a afectar resulta lo siguiente:

Tabla VI.38. Perdida de los recursos biológicos forestales e inversión económica para el desarrollo del proyecto.

CONDICIÓN	VALOR ECONÓMICO (Millones de pesos)
VALOR DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS- FORESTALES (perdida por CUSTF)	64,737,431.81
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO BACALAR (Inversión inicial)	1,584’976,169.18

Como se puede observar, el monto de inversión por el proyecto es de gran importancia en comparación al valor económica de los recursos forestales y de servicios estimados para el área que se pretende someter al CUSTF. De hecho, el monto económico de los recursos forestales y de servicios únicamente representa el **4 %** del monto total de inversión del proyecto.

Asimismo, durante la construcción del proyecto ofrecerá fuentes de empleo a personas preferentemente pertenecientes al municipio de Bacalar; a quienes les ofrecerá además seguridad social (derecho habiencia en el seguro social).

La estimación del personal necesario para el desarrollo del Proyecto se presenta a continuación:

- **Etapas de preparación y construcción:** para lo que se contratarán alrededor de 350 trabajadores.
- **Etapas de operación y mantenimiento:** 40 años, para lo que se contarán con unos 10 a 12 trabajadores fijos.

Las características del personal especializado y número del personal requerido para la construcción del proyecto son las siguientes:

Tabla VI.39. Personal requerido para la construcción.

Personal	Número
Ingeniero residente	2
Oficial de albañilería	6
Oficial carpintero obra negra	4
Oficial electricista	5
Oficial herrero	4
Oficial pintor	4
Peón	150
Ayudante	90
Almacenista	3
Topógrafo	5
Residente de obra	2
Total	275

Con todo lo anterior, se puede indicar que el uso alternativo del suelo (Parque Solar Andrés Quintana Roo) propuesto es más productivo a largo plazo, tomando en cuenta que el recurso energético (energías renovables) es de gran importancia para la región y el país y que vendrá a reactivar la economía de las familias beneficiadas por los empleos ofrecidos.

VI.3 Justificación social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.

De acuerdo con el ESTUDIO DE IMPACTO SOCIAL realizado en el área de estudio por motivo del proyecto Parque Solar Andrés Quintana Roo, en resumen, permitió visualizar lo siguiente:

Para el medio socioeconómico del área de estudio se tomó como referencia al municipio de Bacalar, que es donde se encuentra el proyecto y se ubica en el sur del estado de Quintana Roo. Se trata de un joven municipio surgido en el año 2011 tras su escisión del Municipio de Othón P. Blanco.

La población más cercana al proyecto es el Ejido de Buena Vista. Según los últimos datos oficiales disponibles, la población cuenta con 586 habitantes. La cabecera municipal de Bacalar cuenta con 11,048 habitantes. El grado de rezago social según la CONEVAL se considera Muy Bajo.

Tabla VI.40. Características del municipio de Bacalar en donde se encuentra inmerso el proyecto.

Número de habitantes totales del municipio:	36,676
Número de localidades del municipio:	58
Cabecera municipal:	Bacalar
Población de la cabecera municipal:	11,048
Hombres:	5,427
Mujeres:	5,621

*Fuentes: INEGI, SINIM, INAFED

El objetivo del estudio de campo es entrar en contacto directo con la población de la zona para pulsar sus opiniones sobre el estado actual de las cosas en la región, de esta forma es posible recabar información cualitativa de gran importancia para la determinación de la línea base del estudio de Impacto Social. Así mismo, el trabajo de campo permite hacer una estimación del grado de aceptación general de la población respecto del proyecto.

La elección de los entrevistados se realizó teniendo en cuenta la necesidad de abarcar un rango suficientemente amplio de opiniones e intereses locales. Por ello se han seleccionado representantes de la comunidad en el ámbito social, sanitario, comercial, empresarial, político, religioso, educativo y sindical.

Nivel de aceptación del proyecto:

Entre los comentarios destacados respecto del nivel de aceptación del proyecto, es necesario puntualizar que muchos de los entrevistados, declararon no tener información suficiente acerca del proyecto para determinar los posibles beneficios o perjuicios que puede ocasionar el mismo a la comunidad. Sin embargo, también se hicieron comentarios destacados como:

- En general, la competencia puede generar beneficios para los usuarios.
- No se dispone de información suficiente acerca del proyecto.
- La aceptación del proyecto se somete al cumplimiento de todas sus obligaciones en cuanto a regulación ambiental y social por parte de la empresa promotora. Hay que vigilar los impactos ambientales.
- La participación de empresas privadas y la posibilidad de disponer de energía fotovoltaica siempre se estima de manera positiva si se traduce en una bajada de los costos energéticos.
- La comunidad no se verá beneficiada por una bajada del costo de la energía.
- En desacuerdo con la ubicación del proyecto. La laguna es el principal activo turístico del municipio y podría verse afectada por la instalación del parque, hubiera sido mejor situarlo en otro lugar.
- La generación de empleos es muy beneficiosa para la comunidad.
- Es positivo para la imagen del municipio, que quiere promocionarse como un destino para el turismo ecológico, sustentable y exclusivo.
- Es necesario implicar a la comunidad en el proyecto.

Como **CONCLUSIONES** del estudio se tienen los siguientes:

- Bacalar es un municipio nuevo, separado en 2011 del municipio de Othón P. Blanco, que cuenta con un total de 36,676 habitantes, de los cuales 11,048 viven en la cabecera municipal.
- El estudio se centra en la cabecera municipal de Bacalar y en las localidades y ejidos más próximos al predio donde se llevará a cabo el proyecto del parque fotovoltaico. Es en estas áreas en donde se ha llevado a cabo el trabajo de campo durante la visita realizada entre el 23 y el 27 de mayo de 2016.
- Los servicios básicos como suministro eléctrico, de bienes de consumo y de educación resultan satisfactorios en opinión de los agentes sociales entrevistados. Existen algunas deficiencias en los servicios de basuras y de drenaje, transportes, infraestructuras viales y, sobre todo, en servicios de salud y de emergencias. Aunque la opinión generalizada, para un municipio nuevo y de escasa población como este, es que se cuenta con los servicios necesarios, al menos en la cabecera municipal, ya que las carencias en las localidades rurales son más pronunciadas.
- Se trata de un municipio que goza de paz social y con un relativamente alto nivel de seguridad ciudadana. No obstante, existe un alto nivel de desempleo debido, en opinión de los entrevistados, a la falta de industrias, de capacitación y de iniciativa empresarial.
- La gran mayoría de los entrevistados (86%) considera excelente la realización de un proyecto de estas características en el municipio. Aunque este nivel de aceptación debe matizarse con consideraciones de tipo ambiental y de involucramiento de la comunidad en el proyecto.

En si el proyecto tiene gran importancia económica, social y ambiental para la región por las siguientes razones:

- La energía producida por el Parque ayudará a minimizar los efectos del cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales con el uso de nuevas fuentes de generación de energía eléctrica.
- El proyecto tendrá un impacto social y ambiental puesto que su implementación permitirá reducir la emisión de 29,866.44 toneladas de CO₂ al año al producir energía limpia, lo que equivale a plantar alrededor de 96 hectáreas de bosque y conservarlas por 10 años. Dentro de los impactos sociales que el proyecto generaría se puede mencionar la generación de nuevos empleos y la imagen positiva que la cabecera municipal obtendría debido a la actual promoción turística de una población con turismo ecológico, sustentable y exclusivo.
- Por otro lado como fue mencionado en párrafos anteriores el proyecto ofrecerá fuentes de empleo que beneficiaría de manera importante a las familias de la región al poder gozar de una percepción económica y seguridad social.
- El desarrollo del Parque solar contribuirá al cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos por nuestro país, para la sustitución de quema de combustibles fósiles por fuentes de energía limpia, que posibilitan además cumplir con la demanda energética para un desarrollo económico ordenado.

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

El proyecto “Parque Solar Andrés Quintana Roo”, Municipio de Bacalar, Quintana Roo será construido con los métodos más modernos, con las mejores prácticas de seguridad y protección del medio ambiente. La operación del proyecto beneficiará el medio ambiente al producir energía renovable, desplazando energía producida con combustibles fósiles, diversificará la matriz energética y dará beneficios económicos a empleados, proveedores e inversionistas.

Los mayores impactos ambientales negativos se darán durante la etapa de preparación y construcción y serán de magnitud alta. Los beneficios serán a largo plazo y de impacto regional, al proveer electricidad renovable a la red eléctrica nacional.

VII.1 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

Las medidas preventivas y de mitigación están orientadas a la aplicación de cualquier estrategia, política, obra o acción encaminada a prevenir, minimizar o eliminar impactos negativos al ambiente provocados por el desarrollo de diversas actividades de origen antropogénico. Estas medidas se plantean una vez que se han identificado y evaluado los principales impactos ambientales que traerán consigo el desarrollo de una actividad o un proyecto (Weitzenfeld, 1996 y Conesa, 1995).

Por lo anterior, las medidas que se exponen en el presente capítulo, están orientadas a prevenir y reducir los posibles impactos ambientales que se generarán por la construcción del proyecto en sus diferentes etapas y se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.
- Reducir el impacto, limitando el grado o magnitud de la(s) actividades (es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementarán medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto, tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto, al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Derivado de lo anterior, las medidas de manejo se agruparán en función de su naturaleza:

Medidas preventivas: Conjunto de disposiciones y actividades previamente diseñadas, con el objetivo de evitar la generación de impactos negativos al ambiente como resultado de las actividades del proyecto.

Medidas de reducción o mitigación: Implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pudieran presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes.

Medidas de compensación: Estas son aplicables cuando el impacto es considerado inevitable a pesar de la implementación de medidas de mitigación. Este tipo de medidas no son aplicables en el sitio del proyecto, sino en áreas equivalentes o similares a las afectadas. Algunos ejemplos son: la reforestación, la creación de zonas verdes (áreas de conservación), el pago compensatorio por contaminación, entre otros.

En la siguiente tabla se presentan las medidas mencionando su tipo, los factores ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará:

Tabla VII.1. Medidas de prevención, mitigación y compensación.

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado						Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Atmósfera	Suelo	Agua	Flora y Fauna	Erosión	Socioeconómico	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
No se permitirá el tránsito de vehículos y maquinaria en áreas de vegetación que no estén contempladas para desmontar.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X			X		X	X		X		
La maquinaria y vehículos que se utilicen contarán con un mantenimiento periódico.	Comprobantes de mantenimiento	X	X		X	X					X	X	X
Únicamente se permitirá el tránsito vehicular y peatonal en las vías que serán señalizadas y marcadas.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X						X		X	X	X	X
Se instalarán contenedores con tapa para el almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos que se generen. Estos contenedores se proporcionarán en número suficiente y en lugares estratégicos.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X		X	X		X			X	X	X
Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo (incluyendo residuos vegetales).	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X			X			X			X	X	
El equipo, vehículos y maquinaria utilizados durante el CUS y construcción de las obras deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental y comprobantes de mantenimiento	X				X	X				X	X	X

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado						Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Atmósfera	Suelo	Agua	Flora y Fauna	Erosión	Socioeconómico	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Los residuos peligrosos que se pudieran originar por alguna falla de maquinaria deberán ser depositados en un contenedor con tapa, rotulados y retirados del sitio del proyecto por alguna empresa autorizada, de acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental y comprobantes de disposición final		X			X		X			X	X	X
Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 sanitario por cada 15 empleados, a los cuales se les dará mantenimiento adecuado y cuyo uso deberá ser obligatorio para los trabajadores.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental y copias de facturas del prestador del servicio	X	X		X	X	X	X		X	X	X	
Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de trabajo, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X				X	X				X	X	
Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X							X	X	X	
Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre, además de procurar evitar su atropello.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X						X			X	X	X
Se implementará un Procedimiento para el desmonte dirigido del arbolado (Anexo 5).	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X					X			X		

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado						Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Atmósfera	Suelo	Agua	Flora y Fauna	Erosión	Socioeconómico	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Únicamente se realizarán obras correspondientes al desarrollo del proyecto, en las superficies solicitadas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro de este estudio.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X				X		X			X		
Se mantendrá un área de conservación que representa el 59.86% de la superficie del predio.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental			X		X	X	X	X		X	X	X
Durante la construcción, se implementará una señalización adecuada para promover la preservación de las áreas de conservación. Así mismo, evitar la disposición de basura en el interior de las mismas.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X				X	X	X			X	X	
Se habilitará un área de almacén temporal para el depósito de residuos sólidos no peligrosos.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X			X		X		X	X	X	
La vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual y depositar en otras áreas verdes o bien, ser trasladadas a un sitio de disposición final autorizado.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental		X	X		X		X			X	X	
Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación; sin la autorización correspondiente.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental. Presentar la autorización correspondiente.	X						X			X	X	X

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado						Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Atmósfera	Suelo	Agua	Flora y Fauna	Erosión	Socioeconómico	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción y/o operación.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X							X		X	X	X
Se implementará un Programa de rescate y reubicación de flora para las especies de enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059 SEMARNAT-2010, y/o de importancia ecológica presentes en el área a afectar.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X						X			X	X	
Se implementará un Programa de rescate y reubicación para la protección de fauna silvestre que se encuentren en el área de afectación o en sus colindancias inmediatas y que sean susceptibles de afectación durante las actividades del proyecto, incluyendo la búsqueda y revisión de probables madrigueras en el área de afectación.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental y señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna.		X					X			X	X	
Se deberá realizar capacitación en temas ambientales al personal que labore en el sitio del proyecto. A fin de que los trabajos se hagan en apego a la normatividad ambiental vigente, a las medidas de mitigación y/o prevención planteadas y a los términos y condicionantes establecidos por SEMARNAT.	Evidencia fotográfica de la capacitación al personal y hoja de firmas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
En el sitio del proyecto deberán existir botiquines de primeros auxilios, para la atención inmediata de algún accidente.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X							X	X	X	

Descripción de la Medida	Seguimiento	Tipo de medida			Factor afectado						Etapa de Proyecto		
		Prevención	Mitigación	Compensación	Atmósfera	Suelo	Agua	Flora y Fauna	Erosión	Socioeconómico	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Se eliminará la vegetación por etapas para procurar que la fauna asentada en el área del proyecto o cerca de él se ahuyente hacia las áreas aledañas	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental	X	X			X		X	X		X		
Se contratará preferentemente a personal proveniente de las comunidades vecinas.	Evidencia fotográfica en la supervisión ambiental			X						X	X	X	X
Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los almacenes de las constructoras y en el caso de los residuos se dispondrán en el sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal.	Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias		X			X						X	

VII.1.1 Medidas adicionales.

Aunado a las medidas antes mencionadas el promovente ejercerá las siguientes acciones con el fin de reducir los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los recursos forestales presentes en el predio:

- Aplicará un Programa de manejo de residuos y su reglamento.
- Aplicará un Procedimiento de desmonte direccionado.
- Aplicará un Programa de supervisión ambiental.
- Aplicará un Programa de rescate y reubicación de especies de floray fauna silvestre.

Se deberá contar con un supervisor ambiental y forestal competente que se encargue de la aplicación de las medidas propuestas, así mismo las autoridades correspondientes deberán ejercer la vigilancia en su ámbito de competencia.

VII.2 Programa de supervisión ambiental.

La Supervisión ambiental tendrá por objeto establecer la sistemática que debe seguirse para la programación de las actividades de vigilancia ambiental, para alcanzar los objetivos y metas contemplados en la normatividad ambiental vigente de acuerdo con el proyecto. Esta supervisión se llevará a cabo durante todas las fases del proyecto, apegándose a las medidas preventivas y de mitigación propuestas y a los términos y condicionantes establecidos por SEMARNAT en el oficio de autorización del proyecto.

La vigilancia en campo o supervisión es la herramienta para control, seguimiento y medición de los aspectos ambientales contemplados en el proyecto.

Actividades

El presente Programa será de aplicación temporal durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “**Parque Solar Andrés Quintana Roo**”; especialmente será aplicable al predio donde se llevará a cabo el proyecto, así como sus alrededores.

La implementación de este Programa será responsabilidad del Promovente del proyecto, el cual de acuerdo con cada posible impacto que el proyecto pudiera generar sobre el ambiente, deberá de implementar medidas que permitan la prevención, mitigación y/o compensación de los efectos generados por dicho impacto.

Además, se plantean procedimientos de supervisión y control así como medidas correctivas para asegurar la protección del ambiente en caso de que las medidas de prevención, mitigación y/o compensación no resulten suficientes.

Lo anterior se presenta de manera práctica en la siguiente tabla:

Tabla VII.2. Impactos que se ocasionarán por la implementación del proyecto, actividades generadoras y procedimientos de control y medios de verificación establecidos dentro del Programa de supervisión ambiental.

IMPACTO IDENTIFICADO	ACTIVIDAD GENERADORA	PROCEDIMIENTO DE CONTROL	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Contaminación atmosférica por dispersión de partículas contaminantes y polvos.	Utilización de maquinaria, vehículos y/o equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.	Humedecer periódicamente el área de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material desde y hacia la obra. Se recomienda la utilización de vehículos en buen estado con verificaciones periódicas	Registro fotográfico y comprobantes de mantenimiento de vehículos.
Contaminación del suelo y agua por los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	Disposición inadecuada de desechos sólidos y desechos fisiológicos de los trabajadores.	<p>Para evitar su vertido en la superficie del predio, se considera almacenar los residuos sólidos temporalmente en botes de plástico con tapa para evitar reboses y atraer a la fauna de la zona, los cuales se ubicarán en un área definida y estratégica para que puedan ser recolectados y trasladados al basurero municipal para su disposición final.</p> <p>Para los residuos fisiológicos se usarán sanitarios portátiles los cuales serán recolectados para disposición en sitios de tratamiento, esto a cargo de una empresa establecida.</p> <p>Adicionalmente se realizará la limpieza del sitio retirando la totalidad de los residuos sólidos que actualmente se acumulan en el predio.</p>	<p>Fotografías de instalación de botes y sanitarios portátiles.</p> <p>Facturas de renta de sanitarios portátiles.</p> <p>Comprobantes de retiro de basura.</p>
Aumentará la intensidad de erosión temporal.	Limpieza del terreno.	<p>La erosión del suelo se controlará moviendo lo menos posible el material que lo constituye y reutilizando al máximo lo que se remueva.</p> <p>Humedecer periódicamente el área de trabajo.</p> <p>Se cumplirán los tiempos establecidos en el Programa de trabajo.</p>	<p>Fotografía de la realización de las medidas.</p> <p>Aviso de término de obras en tiempo y forma.</p>
Contaminación del suelo por la generación de fugas o derrames de combustibles.	Derrames de hidrocarburos provenientes de maquinaria y vehículos; así como de sustancias almacenadas en el predio.	No se almacenarán temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En caso de ser estrictamente indispensable, se deberá utilizar tapetes plásticos sobre el piso para captar los posibles derrames	<p>Fotografías de cumplimiento de las medidas.</p> <p>Comprobantes de mantenimiento periódico de vehículos y</p>

IMPACTO IDENTIFICADO	ACTIVIDAD GENERADORA	PROCEDIMIENTO DE CONTROL	MEDIO DE VERIFICACIÓN
		<p>accidentales.</p> <p>Esta área, en caso de suceder lo previamente expuesto, deberá estar adecuadamente señalizada e identificada.</p> <p>En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódicas de acuerdo a las Normas Oficiales.</p>	maquinaria.
Afectaciones en la composición del suelo por el establecimiento del Parque Solar.	Actividades de nivelación, compactación y establecimiento de las instalaciones.	No utilizar más superficie que la necesaria para el establecimiento de las instalaciones, se cumplirán los tiempos establecidos en el Programa de trabajo.	Fotografías del cumplimiento de las medidas.
Preservación de zona natural de conservación.	Superficie de desmonte.	Se delimitará mediante balizas de madera y/o cintas, exclusivamente el área necesaria para las construcciones, para prevenir la afectación de la vegetación destinada a conservación que se encuentra en el sitio del proyecto.	Fotografías del área de desmonte delimitado.
Contaminación atmosférica por ruido.	Emisión de sustancias contaminantes provenientes de vehículos y maquinaria.	<p>Todos los automotores, equipos o maquinaria pesada que se pretenda utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los adecuados mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio para el desarrollo de la obra.</p> <p>El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección personal auditivo, nuevo y adecuado.</p>	Comprobantes de mantenimiento de los vehículos y maquinaria.
Desplazamiento de las especies de fauna en el sitio.	Implementación del proyecto en el sitio.	Siendo la zona de afectación localizada y puntual, y ya que durante los trabajos cotidianos se generará ruido y movimiento en toda el área del proyecto, la fauna de desplazará naturalmente.	Fotografías de la implementación de las medidas.
Cambios en la estructura del Paisaje.	Implementación del proyecto en el sitio.	Se realizará el retiro de residuos sólidos que se encuentran acumulados en el predio.	Fotografías de la implementación de las medidas.

IMPACTO IDENTIFICADO	ACTIVIDAD GENERADORA	PROCEDIMIENTO DE CONTROL	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<p>Afectaciones y cambios en la Calidad Sanitaria del Ambiente.</p>	<p>Implementación del proyecto en el sitio.</p>	<p>Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos.</p> <p>Se colocarán contenedores con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores, los botes de basura deberán contar con tapa.</p> <p>Los desechos generados deberán ser trasladados a los sitios que sea indicado por las autoridades.</p>	<p>Fotografías de la implementación de las medidas.</p>

VII.3 Seguimiento y control.

En este punto es necesario indicar que estas medidas y/o procedimientos serán revisados de manera continua para considerar su actualización; además se incluirán aquellos establecidos en el Resolutivo en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo del proyecto.

Supervisión de cumplimiento

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación, prevención, compensación y/o correctivas, así como del Programa de Supervisión Ambiental y los Términos y Condicionantes estipulados en el Resolutivo del proyecto, se designará a un Responsable Ambiental el cual llevará un registro de cumplimiento mediante bitácoras de control interno.

Se deberá programar la supervisión de todas aquellas acciones generales que conformen las actividades indicadas en el resolutivo de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, de manera que incluyan los elementos necesarios para cumplir con la normatividad ambiental vigente.

Derivado de dichas bitácoras se realizarán informes mensuales que se entregarán a la gerencia del proyecto para seguimiento. De dichos informes se realizará un compendio que servirá para la conformación de los Informes Anuales a SEMARNAT y PROFEPA.

Actualización del programa

Será responsabilidad del supervisor ambiental junto con la gerencia la detección de carencias y/o fallos de las medidas propuestas o métodos de seguimiento o control.

Por lo que de manera mensual se revisarán los resultados obtenidos durante la supervisión y el grado de cumplimiento del Programa, de esta manera se detectarán áreas de oportunidad de manera

rápida y eficaz evitando que una inadecuada aplicación de medidas pueda derivar en el aumento de impactos en el ambiente.

Dichas actualizaciones deberán plasmarse en las bitácoras de seguimiento, en los informes mensuales internos y reportados a PROFEPA y SEMARNAT en el Informe Anual de Cumplimiento.

Detección de alteraciones al ambiente no contempladas en el Documento Técnico Unificado

Si bien en el **Capítulo V** del presente documento se han identificado los posibles impactos que la implementación del proyecto podría generar sobre el ambiente y se han propuesto medidas preventivas, de mitigación, compensación y/o correctivas, así como mecanismos de seguimiento y control; no se descarta que por eventos fortuitos se pudieran generar impactos no contemplados.

Por lo que se actuará de manera particular en cada caso, de acuerdo con la capacidad de solución y respuesta del promovente del proyecto, en caso de controlar la situación, se reportará a SEMARNAT y PROFEPA lo sucedido en los Informes Anuales. En caso de que la situación se salga de la capacidad del Promovente, se avisará inmediatamente a PROFEPA y otros organismos gubernamentales para que procedan a dictar las medidas necesarias para amortiguar dichos impactos.

En todo caso el Promovente acepta como suya la responsabilidad de cualquier impacto que el Proyecto cause sobre el medio ambiente, así como de la aplicación de las medidas necesarias para proteger, mantener y/o restaurar las condiciones ambientales del sitio.

VII.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

De acuerdo a lo establecido por la Comisión Nacional Forestal¹, el costo estimado para la restauración de una hectárea de selva mediana subcaducifolia es de **18,363.30** pesos; sin embargo, más adelante se hace el análisis para determinar que el costo para realizar la restauración de la superficie con cambio de uso de suelo en terrenos forestales que será afectada por el proyecto, a una condición similar a la que actualmente presenta es de aproximadamente **\$2,905,250.45** (dos millones novecientos cinco mil doscientos cincuenta 45/100 M.N.)

Además, los costos para la implementación de los Programas y medidas de compensación, mitigación y prevención de los impactos ambientales que potencialmente generará el proyecto se dividen de la siguiente manera:

PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO :

Procedimiento de desmonte dirigido del arbolado. Delimita las áreas de desmonte para el cambio de uso del suelo y las áreas verdes del proyecto, cuya última finalidad es evitar afectar vegetación

¹ Diario Oficial de la Federación. Jueves 31 de julio de 2014. Comisión Nacional Forestal. ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación.

diferente a la solicitada para CUSTF. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ **75,000.00** (setenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.).

Procedimiento de supervisión ambiental. Este procedimiento lo llevará a cabo una empresa y/o técnico supervisor competente en materia ambiental o forestal, que dará seguimiento y garantizará el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas en los documentos que pretenden regularizar el proyecto en materia ambiental y forestal; así como, de los términos y condicionante a que la autoridad sujete al proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ **120,000.00** (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).

PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO (Anexo 6):

Programa integral de manejo de residuos. Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y peligrosos que se podrían generar durante el desarrollo del proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ **120,000.00** (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).

Programa de rescate de la flora silvestre. Aunque se registró únicamente dos especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 12 endémicas. Se contempla el rescate de las plantas con importancia ecológica y económica, que se encuentran en las áreas de desmonte. Con estas prácticas se generan beneficios adicionales al utilizar estos recursos dentro del proyecto, por lo que se recomienda que antes del inicio de obras se ejecute el Programa de Rescate de flora.

Se considera que en promedio es factible rescatar **41,550 plantas** de cuando menos 10 especies silvestres en las **133.23** hectáreas donde se pretende el cambio de uso del suelo de este proyecto. El 90% de las plantas a rescatar corresponderán a plantas de talla chica, 10% son plantas de talla mediana.

Se requiere un vivero provisional con instalaciones para proporcionar los cuidados necesarios a las plantas rescatadas. Este vivero se debe ubicar cerca de zonas con infraestructura para facilitar el suministro de agua. Se requiere de una superficie de cuando menos 5,000 m², entre sus instalaciones es conveniente contar cuando menos con un sombreadero de 100 m², un sistema de riego con manguera, una cisterna para almacenar cuando menos 800 litros de agua, y un área de manejo de 100 m². Las características del vivero podrían modificarse de acuerdo con las condiciones que vayan presentándose a medida que avanza la implementación del proyecto.

Los costos estimados para la ejecución de este programa de rescate de flora son de \$ **300,000.00** (trescientos mil pesos 00/100 M.N.).

Programa de rescate y reubicación de la fauna silvestre. El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate de la fauna que es el objetivo fundamental de este programa. La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente

experiencia de trabajos de este tipo en la zona. Es necesario que los individuos rescatados sean liberados en un lapso no mayor a una semana de su captura y en sitio adecuado con un hábitat similar al que fueron extraídos, de acuerdo con lo que proceda del “Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre”. Se contempla el rescate de las especies enlistadas en NOM-059-SEMARNAT-2010, para el rescate de estas especies se requiere de personal altamente capacitado dada la peligrosidad en su manejo.

Los costos estimados para la ejecución de este programa contemplan la contratación temporal de un grupo de especialistas y una cuadrilla de trabajadores de campo por lo que los costos totales estimados son de \$ **150,000.00** pesos (ciento cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).

Tabla VII.3. Costo total de la inversión para el Programa de Manejo Ambiental de este proyecto.

CONCEPTO	IMPORTE
Costo del manejo de los residuos sólidos urbanos y peligrosos	\$ 120,000.00 (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.)
Costo de las actividades del desmonte direccionado del arbolado	\$ 75,000.00 (setenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de vigilancia ambiental	\$ 120,000.00 (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades de rescate de la flora silvestre	\$300,000.00 (trescientos mil pesos 00/100 M.N.).
Costo de las actividades rescate y reubicación de la fauna silvestre	\$ 150,000.00 pesos (ciento cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	\$ 765,000.00 (setecientos sesenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.)

Por lo tanto, se propone la implementación de una fianza por un total de \$ **3, 655,250.45** (tres millones seiscientos cincuenta y cinco mil doscientos cincuenta 45/100 M.N.) incluye \$ **2, 905,250.45** de restauración y \$ **765,000.00** pesos por el costo total de los programas de manejo ambiental).

VII.5 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

Es importante recordar que el objetivo del presente Capítulo consiste en valorar económicamente lo que costaría llevar el sitio a una condición similar como hasta ahora se encuentra, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), considerando escenarios que permitan la restauración ecológica del ecosistema, atendiendo su composición, estructura y funcionalidad en el largo plazo.

VII.5.1 Especies forestales presentes.

Se registraron **753** individuos de plantas por hectárea, siendo las especies más abundantes el *Lonchocarpus xuul* con 100 ind/ha, *Metopium brownie* con 71 ind/ha, *Bursera simaruba* con 53 ind/ha, *Ardisia escallonioides* con 46 ind/ha, *Cordia gerascanthus* con 43 ind/ha, *Caesalpinia gaumeri* con 29

ind/ha, *Byrsonima bucidaefolia* con 25 ind/ha, *Ficus cotinifolia* con 25 ind/ha, *Manilkara zapota* con 25 ind/ha, entre los más importantes.

En el muestreo realizado en el predio para los cálculos de los recursos forestales se identificaron y registraron **24 familias botánicas, 48 géneros y 51 especies**. La familia botánica mejor representada es la *Leguminosae* con 11 géneros y 13 especies, le sigue la *Malvaceae* con 4 géneros y especies, le siguen familias como la *Rubiaceae* con dos géneros y tres especies, *Polygonaceae* con tres géneros y especies. También las familias *Simarubaceae*, *Annonaceae*, *Moraceae*, *Sapotaceae*, *Rhamnaceae*, *Euphorbiaceae*, *Anacardiaceae* y *Arecaceae* tienen de a dos géneros y especies; mientras, el resto de las familias tienen de un género y especie.

VII.5.2 Objetivos del programa de restauración.

VII.5.2.1 Objetivo general.

El programa de restauración para el proyecto de CUSTF para el establecimiento del “Parque Solar Andrés Quintana Roo” tendrá como objetivo, realizar la restauración y recuperación para llevar el sitio a una condición similar como hasta ahora se encuentra, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y dar seguimiento al desarrollo de los individuos establecidos y de las condiciones bióticas del área, para asegurar al máximo la recuperación ambiental de la zona.

El proyecto se enmarca en una estrategia de ordenación para restaurar la vegetación secundaria removida y contiene dentro de sus objetivos y metas, aspectos relacionados con los contextos ecológico, económico y socio cultural, que son la base de un manejo sostenible.

VII.5.2.2 Objetivos específicos.

- Identificar los impactos reales que se ocasionaron y las áreas de restauración prioritarias presentes dentro del área de afectación por el CUSTF.
- Identificar las áreas propicias para la reforestación y recuperación de áreas forestales deterioradas presentes dentro del área de afectación.
- Contribuir a frenar el deterioro de la vegetación, mediante la ejecución de programas de recuperación, prácticas de cultivo para promover la regeneración natural y reforestación dentro del área de afectación.
- Proponer las especies de flora apropiada para la restauración de la cobertura vegetal.
- Enriquecer la biodiversidad de la zona, ayudando a la naturaleza.
- Aplicar técnicas que permitan la recuperación del horizonte orgánico, se fomente la regeneración natural y se mejore el sitio a través de plantación de especies nativas de la región.
- Desarrollar un programa de monitoreo de las áreas de reforestación trazadas dentro del predio bajo estudio.

VII.5.3 Metodología para la restauración.

Considerando que en el predio donde se desarrollará el proyecto quedarán áreas con vegetación y suelo natural (áreas de conservación), con características similares a la de la superficie

hipotéticamente afectada por motivo del CUSTF; por lo tanto, se asume que la forma más eficiente y rápida para lograr su restauración del área afectada es empleando una plantación de “enriquecimiento” con especies de la misma zona, por lo que este será el método a emplear para este proyecto que se plantea.

VII.5.3.1 Ubicación del área a restaurar.

Bajo el supuesto de llevar a cabo el CUSTF en el predio bajo estudio y no llevar a cabo el establecimiento del proyecto (establecimiento de las obras e instalaciones) del “**Parque Solar Andrés Quintana Roo**”, el área de restauración prioritaria será la misma área de afectación por el CUSTF que iba a servir para dicha obra.

Como ya se ha mencionado el objetivo del programa es llevar el sitio bajo estudio a la misma condición a la que actualmente se encuentra (composición, estructura, diversidad, suelo, etc.). Es importante comentar que el área de estudio se encuentra en recuperación siendo una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia con aproximadamente 10-15 años de sucesión.

Como parte de las actividades a emprender para restauración del sitio se encuentra la reforestación que será llevada a cabo mediante el establecimiento de una plantación de enriquecimiento con especies nativas que fueron registradas en el muestreo e inventario forestal realizados en el predio hipotéticamente sometido a CUSTF.

VII.5.3.2 Cultivo al suelo.

Entre las actividades primordiales en la ejecución de la restauración de la vegetación forestal en el área, es importante iniciar prácticas de cultivo al suelo para promover la regeneración natural aprovechando el banco de semillas en el suelo del sitio o bien establecer plántulas de especies propias de la región reforestando el área.

Es importante señalar que el banco de semillas del suelo (presente en las áreas de conservación), contiene semillas de las especies pioneras de la región y se encuentra en los primeros horizontes del suelo y que si se aplica un rastreo al mismo, se mejorarán las condiciones para que se inicie la germinación de la semilla de muchas especies, especialmente leguminosas presentes.

Además de lo anterior, se propiciará la regeneración de muchas especies por brote de raíz, acelerando con ello el tiempo necesario para que se recupere y alcance parámetros similares a los que actualmente contiene.

También es importante que todo el material proveniente de ramas y ramillas delgadas obtenidas en los trabajos del CUSTF sea picado, triturado y esparcido a manera de cama en el sitio con la finalidad de contribuir a la retención de agua, humedad del suelo, formación de suelo orgánico y a la aportación de nutrientes para el desarrollo de la vegetación resultante.

Contribuir al enriquecimiento del suelo natural permitirá que con las semillas presentes en el banco y la dispersión natural de semillas en dicha superficie, se dé inicio al proceso de regeneración de la flora en el área.

Con la finalidad de reforzar y acelerar la restauración del área, se desarrollará un programa de reforestación de enriquecimiento en las áreas con poca o nula vegetación en las áreas de conservación del proyecto, que aumente las probabilidades de recuperación de la vegetación.

Se establecerán especies que se encuentran en la zona y que se señalan posteriormente y considerando que en la etapa de sucesión en que se encuentra la vegetación, actualmente existen **753** individuos de plantas por hectárea, por lo que se propone enriquecer la población que exista en el área a restaurar estableciendo la misma densidad de plantación (**753** ind/ha) en el área. Habrá que agregar por lo menos un 10% más (**75** plantas), para efectuar la replantación, si esta es requerida.

Las plantas se distribuirán aleatoriamente en el terreno seleccionado, cubriendo los huecos existentes, para que al cabo del tiempo requerido para alcanzar los parámetros actuales de la masa forestal y descontando aquellas plantas que mueran, se tenga por lo menos el mismo número de individuos por hectárea que originalmente existía.

La semilla puede obtenerse directamente mediante su recolección en las poblaciones naturales presentes dentro del predio (áreas de conservación), cumpliendo con la normatividad vigente al respecto o bien adquirirse a través de organizaciones o casas comerciales, dedicadas a estas labores, en el mercado nacional, cuidando que la procedencia sea de la misma zona donde se realiza el proyecto.

VII.5.3.3 Especies a utilizar en la rehabilitación.

Para realizar el proyecto de rehabilitación y considerando la filosofía, tanto del término rehabilitación, como del espíritu que conlleva la legislación ambiental y forestal en la materia, para el presente proyecto se utilizará planta de las especies nativas presentes en el predio, tal como a continuación se presenta:

Tabla VII.4. Especies registrados en el área sometida a CUSTF y propuestos para la reforestación del área rehabilitar.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis Standl.</i>	Ja'as che', k'uuts che', manzanillo, papelillo, tabaquillo
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides Liebm. ssp. amorphoides</i>	Bel siinik che', navideño, palo de hormiga
Annonaceae	<i>Annona glabra L.</i>	Mak', mak'che', palo de corcho, anona silvestre
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides Schltld. & Cham.</i>	Sak loob che', pimienta de monte
Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata L.</i>	Ts' ulub took', pata de vaca
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum Sw. ssp. alicastrum</i>	Sa'oc huesudo, k'an oox, oox, sak oox, ya'ax oox, ramón
Combretaceae	<i>Bucida buceras L.</i>	Pucté, Puké o pukjté
Burseraceae	<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	Chak chakaj, chakaj, palo mulato
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia Standl.</i>	Chi', sak paj, grosella, nance agrio, nance

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
		blanco, nance de monte
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> (Britton & Rose) Greenm.	Kitim che', kitam che'
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'ooch k'aax, sak k'ooch, k'ooch le', guarumbo
Malvaceae	<i>Ceiba schottii</i> Britt. & Baker.	Piin , sak iitsa, pochote
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i> (Jacq.) Britton & Rose.	Ya' ax eek'
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees in Standl.	Chi'kéej, caymito, caimitillo, cayumito silvestre
Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i> Standl.	Tóon yúul, toj yuub
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	Chuum, madera de pasta
Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	Chak buuj lu'um che', cakte' kajum, pimienta ché
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Bojom
Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i> Sw.	Sip che', pisit, siliil, ts'it'il che', k'ab che'
Leguminosae	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u'ts'uk, susuk
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth.	Kopó, alamo
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy, poxoy, guácima, guácimo
Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i> Sw.	Subin t'eel, pichi' ché, x-kibché, box tasta'a
Rubiaceae	<i>Guetterda combsii</i> Urb.	Taastaab, Manzanillo
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> Swartz.	Ya'ay tiik, ts'iitil
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe.	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Jóol, k'an jóol, majaua
Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomol che'
Rhamnaceae	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	L u'um che', cacachila, pimientillo
Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. ssp. <i>leucocephala</i>	Waaxim, tumbapelo
Leguminosae	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth.	Baal che'
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i> Lundell.	K'an xu'ul, palo gusano
Leguminosae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier.	Ya'ax xu'ul
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	K'an kaat, k'askáat
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (Linnaeus) van Royen.	Chak ya', chi' kéej, ya', chicle, chico zapote, zapote, zapote campechano, zapote huevo de chivo
Anacardiaceae	<i>Metopium brownie</i> (Jacq.) Urb.	Chechem, Box chechem
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou.	Boox éelemuy, éelemuy, chakni', ch'ulumay, sak éelemuy
Polygonaceae	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake.	Sak iitsa'
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.</i>	Kabal sak lob che', pichiche', guayabillo, pichi che' , macho
Areaceae	<i>Sabal yapa C. Wright. ex Becc.</i>	Julok' xa'an, xa'an, guano, guano macho
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum (Miers) Mennega</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'
Leguminosae	<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	Box kaatsim, box kassim, box catzin, catzim, kaatsim, katsim, ya'ax kassim, yaxcatzim
Leguminosae	<i>Senna atomaria (L.) H.S. Irwin & Barneby.</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara Aubl.</i>	Pa' sak, paj sak iil, sak cedro, pistache, negrito
Anacardiaceae	<i>Spondias radlkoferi Donn. Sm.</i>	Jobo
Leguminosae	<i>Swartzia cubensis (Britton & Wills) Standl. var. cubensis</i>	K'aatal oox, corazón azul
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata Radlk</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura
Areaceae	<i>Thrinax radiata Lodd. ex Schult. & Schult. f.</i>	Ch'it, chi'iit, ch'iit xa'an, ka'nalxa'an, kultok', nak'as, chitte, chiit, palma
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri Greenm.</i>	Ya'axnik

VII.5.3.4 Producción de planta a raíz cubierta.

Se propone esta modalidad de producción de planta para obtener las necesarias para este proyecto. Esta modalidad de producción de planta es utilizada por la gran mayoría de los viveristas de México; para efectos del proyecto que nos ocupa se utilizará la siembra directa en el envase.

La metodología que se propone para la fase de vivero está tomada del trabajo realizado por Patiño y Marín (1993) sobre viveros forestales y para el establecimiento de plantaciones del trabajo de Patiño y Marín (2009).

La técnica de siembra directa en el envase es viable, prácticamente para todas las especies independientemente del tamaño de su semilla, pues tiene ventajas operativas sobre todo para aquellas que son sensibles a la manipulación de sus raíces. Antes de realizar la siembra, los envases se riegan abundantemente en la platabanda, hasta humedecer bien el sustrato para iniciar la distribución de las semillas, que puede ser manual, para el caso de especies con semilla grande, o con sembradores manuales para las pequeñas, depositando un número variable de semillas en función al tamaño de éstas.

Para especies con semilla grande, se coloca una semilla por envase; para otras especies de semilla más pequeña y en función también del porcentaje de germinación del lote de semillas, se depositan de 2 a 3 semillas por envase.

Una vez sembrados los envases, se procede a colocar una capa fina de tierra cernida de algún sustrato sobre la semilla, de tal forma que la protejan y le eviten daños por desecamiento, por pájaros o cualquier otro agente que pueda disminuir su germinación y en consecuencia afectar la producción de plantas.

Una protección usual consiste en cubrir la parte superior de los envases con una capa de sustrato aplicándolo al voleo en capas de 0.5 cm. El grosor de la capa de protección es importante, pues si ésta es excesiva puede dificultar, atrasar o evitar la germinación de la semilla.

Cuando las plántulas tienen por lo menos cuatro pares de hojas definitivas y el sistema radicular presenta raíces secundarias, se puede proceder a eliminar algunas plántulas de los envases en los que hayan germinado más de una semilla; en éstos se deberá dejar una sola planta cuidando de que quede la mejor y más vigorosa.

Cuando las plantas alcanzan el tamaño adecuado en el envase, que generalmente es de 20 a 25 cm de altura en promedio, se debe proceder a remover los envases de la cama de crecimiento, con la finalidad de separar las plantas según su altura, debiéndose cortar las raíces que hayan penetrado al piso de la platabanda. Después de esta operación, las plantas se deben regar y dejarse en recuperación por un período de cuatro a cinco días antes de enviarlas al campo.

Con la finalidad de darle mayor resistencia a la planta es conveniente que, tres o cuatro meses antes de que salga del vivero hacia la plantación, se le disminuya paulatinamente la frecuencia de riegos en el vivero, lo que resulta en una mayor adaptación y sobrevivencia, por el endurecimiento a que se le somete.

Los lotes de plantas seleccionados en el vivero por sus características y calidad deben enviarse al campo en forma separada, en función a su tamaño, con la finalidad de que se uniformice lo más posible la planta y evitar competencias indeseables o poblaciones heterogéneas, que puedan afectar la productividad de la población.

VII.5.3.5 Establecimiento de la plantación.

La plantación es, sin duda, el momento más crítico para la planta, la cual es trasladada desde el ambiente protegido del vivero al lugar definitivo, en donde estará sometida a una fuerte competencia por el agua y los nutrientes disponibles en el suelo, a períodos prolongados de sequía; al efecto del viento y a otra serie de factores físicos y bióticos que harán difícil su establecimiento.

Para que la planta logre superar con éxito esta etapa, es fundamental el empleo de las técnicas de establecimiento adecuadas a las condiciones del sitio en donde se pretende establecer la plantación.

Las técnicas de plantación son muy variadas y no sólo dependen del monto de precipitación existente en el área, si no de muchos otros factores, entre los que se pueden mencionar la topografía, las condiciones del suelo, sobre todo su profundidad, la vegetación existente, la pedregosidad y aún condiciones ajenas al establecimiento mismo de las plantas como son las condiciones socioeconómicas imperantes en el área en donde se realiza la rehabilitación o reforestación, ya que esto puede afectar la disponibilidad y costo de mano de obra.

Considerando las características del predio y la vegetación presente en el mismo, se decidió que las áreas que se requiere reforestar se ubiquen principalmente en áreas afectadas por el CUSTF para el supuesto proyecto con poca vegetación y en los claros naturales del área de conservación del proyecto.

VII.5.3.6 Preparación del sitio.

La preparación del sitio para la plantación es un factor de gran importancia, ya que de ella depende en gran medida la supervivencia, el crecimiento inicial y en consecuencia la futura densidad y homogeneidad de la población.

Muchas especies son muy susceptibles a la competencia, especialmente del pasto y otra maleza y requieren un adecuado tratamiento al suelo para un buen desarrollo inicial de sus raíces. Por lo tanto, mientras mejor sea la preparación del sitio, mejores serán los resultados de establecimiento y crecimiento.

El mayor gasto que implica una preparación de sitio más intensiva es ampliamente justificado por los dividendos que pueden obtenerse de una población densa, uniforme y sana.

Como preparación del sitio se consideran los procesos de limpia, tratamiento al suelo y control de la competencia.

Previo a la plantación de cualquier especie forestal, es necesario limpiar el terreno, si éste está cubierto con vegetación arbórea o arbustiva. Considerando el tipo de vegetación existente y la topografía del lugar, la limpia podrá hacerse empleando herramientas manuales, sobre todo considerando que se trata de una restauración de terreno forestal.

La remoción de materiales leñosos y la pica después de la limpia de materiales más delgados, es una práctica bastante común, ya que la eliminación de casi la totalidad del material leñoso facilita las labores de plantación produce un buen control de la competencia.

Si es necesaria la quema de materiales leñosos que se consideren como combustibles peligrosos en el terreno, debe realizarse formando pequeñas pilas y tomando todas las precauciones necesarias, esto facilita un buen establecimiento y desarrollo inicial de la plantación y reduce el peligro de incendios, al eliminar los desechos de la limpia, además pone a disposición de la planta nutrientes minerales esenciales para su crecimiento.

La quema, sin embargo, tiene efectos negativos, ya que daña los microorganismos del suelo; produce importantes pérdidas de materia orgánica y de nutrientes por volatilización, arrastre de cenizas y lixiviación, dejando el suelo muy expuesto a la erosión, lo cual sin duda afecta la productividad del sitio en el largo plazo.

Por lo tanto, cuando los desechos son manejables y por su cantidad no constituyen un gran aumento en el peligro de incendios, pueden apilarse en fajas evitándose la quema.

La preparación del suelo es uno de los factores fundamentales en el establecimiento de plantaciones forestales, especialmente en zonas en donde se encuentran suelos delgados, erosionados y de escasa fertilidad.

Donde las condiciones de sitio son favorables, y el establecimiento se hace en suelos forestales profundos y de texturas medias a livianas, el tratamiento al suelo pierde importancia relativa, en relación con otros tratamientos, como por ejemplo el control de la competencia. A pesar de esto, un adecuado tratamiento al suelo siempre tendrá un efecto positivo en la plantación, ya que favorece el

desarrollo radicular de las plantas y en consecuencia aumenta la posibilidad de absorción de nutrientes, facilita la infiltración de agua en el suelo, aumenta la capacidad de retención de agua y disminuye la competencia producida por la vegetación existente en el lugar de plantación.

Básicamente las prácticas de preparación del suelo se orientan a favorecer el crecimiento de las raíces de las plantas de las especies forestales establecidas.

Lo anterior es consecuencia de la reducción de competencia de la maleza, además de mejorar en cierto grado las propiedades físicas del suelo, lo que permitirá una expansión más libre del sistema radicular y en consecuencia la planta tendrá mayores posibilidades de obtener nutrientes y de crecer.

El sistema de preparación del suelo, así como su intensidad varían de acuerdo con la especie a ser plantada, con las condiciones del suelo, sobre todo, las propiedades físicas, con el clima, topografía y localidad donde se realice.

Considerando las características del suelo del predio que se va a reforestar, se considera como más adecuado el establecimiento de la plantación empleando cepa común. La cepa común es un método de preparación de suelo que puede tener variaciones, especialmente en el volumen de tierra removida.

La elaboración de pocetas o cepas para plantación, de diversas dimensiones, presenta varios inconvenientes, desde un bajo rendimiento operacional, hasta consideraciones importantes como es la restricción del crecimiento de las raíces al volumen de la poceta.

La especie establecida presenta por lo general un crecimiento lento en los primeros dos años de vida, sufriendo además una fuerte competencia con maleza y plantas invasoras más adaptadas a las condiciones de compactación de suelos.

Dentro de todo el proceso, el establecimiento de la plantación es tal vez el de mayor importancia. Por muy eficientes que hayan sido los tratamientos aplicados en el vivero o las técnicas de preparación del sitio, si la plantación no se realiza en la forma y época adecuadas, las probabilidades de éxito serán escasas.

Una vez preparado el suelo, se inician las labores de plantación. Si el suelo ha sido bien preparado, la plantación puede realizarse con cualquier herramienta diseñada para este fin, por ejemplo, pala recta, pico y azadón.

La planta deberá enterrarse derecha y por lo menos hasta el cuello de la raíz, y luego apisonarse en forma suave para evitar que queden espacios con aire en la zona de las raíces. Un apisonamiento excesivo, puede producir falta de aireación y cuando se hace con el tacón puede alterar la posición de la raíz, causando una mal formación que puede traducirse en un mal crecimiento, inestabilidad e incluso en el quiebre de la planta a nivel del cuello de la raíz.

Cuando se emplea como maceta una bolsa plástica o de cualquier material que no se degrada rápidamente, debe ser removida, no basta con hacerle cortes u hoyos.

VII.5.3.7 Época de plantación.

El momento más apropiado para el establecimiento de la plantación, es cuando existen las mejores condiciones de humedad en el suelo, lo cual coincide con la temporada de lluvias.

En la península de Yucatán y específicamente en la zona del proyecto, ésta se presenta desde mediados de junio hasta finales de octubre, con un período de sequía, a finales de julio o principios de agosto, conocido comúnmente como "canícula".

Por tal motivo se recomienda iniciar la plantación en los meses de Julio-Agosto, pudiéndose también plantar y lograr una alta sobrevivencia en los meses de Septiembre y Octubre donde se obtienen los mejores resultados, debido a que en esta época se presenta lluvias abundantes (nortes o ciclones) y las condiciones ambientales presentan días nublados que permiten un mejor "prendimiento" de las plantas.

Se recomienda plantar, si esto es posible, en días nublados, habiéndose humedecido la tierra dentro de la poceta, de tal manera que las raíces lleguen a un ambiente fresco. Si se planta en días soleados debe cuidarse de humedecer las pocetas lo suficiente y realizar la plantación en las primeras horas de la mañana o de preferencia por la tarde.

VII.5.3.8 Espaciamento o densidad de plantación.

La elección del espaciamento de plantación depende de una serie de factores, entre los que se incluyen la calidad del sitio, los objetivos de la plantación, además de consideraciones netamente económicas o bien restricciones de algún programa o normatividad. El espaciamento normalmente se expresa como la distancia entre árboles, dentro y entre hileras o a veces como un número de árboles por hectárea, entendiéndose un determinado espaciamento.

Para la plantación a establecer a través de esta restauración se tiene un espaciamento de 4 m entre plantas e hileras, con una densidad de **753** plantas por hectárea (densidad de plantación que inicialmente tenía el área hipotéticamente sujeta a CUSTF).

VII.5.3.9 Trazo de la plantación.

Debido a que la plantación a establecerse se llevará a cabo en un ecosistema natural de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, el arreglo topológico que se pretende seguir en este proyecto consiste en seguir los patrones de distribución natural de las especies formando bosquetes o conjuntos de las especies propias de la zona, tomando como modelo el número de especies más comunes por hectárea.

VII.5.3.10 Plantación manual.

El paso inicial consiste en marcar los sitios donde serán establecidas las plantas, operación que puede realizarse de diferente forma: ya sea utilizando cables acotados a la distancia de plantación, reglas de madera, o cualquier otra herramienta, o bien el método citado en el apartado anterior, de tal forma que se permita distribuir en forma de conglomerados tratando de respetar la manera en que se distribuyen en la naturaleza.

La distribución de las plantas también es hecha manualmente por un operario que las lleva en una caja y las va depositando en los lugares previamente marcados. Posteriormente, otros operarios que vienen detrás del distribuidor cortan el envase para quitarlo y dejar el cepellón del sustrato y establecen las plantas en su lugar definitivo.

VII.5.3.11 Reposición de plantas.

En caso de que alguno de los individuos no sobreviva al establecimiento en campo, se procederá a sustituirlo por otras plantas que se encuentren en el vivero.

Para la reposición se utilizarán plantas desarrolladas en el vivero. Posterior a su plantación, se le darán los cuidados ya señalados anteriormente y en caso necesario, deberá regarse para facilitar su adaptación y sobrevivencia.

Debe recordarse que es mejor realizar la replantación en la temporada de lluvias, de Julio a Octubre. Si es posible ejecutar la replantación en otros meses siempre que exista la posibilidad de aplicar riegos de apoyo.

VII.5.4 Tratamientos silvícolas y culturales.

El problema por el cual las plantaciones forestales, tanto de rehabilitación como de reforestación, en las zonas tropicales de México no han tenido éxito y tienen incrementos bajos, es la falta de manejo, ya que el no realizar ninguna labor complementaria, hace que la sobrevivencia y los incrementos de los individuos que logran desarrollarse, sean pobres y ocasiona que muchas plantas sean suprimidas por la competencia y no sobrevivan.

VII.5.4.1 Control de maleza.

Las plantas en su fase inicial de crecimiento son altamente sensibles a la competencia de maleza, por lo que el control y combate de esta vegetación indeseable, son operaciones indispensables, hasta la etapa en la que la población alcanza el crecimiento suficiente en la que dominan a la vegetación espontánea, eliminando su competencia.

Por lo general, para especies de rápido crecimiento establecidas con técnicas adecuadas a los 24 meses de edad, ya dominaron a la maleza. Es recomendable que se realicen tres limpiezas y cultivo al suelo por lo menos durante los dos primeros años, después del segundo año rara vez se hace necesario dar una limpieza, excepto en donde haya una excesiva competencia.

Además de los beneficios obtenidos como la mayor sobrevivencia y el mejor crecimiento de la población, las prácticas de limpieza y cultivo al suelo ayudan a prevenir los riesgos de incendio y facilitan el control de algunas plagas como hormigas.

La maleza compite por espacio, nutrientes y luz de forma muy eficiente, en algunos casos son portadoras y favorecen enfermedades entre las plantas. Para el control de estas se debe realizar su control de preferencia en forma manual, en este caso el manejo se realizará después de que las plantas utilizadas en la reforestación se encuentren aclimatadas totalmente.

VII.5.5 Monitoreo de la plantación.

Para controlar la sobrevivencia, el estado sanitario y el vigor de los árboles y arbustos establecidos en la plantación, será necesario un proceso de monitoreo y verificación de cada uno de ellos.

El monitoreo puede realizarse ya sea mensualmente o cada dos meses y tomar información de los individuos, destacando aquellos eventos en que existan árboles muertos o dañados, que deberán sustituirse. Se puede utilizar una pequeña ficha que contenga la información mínima necesaria para el seguimiento, por ejemplo:

- a) Especie
- b) Localización
- c) Fecha de plantación
- d) Número de individuos, vivos y muertos por especie.

Lo anterior se realizará para llevar un control de las plantas establecidas y darle seguimiento a su desarrollo y adaptación, para en caso necesario proceder a su replantación, ya que las diversas especies serán colocadas en áreas de aclimatación diferentes.

Al momento de la plantación se registrará el número de individuos de cada una de las especies establecidas y se dibujará un croquis de la distribución en el cual se dará seguimiento a la sobrevivencia y estado físico.

VII.5.5.1 Monitoreo de sobrevivencia y estado sanitario.

Para evaluar la sobrevivencia y el estado sanitario de los árboles y arbustos establecidos, será necesario una serie de monitoreos a la plantación.

Se sugiere realizar un monitoreo cada dos meses durante el primer cuatrimestre después del establecimiento de la plantación; posteriormente se sugiere efectuar dos monitoreos más, con intervalo de tres meses. Con lo anterior se puede indicar que en el primer año de la plantación se harán 4 monitoreos y de aquí en adelante se hará un monitoreo cada año (19 muestreos en total del año 2-20 de la plantación); por lo que en total se realizarán 23 monitoreos.

Durante cada monitoreo se puede utilizar una pequeña ficha que contenga la información mínima necesaria para el seguimiento de la misma, por ejemplo:

- a) Especie
- b) Localización
- c) Fecha de plantación
- d) Número de individuos, vivos y muertos por especie (sobrevivencia)
- e) Número de individuos con signos de enfermedad o plaga por especie (estado sanitario)
- f) Altura del individuo

Estimación de la sobrevivencia

Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable a o m .

p = proporción estimada de árboles vivos.

ai = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i .

mi = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i .

Estimación del estado sanitario

Permite conocer la proporción de árboles sanos respecto a los árboles vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

$$ps = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{\sum_{i=1}^n ai} \times 100$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n$ = sumatoria de los datos de acuerdo a la variable S o a .

ps = proporción estimada de árboles sanos.

Si = número de árboles sanos en el sitio de muestreo i .

ai = número de árboles vivos en el sitio de muestreo i .

VII.5.6 Informe de actividades realizadas.

Para el seguimiento de la plantación se considera como tiempo de ejecución del proyecto por lo menos cuatro meses después del establecimiento.

Al término del periodo programado deberá entregarse el reporte final, para proceder a la liberación del predio de la falta ambiental que motivó la elaboración del proyecto.

Como ha sido mencionado en reiteradas ocasiones el predio hipotéticamente sometido a CUSTF tenía un tiempo de sucesión de la vegetación de selva mediana subperennifolia de aproximadamente 10-15 años; por lo que, con la finalidad de hacer una valoración económica de lo que costaría llevar a la misma condición tomando en cuenta una proyección a largo plazo (20 años), se presentan los siguientes cálculos de los mismos.

VII.5.7 Costos de la reforestación.

Los costos por mano de obra e insumos que se requieren para establecer **753** plantas por hectárea y la reposición (**75** plantas que representan el 10%), en su caso, se muestran a continuación; considerando un seguimiento de 20 años para que la plantación alcance un desarrollo semejante a las condiciones que existían en el área hipotéticamente sometido a CUSTF (tenía una edad aproximada de recuperación de 15 años).

Tabla VII.5. Costo por hectárea de la mano de obra para realizar el proyecto durante 20 años.

CONCEPTO	JORNALES	COSTO POR JORNAL	AÑO 1	AÑO 2-20	SUMAS
Limpia	5	\$200.00	\$1,000.00		\$1,000.00
Pocetas	5	\$200.00	\$1,000.00		\$1,000.00
Transporte	3	\$200.00	\$600.00		\$600.00
Plantación	3	\$200.00	\$600.00		\$600.00
Replantación	2	\$200.00	\$400.00		\$400.00
Fertilización	2	\$200.00	\$400.00		\$400.00
Mantenimiento 1	1	\$200.00	\$200.00	\$3,800.00	\$4,000.00
Mantenimiento 2	1	\$200.00	\$200.00	\$3,800.00	\$4,000.00
		SUMAS	\$4,400.00	\$7,600.00	\$12,000.00

En la tabla anterior se pueden observar los costos anuales por hectárea de la mano de obra necesaria, a emplear durante la vida del proyecto, destacando el primer año, en el que se concentran los costos de preparación del sitio, de la plantación y el mantenimiento, que ascienden a \$ **4,400.00**. De acuerdo con lo anterior, de realizarse una reforestación de una superficie similar a la afectada por CUSTF (**133.23 ha**) el costo por este concepto sería de \$ **1, 629,313.31** pesos.

Los insumos necesarios para el desarrollo del proyecto de reforestación se pueden apreciar en la tabla siguiente.

Tabla VII.6. Costo de los principales insumos a utilizar en la reforestación de una hectárea.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	AÑO 1	SUMAS
Plántulas	753	\$5.00	\$3,765.00	\$3,765.00
Plantas Replantación	75	\$5.00	\$375.00	\$375.00
Fertilizante (Kg.)	10	\$50.00	\$500.00	\$500.00
Otros	Lote	\$500.00	\$500.00	\$500.00
Herramientas	Lote	\$3,500.00	\$3,500.00	\$3,500.00
Agroquímicos	Lote	\$500.00	\$500.00	\$500.00
		TOTAL	\$9,140.00	\$9,140.00

El costo de los insumos requeridos para establecer la reforestación que se plantea en el proyecto es de \$ **9,140.00** por hectárea que se ejercen el primer año de este. Por lo tanto, el costo de los insumos que serán requeridos para restaurar una superficie de **133.23 ha** asciende a \$ **1, 240,993.64** pesos.

El monitoreo de la plantación, para observar su sobrevivencia y la presencia de plagas y enfermedades, se realizará efectuando 4 visitas en el primer año y uno cada año durante 19 años (del año 2-año 20) y por lo cual se realizarán 23 visitas de monitoreo con la finalidad de documentar la sobrevivencia y estado que guardan las especies plantadas.

El costo de cada visita se compone de gasolina (30 litros a \$ 16.15 por litro: \$ 484.50, honorarios de un técnico que toma la información (\$ 500.00), otros costos imprevistos (\$ 100.00).

En total, cada viaje de monitoreo que se realice tendrá un costo de \$ 1,084.50; por lo tanto, el costo de los 23 viajes para monitorear el estado de la reforestación tendrá un costo estimado de \$ **24,943.50** pesos.

Tabla VII.7. Resumen de costos del proyecto para 133.23 hectáreas.

CONCEPTO	CANTIDAD (\$)
Mano de obra en el proyecto	1,629,313.31
Insumos mínimos necesarios	1,240,993.64
Visitas técnicas	24,943.50
TOTAL	2,895,250.45

Considerando lo anterior, el costo de establecimiento, mantenimiento y monitoreo de la población de árboles durante 20 años para las **133.23 ha** de reforestación, sería de \$ **2, 895,250.45** pesos. A partir del año 5 en adelante y hasta el año 15, la población debe continuar su desarrollo en forma normal, para entonces ya habrá llegado a los valores máximos que existen en el estado actual de la masa forestal y requerirá solamente de acciones de prevención y protección para evitar incendios, plagas y enfermedades que la afecten.

Sin embargo, para contribuir a alcanzar no solamente la presencia de las especies forestales maderables arriba mencionados; sino la estructura (especies herbáceas, arbustivas y arbóreas) en sí de la comunidad vegetal originalmente presente se realizarán colectas de semillas (germoplasma) como se comentó en párrafos anteriores en las áreas directamente colindantes al área de CUSTF (áreas de conservación). Una parte de estas semillas serán sometidas a escarificación y en conjunto con otras sin escarificar serán esparcidas y sembradas por voleo directamente por todo el terreno sometido a CUSTF. Esta actividad tendrá el siguiente costo:

Tabla VII.8. Rescate de semillas y siembra por voleo.

CONCEPTO	JORNALES	COSTO POR JORNAL	AÑO 1	AÑO 2	SUMAS
Recolección de semillas	15	\$200.00	\$3,000.00	\$3,000.00	\$6,000.00
Escarificación de semillas	5	\$200.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$2,000.00
Siembra por voleo	5	\$200.00	\$1,000.00	\$1,000.00	\$2,000.00
				TOTAL	\$10,000.00

En suma, las actividades de restauración del ecosistema en el supuesto de que se haya llevado a cabo el CUSTF en el área de **133.23** ha sería aproximadamente de \$ **2,905,250.45** pesos, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla VII.9. Resumen de costos para la restauración del predio sometido a CUSTF.

CONCEPTO	CANTIDAD (\$)
Reforestación de especies forestales maderables	2,895,250.45
Rescate y siembra por voleo de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas	\$10,000.00
TOTAL	2,905,250.45

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Durante la elaboración del presente documento se realizaron diversas visitas al sitio del proyecto para la verificación de aspectos físicos y bióticos del sitio, además de conocer el sistema ambiental regional en el cual se desarrolla. En dichas visitas se pudo constatar que el área propuesta para el desarrollo del proyecto se encuentra dentro de un área de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (**Figura VIII.1**).

La vegetación presente en el sitio del proyecto se encuentra fragmentada y en donde se han manifestado cambios debido al embate de eventos climáticos. Actualmente se presenta modificada por actividades de compactación y asfalto por la carretera 307 y la apertura de camino de brecha acceso al sitio de interés. En la zona no existen problemas de la calidad del aire, ya que no existen agentes emisores de contaminantes, en la zona no existen actividades industriales, se limita a los gases de combustión que emiten los vehículos sobre la carretera.

El relieve y topografía se encuentran modificados por efectos climatológicos como el huracán Dean. Por ser una localidad turística se encuentra en pleno desarrollo económico y tiende a un crecimiento poblacional.



Figura VIII.1. Estado actual del sitio del proyecto. Imagen superior derecha, vista (desde Dron) del predio donde se pretende realizar el proyecto, se observa los cambios de vegetación. Imagen superior izquierda (Google Earth, 2016), vista del predio desde la entrada por la carretera 307. Imagen inferior, vista del predio (desde Dron) camino de acceso existente.

VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Calidad del aire: Las actividades predominantes en la región corresponden a zonas agropecuarias, acuícolas y turísticas. No existen desarrollos industriales por lo que las fuentes de emisiones principales son móviles, provenientes de la carretera y caminos aledaños. La calidad del aire se considera buena.

Sin embargo, la necesidad energética que motiva a la creación de este proyecto tendría que ser satisfecha mediante las vías tradicionales de regeneración del país, principalmente a base de termoeléctricas de gas natural o carbón. Esto ocasionaría por tanto un incremento en gases de efecto invernadero a un nivel local.

Calidad acústica: Actualmente no se cuenta con fuentes fijas generadoras de ruido en el área. El ruido proviene principalmente de fuentes móviles, vehículos que transitan por los caminos y carretera aledaña al proyecto.

Agua superficial: Se encuentra un cuerpo de agua perenne. Representa fuente de un recurso limitado en el sitio y por lo tanto proporcionan servicios a varias especies de fauna que habitan ahí.

En un escenario sin proyecto, los cuerpos de agua serían afectados de forma inmediata; sin embargo, no es posible descartar que en un futuro sean aprovechados para algún otro uso.

Flora: En el área del proyecto predomina la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, respecto al uso de suelo además de forestal, se muestran también usos de suelo agrícola. En este sentido, la inercia de las presiones demográficas que generan los centros poblacionales, provocan un desordenado cambio de uso de suelo (ateniendo únicamente a las necesidades individuales y no a un coordinado y compatible desarrollo), por lo que sumado a los impactos existentes (actividades de aprovechamiento), se considera que la permanencia y conservación de la vegetación forestal presente, estará en función del crecimiento y requerimientos de los centros poblacionales.

Fauna: De acuerdo a los muestreos, se obtuvo que la clase aves es la más representativa, seguida de los reptiles, mamíferos y finalmente los anfibios. Asimismo, la información bibliográfica sustenta lo encontrado en campo y en donde la clase mejor representada fue la de aves. Dicha diversidad se puede atribuir a la interacción de los diferentes tipos de uso de suelo, tipos de vegetación y grado de conservación, así como a las actividades antropogénicas que se muestran en la Cuenca Forestal y área del proyecto.

Dado lo anterior, se puede considerar que la presencia de la fauna está en razón de la conservación del hábitat, la disponibilidad de alimento y refugio, los cuales están sujetos a las diversas presiones y actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona del proyecto (desarrollo de infraestructura, cambio de uso de suelo, asentamientos humanos, aprovechamiento de recursos, caza furtiva, etc.).

Paisaje: Como ya se mencionó, el área donde se pretende la ejecución del proyecto se encuentra previamente impactada por actividades antropogénicas (actividades agrícolas, entre otros), así como contigua a una carretera, por lo que el factor perceptual se encuentra ya modificado.

VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Sin las medidas de mitigación necesarias durante el desarrollo del proyecto, los impactos que se presentan serían significativos y graves para el sitio:

Calidad del aire: En el caso del uso de maquinaria y vehículos en mal estado se provocaría contaminación tanto del aire debido a la emisión excesiva de emisiones a la atmósfera; como del suelo, por el derrame de hidrocarburos en el suelo natural.

Cabe mencionar que durante la operación del proyecto, no se producirán emisiones a la atmósfera que contribuyan al efecto invernadero por la quema de combustibles.

Calidad acústica: Durante la etapa de preparación y construcción, las fuentes generadoras de ruido serán los vehículos y maquinaria utilizada para la instalación del proyecto. Estas actividades serán de corta duración. En caso de no realizar protección a los trabajadores hacia los decibeles generados, se puede ocasionar problemas auditivos en el personal que labora en el proyecto.

Suelo: Se podría esperar también contaminación directa al suelo al no suministrar elementos apropiados para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas durante las etapas de construcción. Si no se lleva un adecuado manejo de las sustancias, pinturas y lubricantes en el sitio, se pudiera presentar fugas o derrames de los mismos, ocasionando contaminación en el suelo.

Adicionalmente, las áreas en donde se removerá la vegetación quedarán expuestas a la erosión hídrica y eólica.

Agua superficial: El manejo inadecuado de residuos sólidos y de construcción podría provocar que éstos fueran arrastrados a los cuerpos de agua, afectando tanto a las personas como flora y fauna terrestre y marina.

Dentro de las actividades del proyecto no se contempla hacer uso, aprovechamiento o descarga alguna sobre ningún cuerpo de agua del sistema ambiental.

Flora: De ejecutarse el proyecto se considera el cambio de uso de suelo, por lo que la pérdida de cobertura vegetal resulta una afectación ineludible, disminuyendo así los servicios ambientales que esta provee. Durante la preparación del sitio se pretende el desmonte y despalme del área, con el fin de poder cimentar la infraestructura necesaria para la operación del proyecto, lo que trae consigo la pérdida de biodiversidad de flora.

En este sentido, el impacto de pérdida de cobertura vegetal se reflejará en el área del proyecto de manera puntual e inmediata, lo que traerá consigo la modificación del hábitat y la posible pérdida de especies. Adicional a esto, se presentan las modificaciones a la flora por los procesos inherentes al crecimiento demográfico, lo que resulta por ambas acciones en la modificación de la estructura vegetal del área del proyecto.

Fauna: La ejecución del proyecto en sus diferentes etapas, trae consigo el desplazamiento, afectación o la posible muerte de especies de fauna. Dicho impacto de desplazamiento de organismos de fauna, se considera por el desmonte de la vegetación, la modificación del hábitat, la operación de maquinaria,

y el desconocimiento por parte del personal involucrado en la ejecución del proyecto, respecto a la importancia de las especies presentes en el área.

Sin embargo, se considera que la fauna desplazada se integrara en áreas que cuenten con características similares y aledañas al proyecto, por lo que algunas de las especies seguirán manteniéndose en la zona.

Paisaje: La implementación del proyecto traerá consigo la modificación del paisaje natural, ya que se pretende sustituir la cobertura de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por paneles fotovoltaicos. Asimismo, las instalaciones asociadas y necesarias para la operación del proyecto influirán en las características escénicas naturales de la zona.

Como conclusión, al llevar a cabo la ejecución del proyecto sin las necesarias medidas de mitigación el Sistema Ambiental será impactado de manera significativa, incrementándose las posibilidades de contaminación específicamente para el sitio del proyecto, lo que implicaría contaminación de aire, suelo y agua.

VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

La implementación del proyecto con las medidas de prevención y mitigación propuestas permitirá que la ejecución del proyecto sea viable ambiental, económica y socialmente.

Se ha establecido un *Programa de supervisión ambiental* con el fin de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas. La supervisión reporta resultados favorables en cuanto a las mitigaciones correspondientes; además, se ha verificado que no se impacten áreas adicionales a las reportadas en el cuadro de superficies del proyecto.

Calidad del aire: Se ha mantenido en buenas condiciones debido a que la emisión de contaminantes durante la etapa de construcción fue mínima, dando tiempo a que la atmósfera se autorregule y que incluso durante esta etapa se procuró mantener en buen estado la maquinaria para disminuir las emisiones a la atmósfera producto de la combustión deficiente de los combustibles.

Las condiciones actuales no serían modificadas de forma significativa por el proyecto, el impacto será temporal y local ya a largo plazo, este producirá un impacto positivo a nivel regional.

Calidad acústica: Se contemplan medidas necesarias para evitar emisiones que perturben a receptores sensibles y al medio ambiente. Además, se implementaron medidas de seguridad para protección de los trabajadores y los peatones y/o vehículos que circulan por la zona, de tal manera que las molestias serán mínimas y se cumplirán con los tiempos estimados de trabajo por lo que se evitará extender las afectaciones por la construcción del proyecto.

Suelo: Se mantendrá en óptimas condiciones ya que se evitarán y/o mitigarán derrames de sustancias contaminantes sobre el mismo; además se realizará un óptimo manejo de los residuos sólidos por lo que no se observarán dispersos en el sitio, evitándose también el arrastre hacia los cuerpos de agua. Se instalarán letrinas portátiles para el uso de los trabajadores, evitando que el personal disponga sus desechos fisiológicos en el suelo.

Se tendrá un manejo adecuado del suelo removido y se tendrán medidas de cuidado y conservación, así como de los caminos y modificaciones del relieve.

Agua superficial: El proyecto no descargará ningún tipo de aguas residuales a los cuerpos de agua cercanos. En un escenario modificado por el proyecto y con las medidas de protección plantadas, no se prevé alteración a este factor ambiental ni contaminación o disminución del nivel por causa del proyecto de los cuerpos de agua presentes en el sistema ambiental regional.

Flora: Considerando las implicaciones que trae consigo la pérdida de cobertura vegetal, se pretende la implementación y ejecución del *Programa de Rescate y Reubicación de Flora* y la asignación de superficies de conservación, con el fin de mitigar y minimizar los impactos ocasionados por el desmonte de vegetación y manteniendo de esta forma los servicios ambientales (captación de carbono, infiltración de agua).

En este sentido, considerando que una de las principales causas del daño a especies de flora es el desconocimiento del papel tan importante que desempeñan en los ecosistemas, se pretende concientizar a todo el personal involucrado en las diferentes etapas del proyecto, mediante pláticas, brindando información básica acerca de las acciones que se deberán llevar a cabo para identificar y proteger las especies de flora, prohibiendo su afectación y extracción o colecta.

Respecto al *Programa de Rescate y Reubicación de Flora* considera identificar y ubicar a todas aquellas especies de fácil manejo y/o que se encuentren bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, esto se prevé llevar a cabo de manera previa al inicio de cualquier actividad, asimismo y mediante técnicas específicas para los organismos se planea llevar a cabo su rescate (extracción), para posteriormente reubicarlos en sitios temporales de adaptación (viveros) o áreas conservadas previamente identificadas adyacentes al sitio del proyecto, mismas que deberán contar con condiciones propicias para el establecimiento y sobrevivencia de los individuos rescatados. Asimismo, se contará con un mantenimiento y monitoreo de dichas áreas.

Por otro lado, con el fin de evitar la afectación de una superficie mayor de cobertura vegetal, se delimitará e identificará el área de desmonte (bajo el principio de mínimo necesario), llevándose de forma gradual y utilizando señalamientos. Asimismo, y con el fin de evitar una mayor afectación, no se emplearán fuego ni agroquímicos.

En este sentido, la implementación de dichos programas y acciones prevén reforzar, mitigar y compensar de manera integral el impacto de pérdida de cobertura vegetal previsto por la ejecución del proyecto, evitando la pérdida de biodiversidad, reforzando las zonas cercanas y conservando en la medida de lo posible el componente ambiental, lo cual permitirá recuperar las interacciones y procesos ecológicos donde participa la vegetación.

Fauna: Con la finalidad de minimizar las afectaciones y proteger a la fauna presente en el área del proyecto, se plantea entre otros la implementación de pláticas mediante el cual se concientizará y capacitará al personal, respecto al respeto a la fauna presente, su importancia ecológica, el tipo de manejo que requiere cada especie, y las medidas a emplear al momento de la interacción con las especies faunísticas. Fomentando siempre la conservación y cuidado del medio ambiente y la fauna presente.

Asimismo, se establecerán medidas estrictas en donde se prohíba la caza y hostigamiento mediante cualquier medio de las especies de fauna, incluyendo letreros mediante los cuales se promoverá su cuidado.

Por otro lado, se contará con el *Programa de Rescate y Reubicación de Fauna*, mediante el cual se considera el rescate y la reubicación de todas aquellas especies susceptibles de hacerlo, y principalmente de aquellas que se encuentran catalogadas bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como también las de lento desplazamiento (reptiles principalmente). Asimismo, se prevé la identificación y reubicación de refugios, madrigueras y nidos.

Entre las acciones que se plantean para llevar a cabo dicho programa y que serán realizadas previas al desarrollo de cualquier actividad e inicio de obra, son el ahuyentamiento, la implementación de técnicas de captura especializadas y el uso de instrumentos y herramientas acordes a cada clase y especie, asimismo toda la información será registrada en bitácoras de campo.

De esta forma, mediante estos programas y acciones se pretende evitar la pérdida de fauna y por otro lado conservar las interacciones y procesos ecológicos en donde las especies están relacionadas.

Paisaje: Previendo las afectaciones que se generarán en el paisaje por la ejecución del proyecto y con el fin de mitigarlas o minimizarlas se prevé la implementación de actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo (reforestación en zonas en donde sea posible), en donde se considera el establecimiento de áreas de conservación con especies propias de la zona y de rápido crecimiento, así como el mantenimiento de áreas en donde se pretende la reubicación de la flora, mismas que en la medida de lo posible serán establecidas contiguas al área del proyecto y en un alto grado de conservación. Con dichas acciones se pretende minimizar el impacto visual que trae consigo la construcción del proyecto y sus obras asociadas y en este sentido poder integrar el proyecto a las características de la zona asegurando que la afectación perceptual del sitio no sea mayor a lo que marca la descripción del proyecto.

Finalmente, se considera que el escenario en donde se darán las más fuertes modificaciones por concepto del proyecto es en el aspecto social, ya que se promoverá una mejora sustancial en la calidad de vida de la zona en donde se proporcionan mejores servicios a la comunidad, situación que le permitirá tener una influencia y beneficio positivo para la población en su conjunto.

VIII.4 Pronóstico ambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de los recursos forestales y de los impactos que se generarán por el CUSTF para el desarrollo del proyecto "**Parque Solar Andrés Quintana Roo**" y compararlas con los de la cuenca se formularon las siguientes conclusiones:

- ✓ El presente proyecto reviste una gran importancia, social y económica, que se sentirá en forma directa durante las diferentes etapas del proyecto desde el CUSTF, proceso constructivo, de mantenimiento y operativo, ya que generará empleos indirectos y directos en la zona, que indudablemente impactarán positivamente en la economía familiar.
- ✓ Su principal impacto benéfico ocurrirá durante su vida útil ya que en el predio que se analiza se establecerá un parque de generación de energía eléctrica a base de energía limpia (solar)

reduciendo la cantidad de gases de efecto invernadero que se producen con otras alternativas como la quema de combustibles fósiles.

- ✓ En general, las instalaciones contribuirán al desarrollo sustentable, tecnológico, la innovación y la vinculación entre los sectores energético, productivo y social.
- ✓ De igual manera a través de este **Documento Técnico Unificado** quedó demostrado que el presente proyecto no afectará significativamente a la biodiversidad, no erosionará los suelos y no afectará la calidad del agua ni la captación del acuífero en el área de estudio y la "*Cuenca RH33A Bahía de Chetumal y otras*". Además, el proyecto es más productivo y ambientalmente amigable a largo plazo a si en el predio se establecieran actividades típicas de la zona como el turismo.
- ✓ Por otra parte, en el área se dejarán áreas de conservación para la protección de los recursos de flora y fauna nativa, además de que se presentan medidas de prevención y mitigación adecuadas para reducir los impactos que se generarán al medio ambiente.
- ✓ Por todo lo anterior es de importancia mencionar que el CUSTF para el desarrollo del proyecto "**Parque Solar Andrés Quintana Roo**" es factible ambientalmente, congruente con las políticas de uso de suelo de la zona y acorde a las políticas de desarrollo estatal y nacional.

VIII.5 Evaluación de alternativas.

Derivado de la conceptualización y diseño del proyecto y durante el desarrollo de este Documento Técnico Unificado con diferentes estudios y trabajos de prospección que la respalda, se tomó en cuenta la viabilidad del área de influencia del proyecto. Por lo que a lo largo de la realización de este documento se presentaron y eligieron las mejores alternativas que ayudaran a la concreción del proyecto.

Sin embargo, conviene resaltar los criterios de decisión para la localización del proyecto en torno a los siguientes aspectos:

- **Recurso solar:** En general el sitio debe reunir las condiciones adecuadas para la generación de radiación solar; es decir, la energía debe de ser suficiente para aprovechar las variables y captarla. Para la evaluación del recurso solar se contrató a la empresa AWS Truepower, la cual llevó a cabo la estimación y potencial de producción de energía a largo plazo. La empresa utilizó los datos de modelos satelitales y meteorológicos de diferentes estaciones cercanas al sitio, así como los datos de la radiación Global Horizontal de un año típico (TMY) de GeoModel.

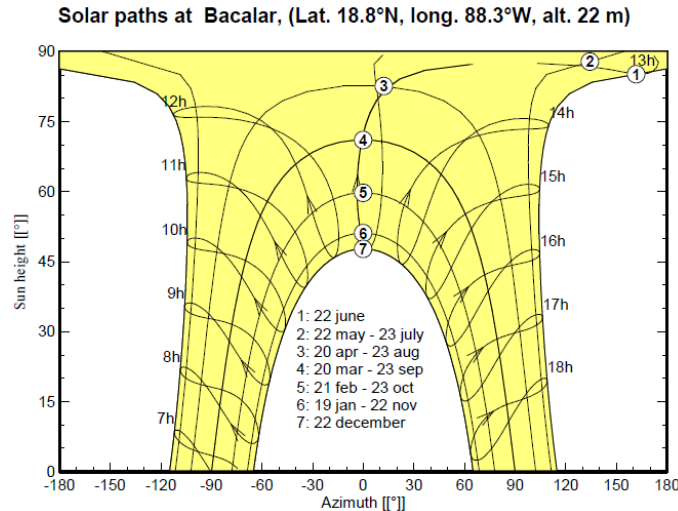


Figura VIII.2. Trayectoria Solar en el Sitio.

- **Interconexión:** Un aspecto relevante es la cercanía con la línea de conexión con la Comisión Federal de Electricidad para la evacuación de la energía producida por el Parque Solar. Otras alternativas, implicarían mayor superficie de retiro de vegetación, además de generar impactos adicionales a la comunidad de flora y fauna por la instalación de nuevas líneas de transmisión y evitando la necesidad de construir infraestructura nueva de transmisión que comprometa la rentabilidad del proyecto.
- **Topografía:** Se debe tomar en cuenta la estructura del suelo y relieve como factor decisivo, pues la resistencia del suelo debe ser tal que dé soporte suficiente a las estructuras y el relieve debe de garantizar la operatividad y seguridad de los paneles solares. En este caso se ubica en una zona plana.
- **Acceso:** La infraestructura disponible para llevar hasta el sitio los insumos y materiales de construcción, como lo es el poblado de Bacalar. Como se describe en el *Capítulo II* las unidades que conforman las celdas solares requieren de carreteras con la capacidad suficiente para movilizar equipos de alta tecnología, ubicándose el proyecto en la carretera federal 307 Chetumal-Cancún.
- **Uso de suelo:** Una vez que se determina el área que tiene mejor potencial solar, se consulta a las autoridades para obtener la información sobre las tierras que conforman parte del polígono delimitado. Se verifica con las entidades gubernamentales que el terreno fuera tierra regularizada, para agilizar el proceso con el propietario y se establece un contrato de arrendamiento con el propietario al ser propiedad privada.
- **Medio ambiente:** La ubicación del proyecto debe de considerar la presencia de áreas naturales protegidas, reservas de la biósfera, parques naturales, áreas de importancia para la conservación de las aves, sitios RAMSAR, sitios terrestres prioritarios así como derechos de vía de gasoductos o poliductos a fin de garantizar la viabilidad ambiental y ecológica.