

ÍNDICE DE CONTENIDO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE	8
I.1 Datos Generales del proyecto	8
I.1.1 Nombre del proyecto	8
I.1.2 Ubicación del proyecto	8
I.1.3 Duración del proyecto	8
I.2 Datos Generales del promovente	8
I.2.1 Nombre o Razón Social	8
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes	8
I.2.3 Datos del Representante Legal	8
I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones	9
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado,	9
I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental	9
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	9
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento	9
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	9
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
II.1 Información general del proyecto	10
II.1.1 Naturaleza del proyecto	10
II.1.2 Objetivo del proyecto	13
II.1.3 Ubicación física	14
II.1.4 Urbanización del área	16
II.1.5 Inversión requerida	16
II.2 Características particulares del Proyecto	17
II.2.1 Dimensiones del proyecto	21
II.2.2 Representación gráfica regional	22
II.2.3 Representación gráfica local	23
II.2.4 Preparación del sitio	24
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	29
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto	29
II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo	30
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo	41
II.2.9 Etapa de operación y mantenimiento	58
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	60
II.2.11 Programa General de Trabajo	61
II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera	62
II.2.13 Residuos	63
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.	65
III.1 Ordenamiento Jurídicos Federales	65
III.1.1 Leyes	65
III.1.2 Reglamentos de las leyes federales relacionadas con el proyecto.	67
III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)	68
III.3 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas	81
III.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas:	81

III.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)	82
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL	83
IV.1 Delimitación del Área de Estudio	83
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental	84
IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental	84
IV.2.2.1 Medio Abiótico	84
IV.2.2.2 Medio Biótico	94
IV.2.2.3 Medio Socioeconómico	114
IV.2.2.4 Paisaje	120
IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.	123
IV.4 Diagnóstico Ambiental	136
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	137
V.1 Identificación de los impactos ambientales.....	139
V.2 Caracterización de los impactos ambientales.....	142
V.3 Valoración de los impactos ambientales.....	148
V.4 Conclusiones.....	156
VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	157
VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.....	165
VII.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental	165
VII.1 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.	169
VII.2. Impactos residuales.....	176
VII.3. Información necesaria para la fijación de los montos para fianzas.....	176
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	177
VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	177
VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	177
VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	178
VIII.4 Pronóstico ambiental.....	179
VIII. 5 Programa de Manejo Ambiental.....	180
VIII. 6 Seguimiento y control.....	181
VII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	184
IX.1 Presentación de la información.....	184
IX.1.1 Cartografía.....	184
IX.1.2 Fotografías.....	184
IX.1.3 Videos.....	184
IX.2 Otros anexos.....	184

ANEXOS

I. DOCUMENTACIÓN LEGAL.

II. PLANOS DEL PROYECTO.

III. FOTOGRAFÍAS.

IV. DOCUMENTOS TÉCNICOS.

- A. Coordinadas de sitios de muestreo de flora y fauna.
- B. Coordinadas del área de conservación.
- C. Coordinadas de área de cambio de uso de suelo.
- D. Análisis de calidad de paisaje.
- E. Programa de Manejo de Residuos.
- F. Justificación socioeconómica.
- G. Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre Protegida.
- H. Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre Protegida.
- I. Programa de Enriquecimiento de la Vegetación en Áreas de Conservación.
- J. Estimación del costo de las actividades de restauración por hectárea.

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Coordenadas UTM de puntos extremos del proyecto.	14
Tabla 2 Coordenadas UTM de Cambio de uso de suelo.	15
Tabla 3 Coordenadas UTM de área de conservación.	15
Tabla 4 Características de los equipos que serán instalados.	17
Tabla 5 Dimensiones del proyecto.	22
Tabla 6 Principales parámetros forestales por unidad de superficie, la totalidad del predio y la superficie propuesta para cambio de uso de suelo.	31
Tabla 7 Estimadores estadísticos del Volumen Total por especie (m ³) calculado para los individuos muestreados.	35
Tabla 8 Parámetros forestales de interés por categoría diamétrica de la vegetación leñosa del predio.	39
Tabla 9 Volumen fuste limpio y total por unidad de superficie, en la superficie total del predio y en el área del cambio de uso del suelo propuesto.	40
Tabla 10 Distribución de productos de las materias primas forestales presentes en el área propuesta para cambio de uso de suelo.	40
Tabla 11 Clasificación de valores económicos de recursos biológicos y su diversidad.	43
Tabla 12 Algunos métodos de medición (INE, 1997; UAES, 1997 y Claro E. <i>et al.</i> , 1996; Lara, D, <i>et al.</i> , 1988)	46
Tabla 13 Clasificación de valores identificados en el predio y método de medición económica.	47
Tabla 14 Recursos disponibles para material de construcción y para leña.	48
Tabla 15 Resumen de recurso forestales materiales disponibles.	48
Tabla 16 Estimación de costos totales de producción de productos forestales maderables.	49
Tabla 17 Estimación por ingresos de venta de productos en área de CUST.	50
Tabla 18 Estimación de utilidades en área de CUST.	50
Tabla 19 Listado de plantas de uso ornamental.	50
Tabla 20 Estimación económica del valor de plantas ornamentales.	51
Tabla 21 Valor estimado de fauna silvestre en el predio.	51
Tabla 22 Valor de existencia de hábitat crítico para especies.	53
Tabla 23 Ecoturismo actual y su potencial en seis tipos de bosques.	53
Tabla 24 Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES, 1997).	54
Tabla 25 Costos de referencia para la restauración ambiental.	55
Tabla 26 Resumen de la valoración de recursos forestales, biológicos y servicios ambientales.	57
Tabla 27 Estimación económica de los bienes y servicios que serán mantenidos a largo plazo.	57
Tabla 28 Características de los paneles fotovoltaicos.	58
Tabla 29 Características de los inversores.	58
Tabla 30 Programa de actividades de abandono del sitio	60
Tabla 31 Cronograma general del trabajo.	61
Tabla 32 Propuesta de ocupación y políticas aplicables en la UGA del proyecto.	69
Tabla 33 Listado de normas ambientales aplicables al proyecto.	70
Tabla 34 Vinculación del proyecto con criterios por política.	75
Tabla 35 Temperaturas máximas registradas en la Estación Tantakin.	85
Tabla 36 Precipitación media mensual registrada en la Estación Tantakin.	85
Tabla 37 Registro histórico de huracanes en la Península de Yucatán.	88
Tabla 38 Registro histórico de tormentas tropicales en la Península de Yucatán.	89
Tabla 39 Características de las regiones hidrológicas del estado de Yucatán.	93

Tabla 40 Composición florística observada en el área del proyecto.....	96
Tabla 41 Valores de importancia relativa de la vegetación leñosa presente en el área de estudio.	98
Tabla 42 Cálculo del índice de Shannon Wiener para las especies arbóreas.....	100
Tabla 43 Cálculo del índice de Shannon Wiener para las especies arbustivas.....	101
Tabla 44 Cálculo del índice de Shannon Wiener para las especies herbáceas.	102
Tabla 45 Valores del índice de Shannon Wiener calculados para cada uno de los tres estratos.	103
Tabla 46 Valores del índice máximo de Shannon Wiener para cada uno de los tres estratos.....	104
Tabla 47 Listado de especies de flora catalogada identificadas en el sitio.....	105
Tabla 48 Coordenadas de transecto para anfibios y reptiles.	106
Tabla 49 Listado de aves identificadas en el predio.	107
Tabla 50 Listado de especies de reptiles y mamíferos identificados en el sitio.	110
Tabla 51 Individuos de fauna silvestre registrados en el transecto en banda.	111
Tabla 52 Listado de fauna protegida.	113
Tabla 53 Número de viviendas en el municipio.....	114
Tabla 54 Servicios básicos en las viviendas.	115
Tabla 55 Derechohabencia a servicios de salud en el municipio de Peto.	116
Tabla 56 Número de escuelas en el municipio (2000).	117
Tabla 57 Número de escuelas en el municipio (2010).	117
Tabla 58 Alfabetismo en el municipio (2010)	117
Tabla 59 Condiciones actuales del uso de suelo en el área del proyecto.	120
Tabla 60 Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio.	122
Tabla 61 Captura unitaria de carbono por opción de mitigación en bosques mexicanos.....	124
Tabla 62 Criterios y parámetros de valoración de los impactos.....	138
Tabla 63 Escala de condición del impacto.	138
Tabla 64 Identificación de acciones susceptibles a generar impactos.	139
Tabla 65 Identificación de factores con posible afectación por la ejecución del proyecto.	139
Tabla 66 Matriz de interacciones.....	140
Tabla 67 Identificación de impactos potenciales generados por el proyecto.	141
Tabla 68 Clasificación de los impactos ambientales identificados.	147
Tabla 69 Matriz de valoración de impactos.	149
Tabla 70 Identificación de efectos en el sistema ambiental.	152
Tabla 71 Condiciones actuales del área de influencia.	155
Tabla 72 Coordenadas del área de influencia del proyecto.	155
Tabla 73 Comparativo de la derrama económico anual con proyecto y sin proyecto.	162
Tabla 74 Índice de emisiones que se generarían por una planta eléctrica de 30 MV.	163
Tabla 75 Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol).....	173
Tabla 76 Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 20 años.	174
Tabla 77 Programa de manejo y supervisión ambiental.	181

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Ubicación del predio en imagen satelital.....	14
Figura 2 Esquema de arreglo de área de fotoceldas.	18
Figura 3 Croquis de los módulos solares.	20
Figura 4 Estructuras para soporte.	20
Figura 5 Estructura ya hincada a 1.20 m.....	20
Figura 6 Detalle de los inversores.	21
Figura 7 Ubicación del predio en cuentas hidrológicas.	23
Figura 8 Ubicación del predio en Unidades de Gestión Ambiental del POETY.	23
Figura 9 Croquis del área de control.	25
Figura 10 Croquis de disposición de tornillos (pilares).....	27
Figura 11 Detalle de cercado del predio.....	28
Figura 12 Estructura diamétrica de la vegetación leñosa del predio.	38
Figura 13 Estructura volumétrica de la vegetación leñosa en el área de estudio.	39
Figura 14 Ubicación del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETY.	69
Figura 15 Sistema ambiental del proyecto.	83
Figura 16 Clasificación de climas en el estado de Quintana Roo.....	84
Figura 17 Precipitación media, máxima y mínimas mensuales (2000-2007) en la estación meteorológica de Tantakín.	86
Figura 18 Evaporación media, máxima y mínimas mensuales (2000-2007) en la estación meteorológica de Tantakín.	86
Figura 19 Geomorfología del estado de Yucatán. (POETY, 2007).....	91
Figura 20 Tipos de suelo en el estado de Yucatán.	92
Figura 21 Distribución de las especies por familia.	95
Figura 22 Número de individuos/ha por especie.	97
Figura 23 Cobertura de copa de la vegetación arbórea presente en el área del proyecto.	98
Figura 24 Distribución de los índices de diversidad biológica de Shannon Wiener por estrato.	104
Figura 25 Distribución de los índices máximos (potencial) de diversidad biológica de Shannon Wiener por estrato.	105
Figura 26 Distribución de la PEA en el municipio de Peto.	119
Figura 27 Condiciones actuales del predio.	121
Figura 28.....	130
Figura 29 Caracterización de los impactos.	149
Figura 30 Extensión de los posibles impactos identificados.	154
Figura 31 Área de influencia del proyecto.	155
Figura 32 Gráfica comparativa de condiciones actuales y previstas del área de influencia.	156
Figura 33 Porcentaje de emisiones de GEI del Estado de Yucatán, 2005.	160
Figura 34 Índice de emisiones de plantas eléctricas.....	163
Figura 35 Modelo general de sucesión vegetal propuesto por Gómez Pompa y Vázquez-Yanes (1981).	170

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1 Vegetación de 25 a 30 años (fuera de CUS).	10
Fotografía 2 Vegetación de 10 a 20 años (dentro de CUS).	10
Fotografía 3 Subestación de la CFE cercana del predio.	13
Fotografía 4 Carretera Pedro Santos-Felipe Carrillo Puerto al este del predio.	13
Fotografía 5 Líneas de alta tensión cercano al predio.	13
Fotografía 6 Carretera Mérida-Chetumal a 1.2 km. del predio.	13
Fotografía 7 Hincado de pilares directo a la roca en área perforada.	26
Fotografía 8	26
Fotografía 9 Pilar donde será atornillado los soportes del panel solar.	26
Fotografía 10 <i>Melanerpes aurifrons</i> .	106
Fotografía 11 Individuo de <i>Glaucidium brasilianum</i> .	106
Fotografía 12 Sitio de trabajo.	107
Fotografía 13 Condiciones del sitio de monitoreo.	107
Fotografía 14 <i>Mimus gilvus</i> .	110
Fotografía 15 <i>Cyanocorax yucatanicus</i> .	110
Fotografía 16 <i>Nasua narica</i> .	111
Fotografía 17 <i>Ctenosaura similis</i> .	111
Fotografía 18 Colindancia con área agropecuaria.	120
Fotografía 19 Condiciones actuales del predio.	120
Fotografía 20 Acceso al predio.	121
Fotografía 21 Cruce de líneas de alta tensión.	121
Fotografía 22 Situación actual del predio	122
Fotografía 23 Subestación de la CFE.	122
Fotografía 24 Condiciones del área propuesta para conservación.	150
Fotografía 25 Vista del área de cambio de uso de suelo.	150

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Parque de Energía Solar Fotovoltaica.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El área donde se pretende ubicar el proyecto está localizada en tierras de uso común del ejido **Justicia Social**, municipio de Peto, estado de Yucatán.

El plano de localización se encuentra en el anexo II, y en el capítulo 2 se incluye una fotografía área con el señalamiento de la ubicación exacta.

I.1.3 Duración del proyecto

Plazo solicitado para la realización del proyecto:

- Cambio de uso de suelo (remoción de la vegetación): 2 años.
- Construcción del proyecto: 5 años.
- Operación del proyecto: 50 años.
- Abandono del proyecto: No aplica.

I.2 Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

Photoemeris Sustentable, S.A. de C.V.

Se anexa copia del Acta Constitutiva.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

PSU1408157N3

I.2.3 Datos del Representante Legal

Eliminado: Dos renglones. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

En el anexo de documentos legales se incluye copia de poder respectivo.

1.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones

Eliminado: Un renglón. Fundamento Legal Artículo 116 de la LGTAIP y Artículo 113 LFTAIP, en la cual se establece, que se considera información confidencial la que contiene datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable en base a la resolución 508/2017 emitida el 06 de Noviembre del presente año.

1.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado,

1.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

Razón social: Consultoría Ambiente Sustentable, SCP.

Responsable: José Refugio Flores Arellano.

Cédula profesional: 1314448

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

Razón social: CAS100111TG6

Responsable: FOAR-600506LP3

1.3.3 Dirección del responsable técnico del documento

Calle 41-A, No. 312 X18 y 20, Pedregales de Tanlum, Edificio Equimax, Circuito Colonias, Mérida, Yucatán.

Tel/Fax- (999) 9257179 Correo electrónico: info@ambientesustentable.com

1.3.4 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

Nombre: José Refugio Flores Arellano.

Domicilio: Calle 41-A, No. 312 X18 y 20, Pedregales de Tanlum, Edificio Equimax, Circuito Colonias, Mérida, Yucatán.

Número de inscripción en Registro Forestal Nacional: cédula fechada el día 29 de mayo de 2002 e integrada al Libro Yucatán, Tipo UI, Personas Físicas Prestadores de Servicios Técnicos Forestales - inscripciones en volumen 2, número 1 según consta en el oficio número 726.4/418/2002/00712.

FIRMA:_____.

CAPÍTULO 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 para la construcción y operación de las instalaciones un Parque de Energía Solar Fotovoltaica, que tendrá una potencia instalada de 30 mw, con una producción anual estimada de 46,891,766 KWH con el fin de contribuir al abastecimiento de la demanda de energía eléctrica en la zona del sur de Yucatán, a través de tecnologías renovables.

La superficie total del área del proyecto es de 120 has., de las cuales se realizará la remoción de la vegetación en 542,652.83 m² (54.2653 has.), que corresponden al 45.22% de la superficie total, manteniendo el 54.78% del predio con vegetación forestal (65.7347 has.) con fines de conservación.

El área del proyecto, corresponde a tierras de uso común del **Ejido Justicia Social**, del municipio de Peto, el cual actualmente no tiene uso específico, presentando vegetación forestal en el 90% de la superficie, con vegetación secundaria derivada de **selva mediana subcaducifolia**, se presenta un área de 28.22 has. con vegetación de 25 a 30 años de conservación y un área de 91.78 has. con vegetación de aproximadamente 10 a 20 años en recuperación; dentro de esta área se presentan algunos claros con vegetación herbácea y/o arbustiva. El predio colinda con un predio con uso ganadero, y se observan evidencias de reciente pastoreo dentro del predio.



Fotografía 1 Vegetación de 25 a 30 años (fuera de CUS).



Fotografía 2 Vegetación de 10 a 20 años (dentro de CUS).

Por la naturaleza del proyecto, no se considera realizar obras o actividades asociadas. Este documento se presenta para obtener la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Motivos técnicos y ambientales que lo orillaron a la selección del área.

El proyecto lleva más de 1 año en la etapa de planeación, para lo cual se han realizado diversos estudios, análisis y gestiones, que han concluido a la selección del sitio.

El proyecto busca satisfacer la demanda de energía pronosticada por la Gerencia de Control Regional Peninsular (GCRP) del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), en la región sur del estado de Yucatán, para lo cual a solicitud de la empresa PHONOEMERIS SUSTENTABLE SA DE CV, el CENACE realizó el estudio de impacto del proyecto para la interconexión eléctrica de una Central Fotovoltaica, con una capacidad de 30 MW, a la Subestación Eléctrica denominada Kanbul (SE Kambul).

Dicho estudio, buscaba conocer la viabilidad para la interconexión del proyecto a la Red Nacional de Transmisión (RNT) y/o a las Redes Generales de Distribución (RGD), donde se señalaran las posibles restricciones y las obras que se requirieran, con base en la solución técnica más eficiente, para mantener la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.

En dicho estudio (Anexo 3.1), se realizó un análisis en estado estable en condiciones de red completa y ante contingencias sencillas. Los modelos empleados fueron de flujos de potencia aprobados para estudios de planeación de la expansión de la red (PRODESEN¹ 2015-2029) En el análisis de contingencia en estado estacionario, se detectaron dos problemáticas:

- La pérdida de la Línea de Transmisión (LT) de 230 kV de Ticul-Xul Ha provoca la sobrecarga de la LT de 115 kV TIC-TKD por lo que se tienen implementado un Esquema de Acción Remedial de afectación de carga, para controlar el flujo a través de la LT TIC-TKD. La Central Fotovoltaica propuesta, ayudará a evitar esta saturación.
- Debido a que la red de la zona Ticul hacia Chetumal es longitudinal, la pérdida de la LT LAC-XUL provoca alta tensión en las Subestaciones Eléctricas Kanbul (KBL), Polyuc (PYU) y Lázaro Cárdenas (LAC) de 115 kV. Con el proyecto el mayor valor de tensión se presenta principalmente en las SE Lázaro Cárdenas.

Para determinar la viabilidad técnica del proyecto, también se realizó un estudio de mecánica de suelos y topografía, el cual presenta las siguientes conclusiones:

- La orientación del terreno es adecuada: 85% norte-sur y 75% noreste.
- Presenta nulas irregularidades y desniveles (1 altillo de 1 m. de altura)
- No cuenta con hondonadas significativas (1 de 1 m. de altura)
- No requiere el movimiento de tierras.
- El suelo es apto para pilotes de estructuras fotovoltaicas sin necesidad de cimentación.

Del estudio de geotécnica realizado, se tienen las siguientes conclusiones:

- Tierra franco limosa en el 80% de la superficie, la cual supliría a la cimentación mediante el método de perforación.
- La profundidad de la roca en promedio con respecto al nivel de piso es de 90 cm.

Considerando las características del suelo, se seleccionó el método de construcción de Anclado de Poste en Roca, comparativamente con el de Zapata en Tierra suelta, a continuación se presentan algunas características de cada uno:

¹Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2016 – 2030 (PRODESEN), instrumento que contiene la planeación del SEN, en lo que respecta a las actividades de generación, transmisión y distribución.

- Anclado de poste en roca: Suministro y colocación de columna metálica cédula 40 galvanizada de 3 pulgadas de diámetro y 3 m de largo, hincada 1.20 m en una perforación con maquinaria y barrera neumática de 3 pulgadas de diámetro externo, hasta una profundidad de 1.20 cm.
- Zapata en tierra suelta: zapatas de concreto $F'_{C} = 250\text{kg/cm}^2$ de 1.2 x 1.2 reforzada con varillas de acero en ambos sentidos, en lecho inferior y dado de 0.30 x 0.30 y 0.60 cm reforzado con varillas de 3/8" y estribos de 1/4". Este método incluye: excavaciones, relleno y compactaciones, cimbra y descimbra, preparación y colocación de concreto y habilitado de acero.

Asimismo, se realizó un estudio de factibilidad ambiental del proyecto, para lo cual se realizaron recorridos dentro del predio para caracterizar las condiciones ambientales, así como realizar el análisis y vinculación del proyecto con la normativa ambiental e instrumentos de planeación vigentes, obteniendo las siguientes conclusiones:

- El sitio del proyecto se encuentra en una zona donde de acuerdo al Ordenamiento (POETY), está condicionado el uso de suelo industrial, tipo de uso que se pretende realizar, por lo que se deberá incorporar medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.
- El sitio no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida.
- En el predio la cobertura de vegetación presenta dos diferentes tipos de asociaciones, el 24% corresponde a vegetación arbórea en buen estado de conservación y el resto (76%) corresponde a vegetación secundaria en recuperación de actividades agropecuarias, ambas son consideradas como **terrenos forestales** por las características de la misma y su composición (número de árboles y área basal), por lo que se debe realizar el trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Por la superficie requerida por el proyecto (aproximadamente 60 has), y la extensión del predio (120 has), es posible desarrollar el proyecto, mitigando el impacto con el establecimiento de un área de conservación igual o mayor que la superficie que se propone para el cambio de uso de suelo.
- El diseño del proyecto considera mantener las áreas con mejores condiciones de desarrollo de la vegetación (este del predio) sean mantenidas a largo plazo como conservación.
- Se cumple con criterios establecidos en el Ordenamiento Estatal, así como criterios de conservación y protección ambiental, ya que se destinará a conservación el área con mejores condiciones de vegetación, y la infraestructura se ubicará en el área de vegetación secundaria en recuperación.
- Se tramita previamente la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales ante la SEMARNAT.
- Por el requerimiento de la superficie del proyecto, la extensión total del predio permitirá mantener al menos el 50% de la cobertura vegetal, así como el diseño del proyecto garantizará la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes favoreciendo la movilidad de la fauna silvestre.
- No se identificaron cuerpos de agua dentro del predio, sin embargo debido a que si se identificaron especies de flora y fauna protegida, se realizarán monitoreos dirigidos y establecerán acciones de prevención y mitigación, como es mantener áreas de conservación de la vegetación.

Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

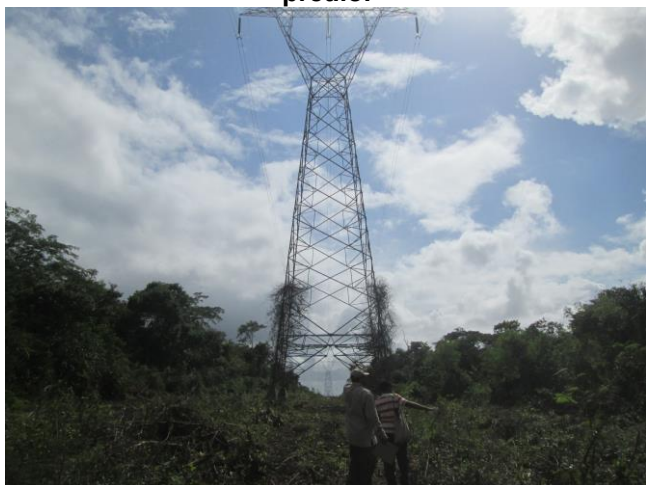
El área donde se ubica el proyecto, no tiene uso específico, está formado por vegetación secundaria, derivada de abandono de actividades agropecuarias realizadas varias décadas anteriores. En el área del proyecto no se identificó ningún cuerpo de agua. En las colindancias del proyecto, se tienen diversos usos, como agropecuarios, industrial (subestación eléctrica), vialidades (carretera), y algunos en abandono por actividades agropecuarias.



Fotografía 3 Subestación de la CFE cercana del predio.



Fotografía 4 Carretera Pedro Santos-Felipe Carrillo Puerto al este del predio.



Fotografía 5 Líneas de alta tensión cercano al predio.



Fotografía 6 Carretera Mérida-Chetumal a 1.2 km. del predio.

II.1.2 Objetivo del proyecto

La empresa Photoemeris Sustentable, S.A. de C.V., es de reciente creación dentro de la industria de energía renovable, cuyo objetivo es emplear tecnología de punta para la generación de energía solar fotovoltaica para contribuir a la oferta de energía en la zona sur de Yucatán.

La energía solar fotovoltaica representa una de las fuentes de energía limpia más utilizada a nivel global, produciendo electricidad de origen renovable y sin emisiones, que se obtiene de la radiación solar.

II.1.3 Ubicación física

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

Tabla 1 Coordenadas UTM de puntos extremos del proyecto.

PV	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	308375.060	2201367.280
2	309422.080	2200380.870
3	309053.640	2199673.490
4	307835.160	2200817.320
DATUM: WGS84 ZONA: 16N		

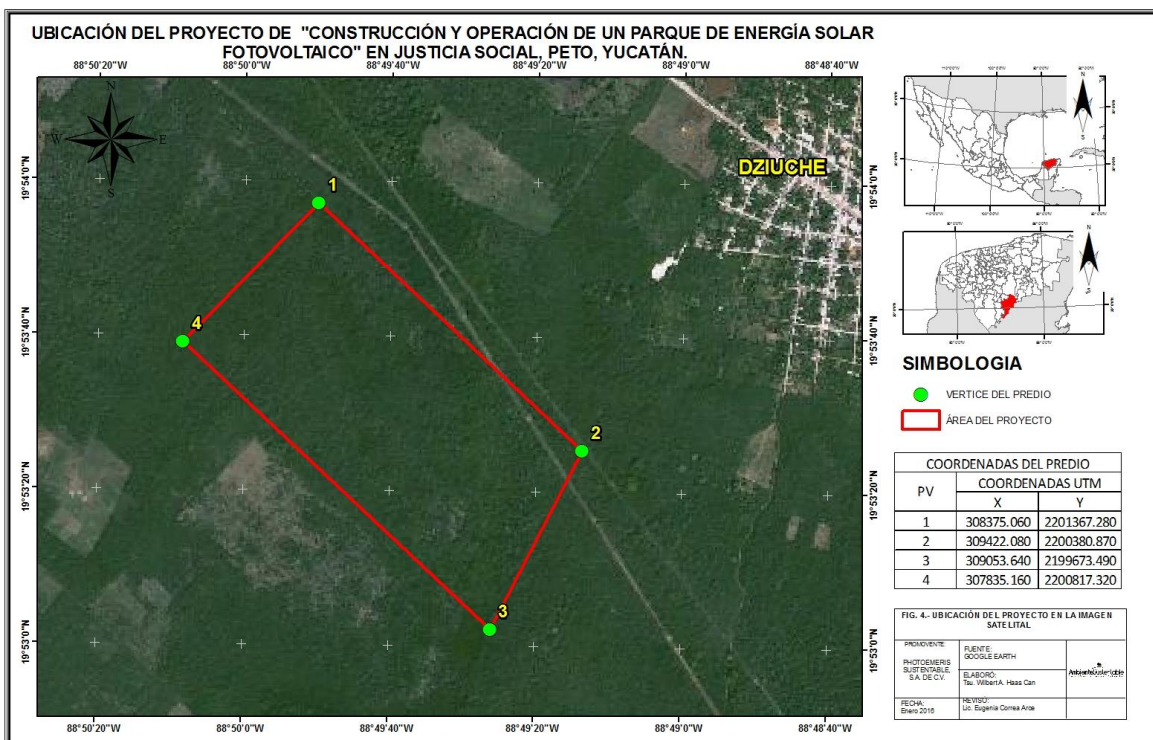


Figura 1 Ubicación del predio en imagen satelital.

En el Anexo II se presenta un plano topográfico, en el cual se detalla la poligonal del área del proyecto, así como sus colindancias. En dicho plano se especifica las coordenadas UTM de los vértices.

En el Anexo V de este documento se presenta el plano del área de cambio de uso de suelo, que corresponde a una superficie de 542,652.83 m² (54.2653 has.), el resto del área será destinada como conservación de la vegetación, las coordenadas de ambas áreas son las siguientes:

Tabla 2 Coordenadas UTM de Cambio de uso de suelo.

PV	COORDENADAS UTM	
	X	Y
ÁREA DE CONTROL		
1	308354.06	2201345.89
2	308456.37	2201248.95
3	308356.63	2201149.56
4	308255.36	2201245.35
ÁREA DE FOTOCELDA		
5	308582.38	2201137.28
6	308582.32	2201004.70
7	308703.79	2201004.70
8	308703.73	2200870.55
9	308792.43	2200870.55
10	308792.37	2200602.73
11	308881.07	2200602.73
12	308881.01	2200469.34
13	308941.71	2200469.34
14	308941.71	2200323.79
15	308509.94	2200323.91
16	308379.73	2200323.99
17	308379.73	2200457.30
18	308229.18	2200457.30
19	308229.24	2200590.69
20	308140.61	2200590.69
21	308140.61	2200725.13
22	307933.37	2200725.13
23	307930.55	2200727.77
24	307930.55	2200870.75
25	308051.85	2200870.64
26	308051.97	2201004.90
27	308140.55	2201004.82
28	308140.60	2201128.46
29	308149.46	2201137.48
CAMINO DE ACCESO		
30	308448.46	2201298.19
31	308452.80	2201294.04
32	308431.89	2201272.15
33	308427.54	2201276.27

Tabla 3 Coordenadas UTM de área de conservación.

PV	COORDENADAS UTM	
	X	Y
A	308375.06	2201367.28
B	309422.08	2200380.87
C	309053.64	2199673.49
D	307933.37	2200725.13
E	308140.61	2200725.13
F	308140.61	2200590.69
G	308229.24	2200590.69
H	308229.18	2200457.30
I	308379.73	2200457.30
J	308379.73	2200323.99
K	308509.94	2200323.91
L	308941.71	2200323.79
M	308941.71	2200469.34
N	308881.01	2200469.34
O	308881.07	2200602.73
P	308792.37	2200602.73
Q	308792.43	2200870.55
R	308703.73	2200870.55
S	308703.79	2201004.70
T	308582.32	2201004.70
U	308582.38	2201137.28
V	308149.46	2201137.48
W	308255.36	2201245.35
X	308356.63	2201149.56
Y	308456.37	2201248.95
Z	308354.06	2201345.89
1	308140.60	2201128.46
2	308140.55	2201004.82
3	308051.97	2201004.90
4	308051.85	2200870.64
5	307930.55	2200870.75
6	307930.55	2200727.77
7	307835.16	2200817.32

II.1.4 Urbanización del área

El sitio del proyecto, no está ubicado en alguna Área Natural Protegida (ANP), así como tampoco en alguna zona de importancia ecológica establecida por la CONABIO; únicamente se cuenta con el instrumento de planeación “**Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán**” (POETY), por lo que se deberá cumplir con los criterios establecidos en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) **3.B Valle Ticul**, ambas con políticas generales y de aprovechamiento, que es donde se encuentra el sitio del proyecto.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en una zona rural, donde se carecen de todos los servicios públicos; dentro del predio no se cuenta con servicios de agua potable o electricidad; encontrándose a 1.2 km. de la carretera Mérida-Chetumal, subtramo Tzucacab-José María Morelos, a la altura del km. 147+070.

La localidad más cercana es **Dziuché** y se encuentra a aproximadamente 1.3 km. donde además de contar con los servicios básicos, se puede abastecer de insumos y servicios. Dadas las condiciones del área, el suministro de los servicios que se requieren para la ejecución de proyecto, será cubierto por la infraestructura existente en la zona.

Sin embargo se requerirán diversos servicios para la construcción y operación del proyecto:

- Abastecimiento de diesel 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, se requiere de mano de obra capacitada, que podrá ser contratada en las localidades más cercanas al proyecto.
- Caminos de circulación el acceso al predio es a través de la carretera Mérida-Chetumal, se requerirá habilitar vialidades de circulación dentro del predio, lo cual está considerado en el área de afectación 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 la construcción del proyecto, así como las actividades de operación del mismo, se requiere de mano de obra capacitada, que podrá ser contratada en las localidades más cercanas al proyecto.

II.1.5 Inversión requerida

La inversión requerida para el proyecto es de \$450,000,000.00 (CUATROCIENTOS CINCUENTA MILLONES DE PESOS 00/100 M.N.), la cual incluye el presupuesto destinado para las medidas preventivas, de mitigación y compensación de los impactos ambientales, que es aproximadamente de \$800,000.00 (OCHOCIENTOS MIL PESOS 00/100 M.N.).

II.2 Características particulares del Proyecto

El proyecto construcción y operación de un **Parque de Energía Solar Fotovoltaica**, con el objetivo de aprovechar la energía del sol y transformarla en energía eléctrica fotovoltaica, que será inyectada a la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Se considera la remoción de la vegetación forestal en una superficie de **54.2653 has.** (45.22%), para la instalación de la infraestructura y equipo para el parque solar, que consistirán en módulos de paneles solares y un almacén o caseta de control; destinando el 54.78% como área de conservación de la vegetación.

Las actividades de preparación del sitio, consistirán en la remoción de la vegetación presente con maquinaria y herramientas manuales, los residuos forestales leñosos producto del desmonte serán retirados del sitio para satisfacer necesidades de leña de las localidades rurales cercanas, aquellos residuos que no sean aprovechados serán trozados y esparcidos en las áreas destinadas a jardines y áreas verdes para su reincorporación al suelo.

Las actividades de remoción de vegetación y construcción del proyecto, están previstas realizarse en una etapa, con una duración total de 5 años; se estima que la vida útil del proyecto sea de 50 años, por lo que no se considera el abandono del sitio del proyecto.

Características del equipo que serán instalados.

El parque contará con 13,817 módulos de paneles, cada uno con 60 celdas de material policristalino, sujetos con un soporte tipo tornillo. La potencia de cada módulo es de 265 W.

Tabla 4 Características de los equipos que serán instalados.

Componente	Cant.	Potencia	Función y/o Descripción
Paneles solares	13,817	265W	Generar energía eléctrica con el sol
Cajas de conexiones de los paneles solares			
Inversores	750	40KW	Transformar la corriente directa en corriente alterna
Cuarto de inversores	18		Cuarto prefabricado que almacena los inversores.
Transformadores	30	1MVA	Elevar el voltaje de 400V a 34.5KV
Transformador	1	30MVA	Eleva el voltaje de 34.5kv a 115kv para entregarlo en la subestacion de CFE

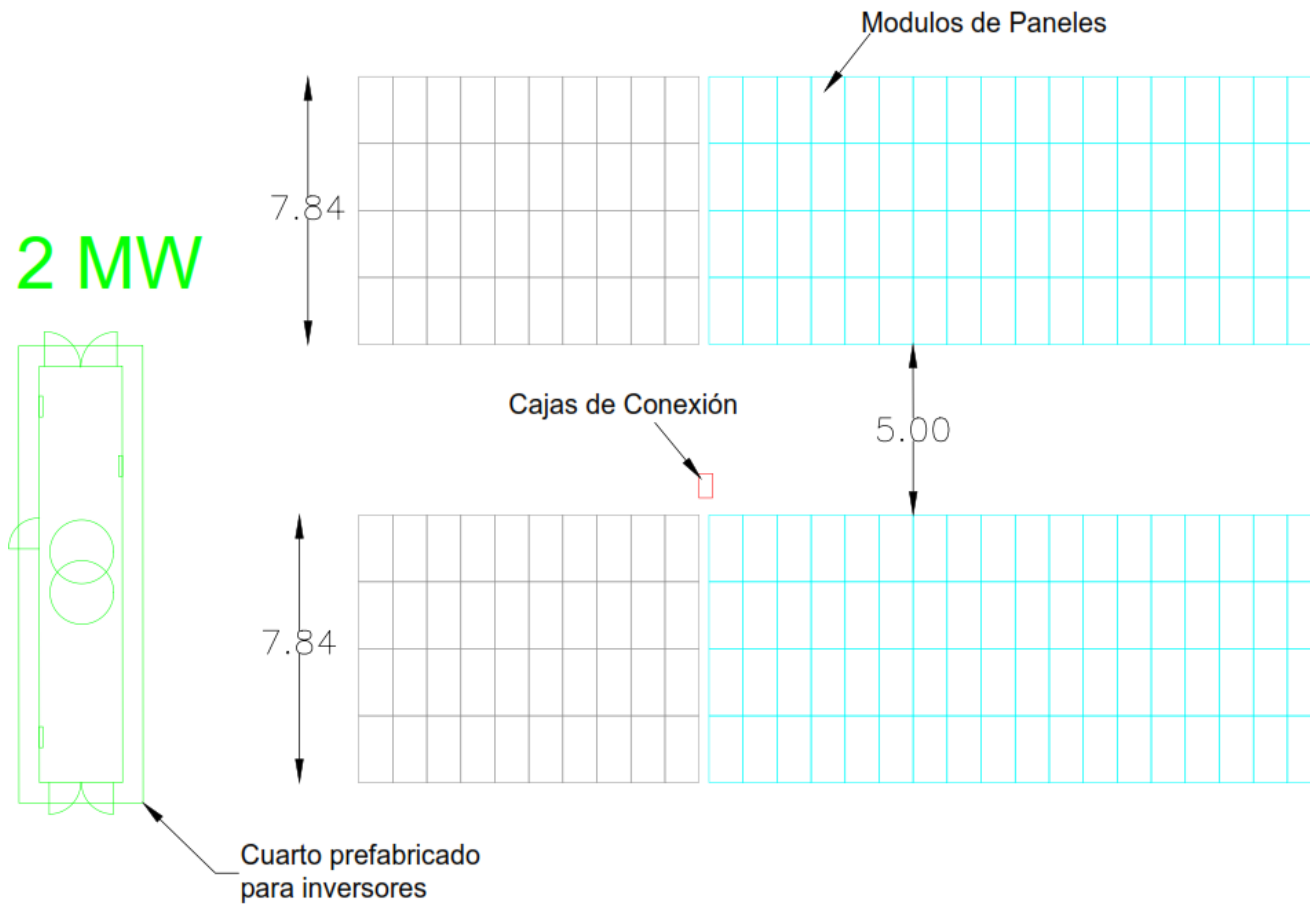


Figura 2 Esquema de arreglo de área de fotoceldas.

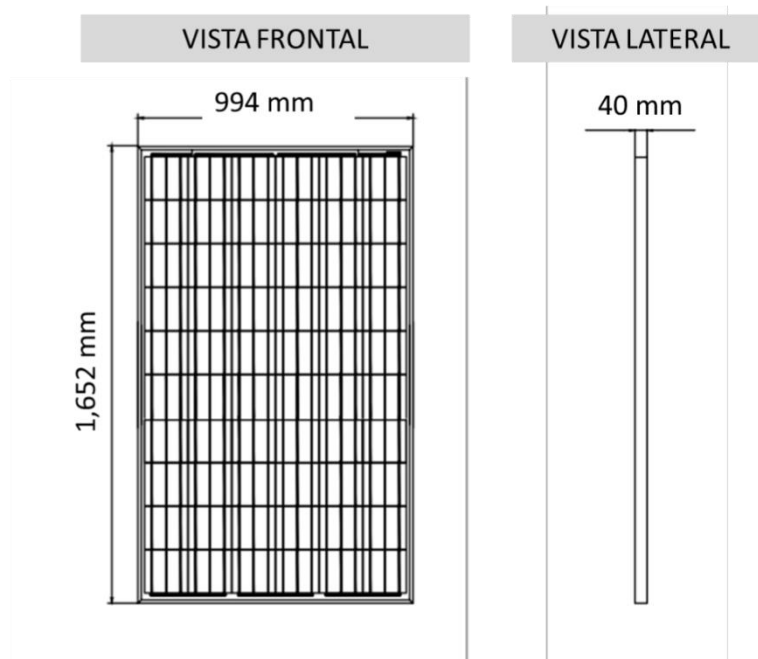
- **Paneles solares (módulos fotovoltaicos)**

El generador fotovoltaico está formado por la interconexión eléctrica en serio y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía del sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiación solar recibida.

En el sitio del proyecto, se pretenden instalar Paneles Solares en módulos de tecnología policristalina o equivalentes del fabricante Astronergy, los cuales se agrupan en campos de 265W de potencia nominal.

- Tipo de celdas: policristalino.
- Número de celdas: 60
- Arreglo: 6 x 10.

A continuación se presenta un croquis y sus dimensiones:



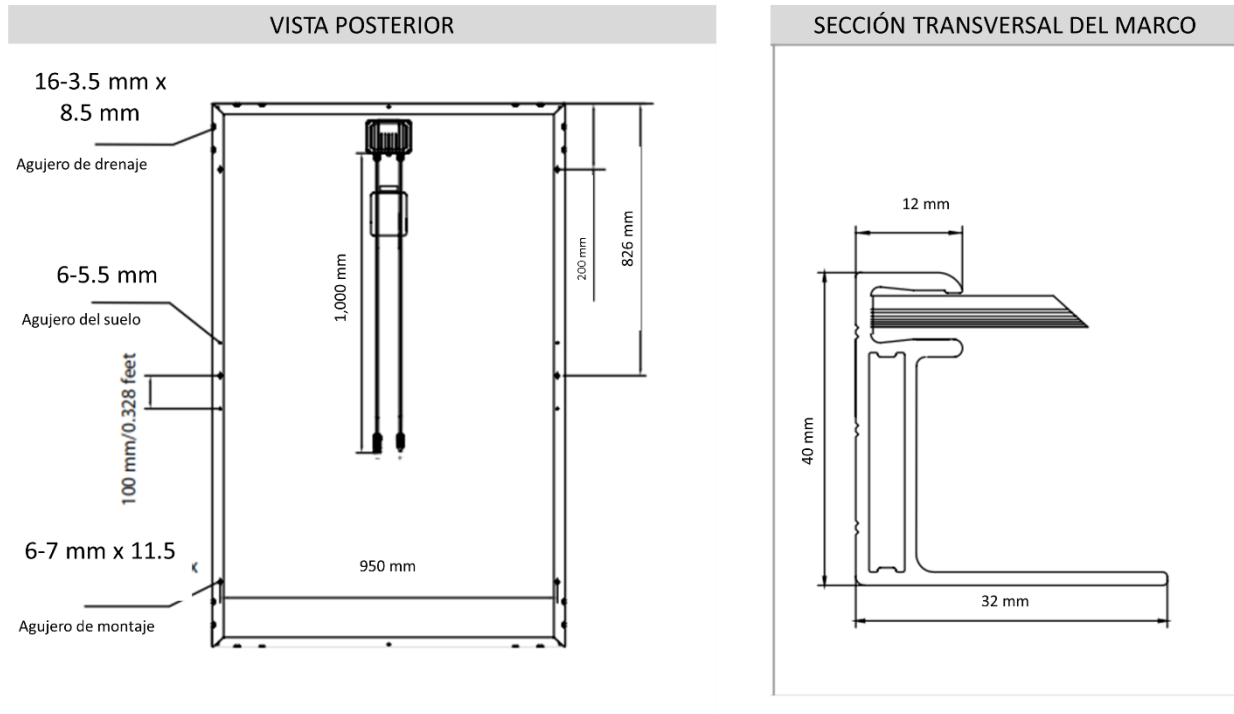


Figura 3 Croquis de los módulos solares.

La estructura para la sujeción de cada módulo, consiste en una columna metálica cédula 40 galvanizada de 3 pulgadas de diámetro y 3 m de largo, hincada 1.20 m en una perforación con maquinaria y barrera neumática de 3 pulgadas de diámetro externo, hasta una profundidad de 1.20 cm.

A continuación se presentan unas imágenes:



Figura 4 Estructuras para soporte.



Figura 5 Estructura ya hincada a 1.20 m.

- **Inversores**

En una instalación fotovoltaica el inversor es el aparato que transforma la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna para entregarla a la red de distribución en condiciones lo más similar posible en tensión y en frecuencia.

Es buena práctica de diseño repartir la producción del campo fotovoltaico entre varios inversores para no perder toda la producción en caso de fallos o de paradas técnicas por mantenimiento.

En esta instalación se han considerado 750 inversores de 40 kW de potencia, los cuales serán instalados distribuidos en 18 cuartos prefabricados.

El inversor es capaz de transformar en corriente alterna a la red a la potencia que el campo fotovoltaico generará a cada instante. Funcionando a partir de un umbral de radiación solar.

Las dimensiones de los inversores son las siguientes:

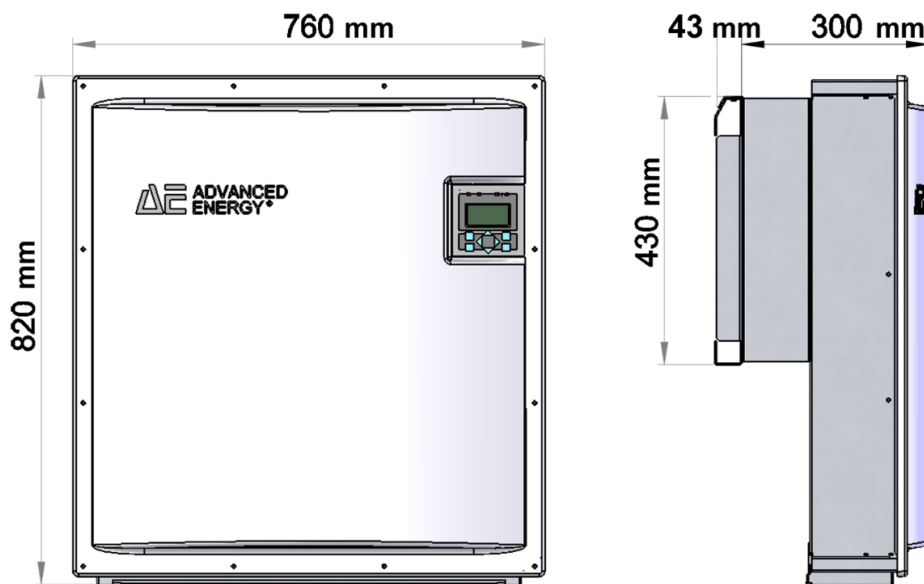


Figura 6 Detalle de los inversores.

II.2.1 Dimensiones del proyecto

La superficie total del proyecto es de **1,200,000.00 m²**, y se considera realizar el cambio de uso de suelo en el **45.22%** del predio (542,652.83 m²), donde se realizará la construcción e instalación de los paneles solares o fotoceldas y un almacén; manteniendo el 772,044.04 m² (54.78%) como áreas de conservación.

Superficie total del predio: 1,200,000.00 m².

Superficie a afectar: 542,652.83 m². Corresponde al 45.22% de la superficie total del predio.

Tipo de vegetación a afectar: secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia.

Superficie para obras permanentes: 14,393.12 m² (1.44%).

Superficie para áreas verdes (conservación): 772,044.04 m² (54.78%).

El desglose de los componentes del proyecto se presenta a continuación:

Tabla 5 Dimensiones del proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m²)	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
Cambio de Uso de Suelo	542,652.83	54.2653	45.22%
Área de Fotoceldas	527,948.30	52.7948	44.00%
Soportes	17.96	0.0018	0.00%
Cajas de conexiones	182.56	0.0183	0.02%
Cuarto prefabricado para inversores	876.90	0.0877	0.07%
Ocupación (paneles y separación entre paneles)	485,604.94	48.5605	40.47%
Circulación y Maniobras perimetral	41,265.94	4.1266	3.44%
Área de Control	14,522.94	1.4523	1.21%
Caseta y Almacén	80.00	0.0080	0.01%
Transformador	16.82	0.0017	0.00%
Estacionamiento	200	0.0134	0.01%
Subestación	134.12	1.4092	1.17%
Circulación y Maniobras	14,092.01	1.4092	1.17%
Camino de acceso*	181.59	0.0182	0.02%
Área de Conservación	657,347.17	65.7347	54.78%
SUPERFICIE TOTAL	1,200,000.00	120.0000	100.00%

11.2.2 Representación gráfica regional

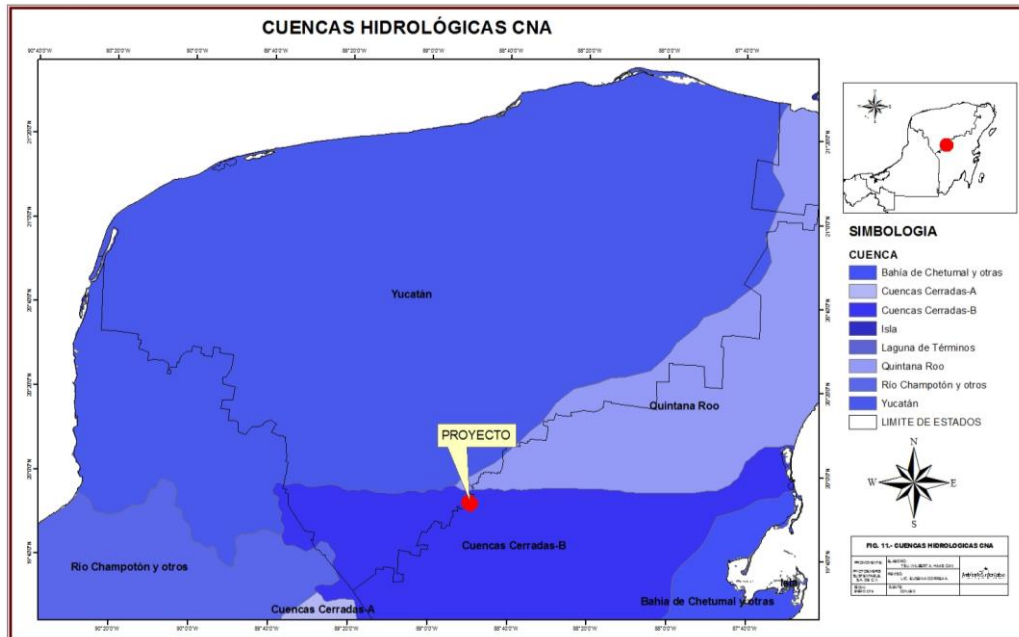


Figura 7 Ubicación del predio en cuentas hidrológicas.

11.2.3 Representación gráfica local

A continuación se presenta el polígono del predio dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY):

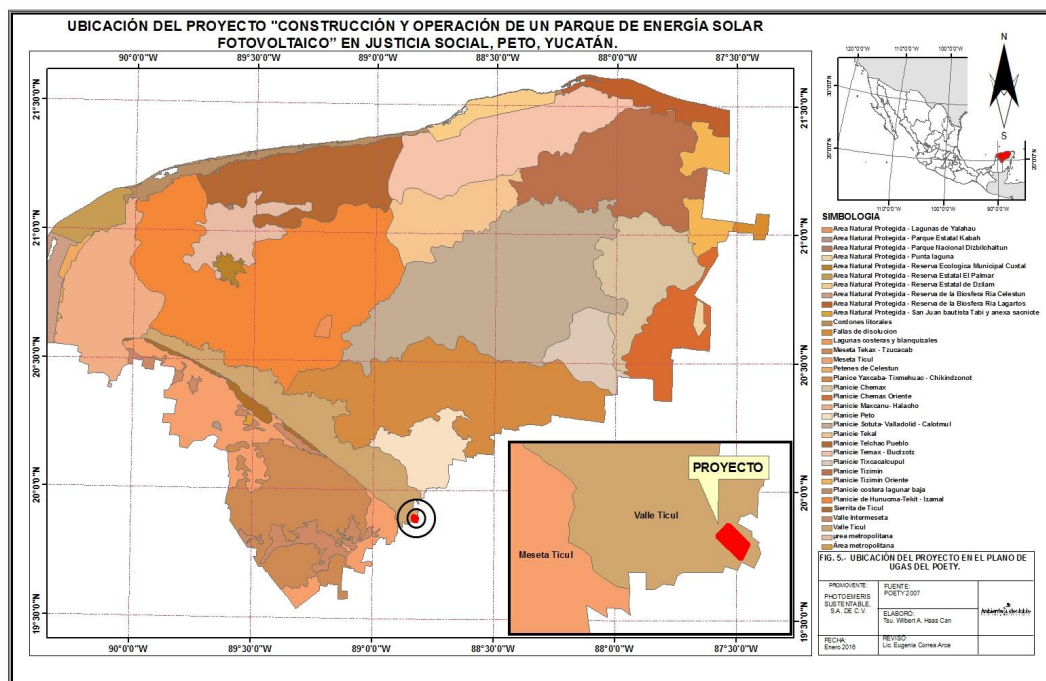


Figura 8 Ubicación del predio en Unidades de Gestión Ambiental del POETY.

Anexo a este documento se presenta un plano con el polígono georreferenciado de la superficie sujeta a cambio de uso de suelo (Anexo II).

II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

- **Preparación del sitio**

La preparación del sitio, consistirá en la delimitación del área a ocupar y la remoción de la vegetación.

- a) **Desmonte.**

Se requerirá el desmonte de **542,652.83 m².**, que están cubiertos por vegetación secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia, la remoción de la vegetación se realizará con maquinaria pesada, ya sea con trascabo o por medio de un tractor D6 y manual, complementándose con herramientas manuales (hachas, machetes y/o motosierras).

Los residuos leñosos producto del desmonte, podrán ser aprovechados como leña y materiales de construcción, para lo cual se tramitará ante SEMARNAT el permiso correspondiente. Aquel material que no cumpla con las características requeridas, será trozado y **esparcido en las áreas 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.

Después de las actividades de desmonte, el área libre de vegetación deberá ser despalmada, eliminando la primera capa de suelo, hojarasca y otros elementos del sustrato superficial blando. Esto se realizará con maquinaria pesada y con apoyo de herramienta manual (palas y picos), hasta que la roca quede aparente.

La primera capa de suelo orgánico, de 2 a 3 cm. de espesor aproximado podrá ser acamellonado a los bordes del área de desmonte, con el fin de recuperar el suelo y mantener el germoplasma en el contenido.

El movimiento de tierras será necesario para situar las edificaciones en las cotas señaladas en los planos, dejando el terreno compactado para recibir la cimentación.

- b) **Despalme**

Se realizará el desmonte y despalme del área de cambio de uso de suelo, pues aunque la afectación directa al suelo corresponde a los pilares o soportes, la distancia entre cada uno es de aproximadamente 5.5 m.

El **área de control**, tendrá una superficie total de 1.4523 has., donde se instalarán el transformador, la subestación, se construirá una caseta y almacén, y se habilitarán áreas de estacionamiento, circulación y maniobra. Es importante mencionar que dicha área servirá para el almacenamiento de materiales y equipos de refacciones, así como alojará las conexiones necesarias.

Sin embargo a la fecha no se cuenta con el proyecto eléctrico definitivo, pues se está en la etapa de estudios y gestiones para obtener la autorización del proyecto. Previo a la instalación de las conexiones eléctricas, se presentará ante la SEMARNAT la propuesta de ubicación (dentro del área de control).

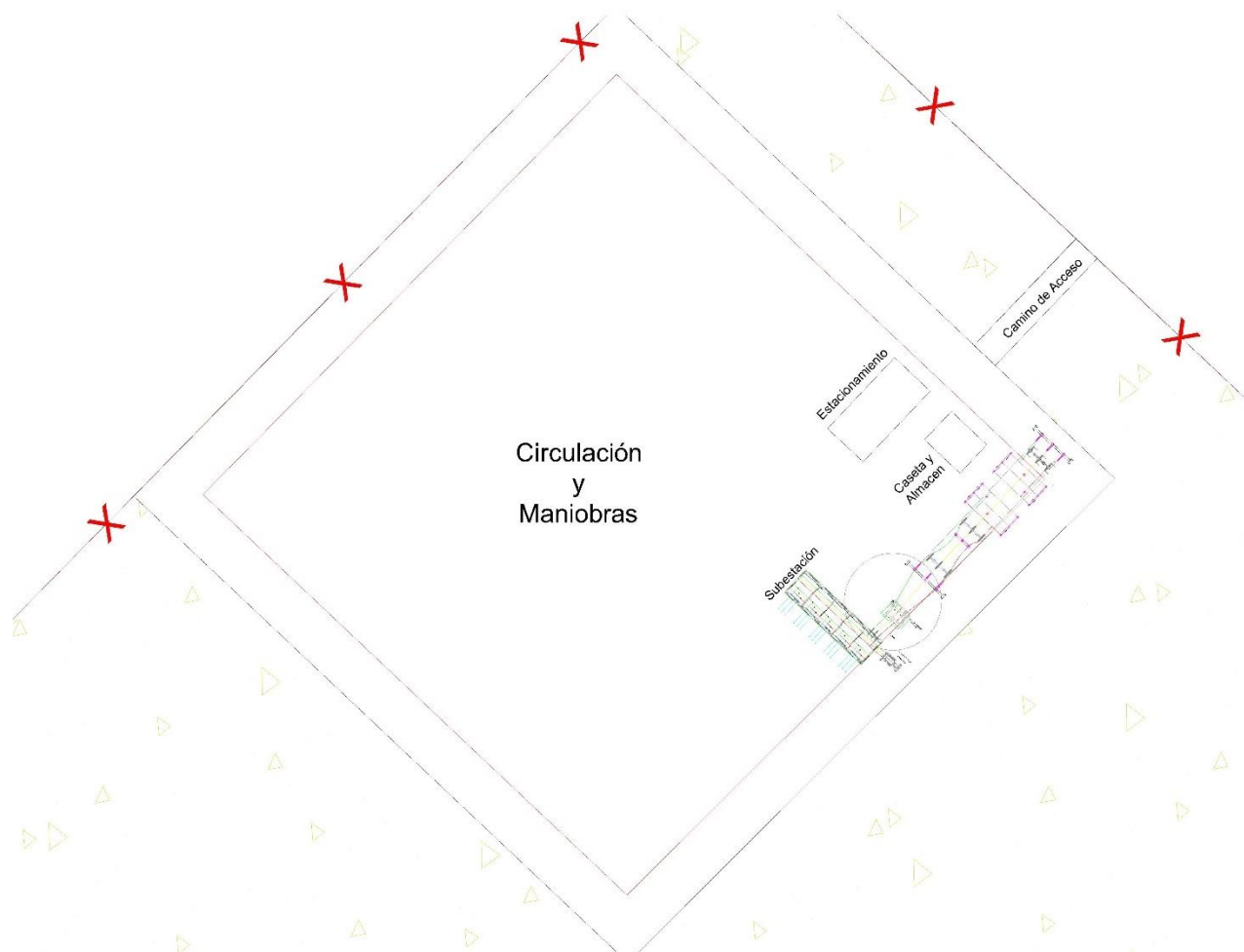


Figura 9 Croquis del área de control.

- **Construcción**

Instalación de paneles solares

Los paneles solares a instalar cuentan con un soporte, que en este caso por las condiciones del suelo, se hincarán unos pilares directo a la roca del suelo, y se colocan y atornillan los soportes de los paneles solares.

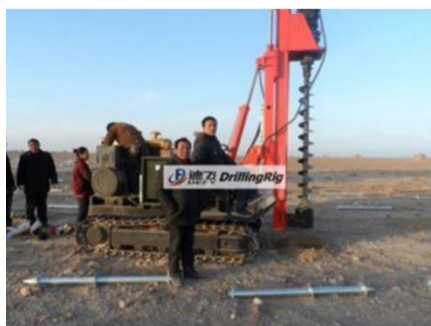
Para el hincado o anclaje de los pilares, se realizará la perforación en la roca, con una perforadora tipo RDR 48 M. con un compresor, la cual es ligera para trabajar e impulsada con energía hidráulica para el impacto y la rotación, de acero estándar, la perforación será de diámetro hasta 40 mm y una profundidad de 1.2 m. La conexión a la roca sería con una varilla de anclaje en acero al carbón HIT-Z; con configuración de cabeza y rosca externa.

El material de los pilares es de acero galvanizado, y el sistema de anclaje adhesivo para concreto fisurado y aplicaciones en agujeros perforados con coronas de diamante.

Considerando que la distancia de los tornillos, es en promedio de 5.5 m., se requiere la remoción de la vegetación y el despalme en todo el área donde será instaladas las estructuras, asimismo para la operación de la maquinaria que será utilizada.

A continuación se presentan las maquinarias tipo que serán utilizadas, así como el procedimiento de perforación de los soportes:

ANCLAJE DE PILOTE



Fotografía 7 Hincado de pilares directo a la roca en área perforada.



Fotografía 8



Fotografía 9 Pilar donde será atornillado los soportes del panel solar.

Una vez hincados los pilares, se les atornilla en la base superior los soportes de los paneles solares y se procede al armado y colocación de las celdas solares.

La ubicación geográfica de cada uno de los hincados de los pilares que se usaran para el soporte de cada uno de los paneles solares se presenta en el Anexo. El arreglo de los tornillos corresponde a filas de 5.88 m de distancia entre filas, y en cada fila se tienen los tornillos alineados con separación de 5.65 m, 5.64 y 3.3 m, tal como se observa en el siguiente esquema:



Figura 10 Croquis de disposición de tornillos (pilares).

Almacén

Se considera la construcción de un almacén prefabricado de un nivel con una superficie de 8,000 m², donde se encontrará el centro de transformación y se resguardarán las herramientas y equipos de repuestos, las actividades de construcción serán las siguientes:

- Plantilla de concreto:** se refiere a la colocación de una capa de concreto en el suelo ya apisonado directo a tierra con el fin de contar con una superficie sólida sobre la cual se puedan realizar las actividades de construcción.
- Habilitado de acero:** esto implica la fabricación de los elementos estructurales con varillas de acero de diversos diámetros y su colocación en los sitios correspondientes, para establecer la estructura de cada obra.
- Losa de concreto:** la losa se refiere al vaciado de concreto para la conformación del piso (firmes) y techos de cada uno de los espacios del proyecto.
- Colocación de muros prefabricados:** el levantamiento de las paredes de cada espacio se realizará para cerrar la estructura éstos y se procederá al levantamiento de las paredes internas que conformarán las divisiones y áreas diseñadas para las áreas de servicios.
- Colado de trabes y castillos:** el colado de trabes y castillos se refiere al vaciado de concreto en la estructura de acero previamente colocada, para así conformar los elementos que darán solidez a las áreas planeadas.
- Cadena de nivelación:** esto se refiere a la colocación de esta cadena por encima de los muros, que forman parte de la estructura, con el fin de que el techo se asiente de manera nivelada.
- Losa de vigueta y bovedilla:** la colocación de viguetas y bovedillas darán forma al techo de cada área.
- Acabados en muros:** los acabados de muros se realizarán de manera manual y según las especificaciones de textura que el diseño arquitectónico indique, de tal manera que los muros y las paredes, tanto internas como externas, estén listas para su acabado final.

Cableado.

Para las conexiones eléctricas del proyecto fotovoltaico, se efectuarán canalizaciones encofradas de sección transversal donde correrán líneas de colectores eléctricos con sus correspondientes registros, según norma NOM-001-SEDE-2012.

Delimitación del predio.

El objetivo de realizar el cercado de la propiedad, es evitar invasiones, prevenir la disposición inadecuada de residuos sólidos, así como la quema de vegetación del sitio y mantener seguridad en la propiedad. La delimitación se realizará en todo el perímetro del predio.

Se colocarán postes de concreto de 2.00 m de alto, a cada 2.50 m. entre ellos y colocando 3 trabes horizontales de concreto; este cercado tiene la intención de permitir el crecimiento de la vegetación del lugar, así como el libre paso de la fauna existente, que de acuerdo a los monitoreos realizados, corresponde a aves, pequeños reptiles y pequeños mamíferos.

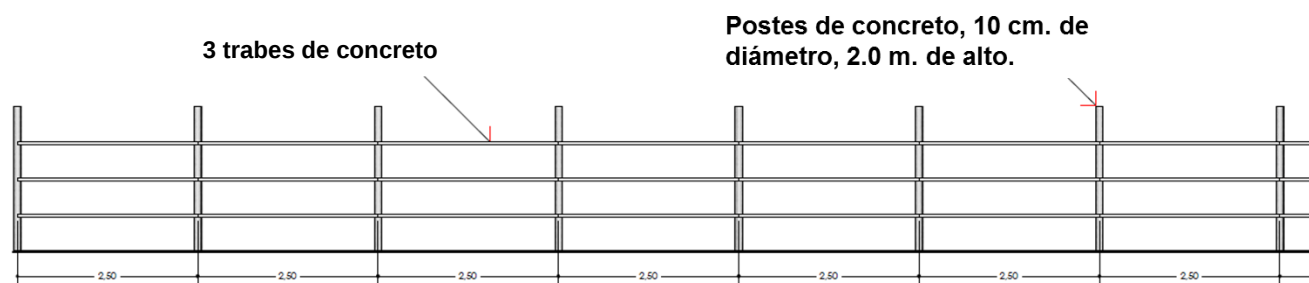


Figura 11 Detalle de cercado del predio.

Es importante mencionar, que no se realizará la remoción de vegetación arbustiva o arbórea, si no únicamente se removerá la vegetación herbácea que se encuentre específicamente en el sitio de colocación de los postes. Las actividades serán realizadas con personal bajo dirección de un supervisor ambiental, con el objetivo de evitar afectación indirecta a la vegetación colindante, se realizará la remoción de la basura existente en el sitio, así como una vez finalizadas las actividades se realizará el retiro de los sobrantes de materiales y residuos, producto de los trabajos ejecutados.

Limpieza final

Previo al inicio de operación, se realizará la recolección de todos los residuos generados por el proyecto, así como también se lavarán las nuevas instalaciones con el fin de entregar la obra de la manera más limpia posible.

Todos los materiales de construcción serán adquiridos de proveedores establecidos y autorizados por las entidades correspondientes.

El área de circulación y maniobra, será desmontada y se mantendrá libre de cimentación, y servirá únicamente para circulación peatonal durante la etapa de construcción y operación.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Etapa de preparación y construcción

En el área del proyecto únicamente se habilitará un almacén temporal de material precario para resguardo de materiales y herramientas diversas, así como para la vigilancia diurna y nocturna.

Se empleará materiales como madera y lámina de cartón, para el rápido desmantelamiento al término de sus funciones, por lo cual no será necesaria la realización de trabajos adicionales, como cimentación.

Se instalarán letrinas provisionales para el uso de los trabajadores y personal involucrado en la obra, considerando 1 letrina por 25 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 la bodega temporal, así como en los sitios cercanos a las áreas de trabajo y los sitios donde los trabajadores realicen sus comidas.

Se realizará la recolección diario de los residuos generados y se almacenarán de manera temporal en los botes antes mencionados, y de manera periódica deberán ser trasladados a un sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto no se requiere la instalación de nuevas obras o de infraestructuras asociadas, ya que durante la etapa de operación la demanda de insumos y servicios será cubierta con la infraestructura presente en la zona.

II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo.

Metodología usada para la estimación de volumen por especie (tamaño muestra, diseño del muestreo, confiabilidad, etc.)

Para la estimación de los volúmenes por especie que se encuentran presentes en el área donde se pretende realizar el cambio de uso de suelo, se llevó a cabo un muestreo probabilístico que consistió en el levantamiento de 12 sitios rectangulares, de 50 m de largo por 20 m de ancho. En cada sitio de muestreo se registraron por especie, todos los árboles (vivos y muertos) con diámetro normal (DN) igual ó mayor a 7.5 cm (es decir, desde la categoría diamétrica de 10 cm), también se registró la altura total, altura del fuste limpio y condición del árbol.

Para garantizar una amplia representatividad de la información obtenida en campo, dichos sitios se distribuyeron de acuerdo a un muestreo sistemático, a una equidistancia de **300 m** entre sitios y de **430 m.** entre líneas de muestreo. La superficie muestreada alcanza los 12,000 m², que representa una intensidad de muestreo del 1.00% considerando la superficie total del predio (120 has); lo que consideramos suficiente para obtener una estimación confiable de las existencias reales volumétricas presentes en el área de estudio.

El volumen por especie por predio y no únicamente por hectárea.

Se utilizó la hoja de cálculo EXCEL, para obtener promedios del número de árboles por hectárea, área basal por sitio y hectárea, así como el volumen comercial y el volumen total árbol por especie y por hectárea; los resultados obtenidos se extrapolaron a toda la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo (54.2653 has).

El procedimiento para el cálculo del volumen de las materias primas forestales se realiza a partir de las siguientes definiciones y fórmulas:

Área basal.

El área basal (AB) es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura de 1.30 m, y se calcula mediante el diámetro normal (DN) a la altura de 1.30 m según la siguiente fórmula:

$$A.B.= D^2 * 0.7854$$

En donde:

AB = Área basal

D² = Diámetro a la altura del pecho (en metros) al cuadrado

El área basal por especie, de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

Volumen.

El volumen total de la madera en rollo de los árboles en pie, se calcula con base en su altura total y su área basal. Sin embargo debido a su forma, la cual tiende a ser cónica en la mayoría de los árboles, el volumen del cilindro debe ser corregido con un factor de forma, también conocido como factor de corrección o coeficiente mórfico. Por lo tanto, el volumen se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VT = AB * AT * CM$$

Donde:

VT= Volumen total (m³)

AB = área basal (m²)

AT = altura total del árbol (m)

CM = coeficiente mórfico = se utilizó el CM de 0.6.

El volumen total de los árboles en pie correspondiente a una categoría diamétrica, a un grupo diamétrico, a una especie o de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo, es igual a la suma de los volúmenes de todos los árboles considerados en cada caso, ejemplo:

$$VT \text{ especie} = \sum_{a=1}^n AB \text{ especie} * AT * CM$$

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 6 Principales parámetros forestales por unidad de superficie, la totalidad del predio y la superficie propuesta para cambio de uso de suelo.

NOMBRE CIENTIFICO	DN	ALT. TOTAL	ALT. F.L.	No. INDIV /HA	COB. TOTAL /HA	AB /HA	VOL. FL /HA	VOL. TOTAL /HA
<i>Spondias mombin</i>	15.00	15.00	12.00	0.83	8.0176	0.0147	0.0884	0.1149
	30.00	28.00	10.00	0.83	19.7986	0.0513	0.1924	0.3335
	Subtotal	21.50	11.00	1.67	27.8163	0.0660	0.2808	0.4484
<i>Crescentia cujete</i>	10.00	12.00	5.00	0.83	8.0176	0.0094	0.0127	0.0306
	Subtotal	12.00	5.00	0.83	8.0176	0.0094	0.0127	0.0306
<i>Cordia alliodora</i>	15.00	16.00	9.00	0.83	4.0906	0.0168	0.1005	0.0980
	Subtotal	16.00	9.00	0.83	4.0906	0.0168	0.1005	0.0980
<i>Ehretia tinifolia</i>	15.00	14.00	8.00	0.83	2.6180	0.0128	0.0577	0.0667
	20.00	20.00	9.00	0.83	8.0176	0.0262	0.1374	0.1532
	Subtotal	17.00	8.50	1.67	10.6356	0.0390	0.1952	0.2199
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	15.00	16.00	8.00	0.83	4.0906	0.0168	0.0503	0.0871
	Subtotal	16.00	8.00	0.83	4.0906	0.0168	0.0503	0.0871
<i>Croton reflexyfolius</i>	10.00	11.00	6.50	2.50	17.5079	0.0239	0.0621	0.0985
	Subtotal	11.00	6.50	2.50	17.5079	0.0239	0.0621	0.0985
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	10.00	12.00	8.00	0.83	2.6180	0.0094	0.0283	0.0490
	15.00	13.00	8.00	0.83	2.6180	0.0111	0.0332	0.0575
	Subtotal	12.50	8.00	1.67	5.2360	0.0205	0.0615	0.1065
<i>Casearia nitida</i>	15.00	14.00	7.00	0.83	5.8905	0.0128	0.0241	0.0584
	Subtotal	14.00	7.00	0.83	5.8905	0.0128	0.0241	0.0584
<i>Zuelania guidonia</i>	10.00	11.00	9.00	0.83	8.0176	0.0079	0.0297	0.0463
	20.00	18.00	9.00	0.83	10.4720	0.0212	0.1272	0.1241
	Subtotal	14.50	9.00	1.67	18.4896	0.0291	0.1569	0.1704
<i>Hippocratea excelsa</i>	10.00	11.00	7.00	0.83	4.0906	0.0079	0.0107	0.0360

NOMBRE CIENTIFICO	DN	ALT. TOTAL	ALT. F.L.	No. INDIV /HA	COB. TOTAL /HA	AB /HA	VOL. FL /HA	VOL. TOTAL /HA
	Subtotal	11.00	7.00	0.83	4.0906	0.0079	0.0107	0.0360
<i>Hyptis capitata</i>	10.00	12.00	7.00	0.83	13.2536	0.0094	0.0141	0.0429
	Subtotal	12.00	7.00	0.83	13.2536	0.0094	0.0141	0.0429
<i>Acacia angustissima</i>	15.00	14.80	10.80	4.17	53.3418	0.0721	0.4165	0.5120
	20.00	20.10	13.10	8.33	256.4004	0.2658	1.3756	2.2994
	25.00	25.29	13.00	5.83	218.2758	0.2941	1.3653	2.4869
	35.00	35.00	15.00	0.83	53.0145	0.0802	0.4811	0.7817
	Subtotal	23.80	12.98	19.17	581.0324	0.7122	3.6384	6.0801
<i>Acacia gentlei</i>	10.00	10.00	9.00	0.83	16.3625	0.0065	0.0128	0.0383
	Subtotal	10.00	9.00	0.83	16.3625	0.0065	0.0128	0.0383
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	10.00	10.67	8.67	2.50	13.5809	0.0225	0.1127	0.1331
	15.00	13.00	9.00	0.83	8.0176	0.0111	0.0332	0.0647
	Subtotal	11.83	8.83	3.33	21.5985	0.0336	0.1459	0.1978
<i>Diphysa carthagenensis</i>	10.00	11.00	8.67	2.50	9.6539	0.0239	0.1270	0.1355
	15.00	13.50	8.50	1.67	17.3443	0.0239	0.0703	0.1326
	Subtotal	12.25	8.58	4.17	26.9981	0.0478	0.1974	0.2681
<i>Gliricidia sepium</i>	15.00	13.00	6.00	0.83	4.0906	0.0111	0.0415	0.0431
	Subtotal	13.00	6.00	0.83	4.0906	0.0111	0.0415	0.0431
<i>Haematoxylon campechianum</i>	10.00	11.60	6.60	0.45	2.0512	0.0047	0.0084	0.0198
	15.00	15.29	7.29	5.83	79.3581	0.1073	0.2032	0.5034
	20.00	20.25	8.75	3.33	42.8698	0.1082	0.1657	0.6107
	25.00	25.60	9.80	4.17	82.4670	0.2148	0.4144	1.3632
	30.00	31.00	12.00	0.83	23.5620	0.0629	0.1651	0.4906
	35.00	34.00	10.00	0.83	32.0705	0.0757	0.1248	0.4918
	Subtotal	22.96	9.07	15.45	262.3785	0.5736	1.0817	3.4796
<i>Leucaena leucocephala</i>	10.00	10.00	8.00	2.50	6.2178	0.0196	0.0712	0.1021
	Subtotal	10.00	8.00	2.50	6.2178	0.0196	0.0712	0.1021
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	20.00	20.00	9.00	1.67	29.6161	0.0524	0.1080	0.3063
	Subtotal	20.00	9.00	1.67	29.6161	0.0524	0.1080	0.3063
<i>Piscidia psicipula</i>	10.00	11.40	8.35	16.67	71.8314	0.1708	0.7398	0.9288
	15.00	14.44	9.00	15.00	160.1889	0.2478	1.0307	1.4549
	20.00	19.33	9.83	5.00	90.8119	0.1471	0.4952	0.9426
	Subtotal	15.06	9.06	36.67	322.8321	0.5657	2.2657	3.3262
<i>Pithecellobium albicans</i>	10.00	11.05	8.33	16.67	153.3166	0.1607	0.4175	0.8762
	15.00	14.83	7.71	20.00	280.9441	0.3491	0.8657	1.7723
	20.00	19.00	8.67	2.50	29.1253	0.0710	0.2031	0.4016
	25.00	26.00	8.00	1.67	11.7810	0.0886	0.1866	0.4652
	Subtotal	17.72	8.18	40.83	475.1670	0.6694	1.6729	3.5154

NOMBRE CIENTIFICO	DN	ALT. TOTAL	ALT. F.L.	No. INDIV /HA	COB. TOTAL /HA	AB /HA	VOL. FL /HA	VOL. TOTAL /HA
<i>Pithecellobium leucospermum</i>	10.00	11.83	9.00	2.50	13.5809	0.0275	0.0536	0.1609
	15.00	15.14	8.86	5.83	39.1064	0.1059	0.3023	0.6112
	20.00	19.50	9.00	1.67	14.7263	0.0501	0.0539	0.2929
	Subtotal	15.49	8.95	10.00	67.4135	0.1835	0.4098	1.0650
<i>Platymiscium yucatanum</i>	10.00	11.05	8.05	9.17	66.9226	0.0883	0.4032	0.4661
	15.00	14.50	8.33	5.00	37.5110	0.0834	0.2793	0.4441
	Subtotal	12.77	8.19	14.17	104.4337	0.1718	0.6825	0.9102
<i>Psidium sartorianum</i>	10.00	11.00	8.00	2.50	12.2719	0.0239	0.0538	0.1242
	15.00	13.00	10.00	0.83	13.2536	0.0111	0.0332	0.0719
	Subtotal	12.00	9.00	3.33	25.5255	0.0350	0.0869	0.1961
<i>Chlorophora tinctoria</i>	15.00	14.00	7.00	1.67	13.9081	0.0258	0.0498	0.1149
	Subtotal	14.00	7.00	1.67	13.9081	0.0258	0.0498	0.1149
<i>Ficus cotinifolia</i>	10.00	10.00	5.00	0.83	8.0176	0.0065	0.0113	0.0213
	15.00	15.00	6.00	1.67	18.4896	0.0296	0.0791	0.1154
	25.00	27.00	10.00	0.83	16.3625	0.0477	0.1789	0.3101
	Subtotal	17.33	7.00	3.33	42.8698	0.0838	0.2693	0.4468
<i>Eugenia mayana</i>	10.00	10.75	8.63	3.33	15.0535	0.0304	0.1072	0.1717
	15.00	14.50	7.75	1.67	5.5633	0.0276	0.1144	0.1385
	Subtotal	12.63	8.19	5.00	20.6168	0.0580	0.2215	0.3102
<i>Neea fagifolia</i>	10.00	12.00	8.00	0.83	8.0176	0.0094	0.0459	0.0490
	Subtotal	12.00	8.00	0.83	8.0176	0.0094	0.0459	0.0490
<i>Pisonia aculeata</i>	10.00	11.00	6.00	0.83	1.4726	0.0079	0.0083	0.0309
	Subtotal	11.00	6.00	0.83	1.4726	0.0079	0.0083	0.0309
<i>Agonandra obtusifolia</i>	15.00	13.00	8.00	0.83	8.0176	0.0111	0.0332	0.0575
	Subtotal	13.00	8.00	0.83	8.0176	0.0111	0.0332	0.0575
<i>Sabal mexicana</i>	15.00	16.00	6.50	4.17	37.3065	0.0840	0.2632	0.3625
	20.00	19.33	7.50	2.50	45.9786	0.0736	0.2796	0.3586
	25.00	24.00	6.50	0.83	13.2536	0.0377	0.1414	0.1593
	30.00	28.00	7.50	0.83	10.4720	0.0513	0.1924	0.2501
	Subtotal	21.83	7.00	8.33	107.0108	0.2466	0.8766	1.1305
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	15.00	15.00	8.50	1.67	14.5626	0.0300	0.0674	0.1682
	Subtotal	15.00	8.50	1.67	14.5626	0.0300	0.0674	0.1682
<i>Coccoloba diversifolia</i>	10.00	10.78	6.53	15.00	124.3550	0.1377	0.3213	0.5909
	15.00	13.00	8.00	0.83	8.0176	0.0111	0.0332	0.0575
	Subtotal	11.89	7.26	15.83	132.3726	0.1488	0.3545	0.6484
<i>Casimiroa tetrameria</i>	10.00	10.80	7.60	4.17	16.5261	0.0384	0.1203	0.1891
	20.00	18.00	9.00	0.83	27.6526	0.0212	0.1113	0.1241
	Subtotal	14.40	8.30	5.00	44.1788	0.0596	0.2316	0.3132

NOMBRE CIENTIFICO	DN	ALT. TOTAL	ALT. F.L.	No. INDIV /HA	COB. TOTAL /HA	AB /HA	VOL. FL /HA	VOL. TOTAL /HA
<i>Randia truncata</i>	10.00	10.00	9.00	0.83	10.4720	0.0065	0.0147	0.0383
	Subtotal	10.00	9.00	0.83	10.4720	0.0065	0.0147	0.0383
<i>Sapindus saponaria</i>	10.00	11.00	9.00	1.67	14.5626	0.0160	0.0577	0.0934
	20.00	22.00	10.00	0.83	19.7986	0.0317	0.1663	0.2059
	Subtotal	16.50	9.50	2.50	34.3613	0.0476	0.2240	0.2993
<i>Talisia floresii</i>	10.00	11.80	6.60	4.17	29.4934	0.0456	0.0988	0.1963
	15.00	14.06	6.63	13.33	121.9006	0.2085	0.3646	0.9092
	20.00	19.33	9.50	5.00	74.6130	0.1475	0.3169	0.9158
		15.07	7.58	22.50	226.0070	0.4016	0.7803	2.0213
<i>Simarouba glauca</i>	10.00	11.40	8.60	4.17	50.2329	0.0427	0.1158	0.2350
		11.40	8.60	4.17	50.2329	0.0427	0.1158	0.2350
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10.00	11.23	7.31	10.83	98.0114	0.1079	0.2604	0.5134
	15.00	14.18	8.45	9.17	114.5375	0.1452	0.3811	0.7921
		12.71	7.88	20.00	212.5489	0.2530	0.6415	1.3055
<i>Luhea speciosa</i>	10.00	12.00	8.00	0.83	13.2536	0.0094	0.0099	0.0490
	20.00	21.00	5.00	0.83	4.0906	0.0289	0.0281	0.0938
		16.50	6.50	1.67	17.3443	0.0383	0.0380	0.1428
<i>Rehdera trinervis</i>	10.00	10.90	7.78	50.00	334.1632	0.4693	1.4598	2.4056
	15.00	14.61	9.52	41.67	360.7931	0.7039	2.6630	4.4022
	20.00	18.80	11.10	8.33	93.7980	0.2318	1.0614	1.6891
	25.00	24.25	12.25	3.33	51.5419	0.1544	0.9026	1.2184
		17.14	10.16	103.33	840.2962	1.5594	6.0867	9.7153
TOTALES				365.4464	3847.0750	6.3639	21.4428	37.9524

Simbología: Ar.-Arbol. Arb: Arbusto.

Como puede observarse, las especies con mayor volumen unitario son *Rehdera trinervis* con el 25.71% del total, más atrás le sigue *Acacia angustissima* con el 16.09%, más atrás el *Pithecellobium albicans* con el 9.30% y después está *Piscidia piscipula* con 8.80%; lo que representa 59.89% del volumen total presente en el área de estudio. Es importante mencionar que las cuatro especies también se encuentran entre las especies con mayor amplitud de categorías diamétricas para los individuos que las integran.

La confiabilidad de los resultados obtenidos puede considerarse como alta, ya que tanto para el caso de la cobertura de copa así como para el volumen total, tenemos un error de muestreo del 6.40% y 7.40% respectivamente, con una probabilidad de obtener resultados confiables del 95%.

Tabla 7 Estimadores estadísticos del Volumen Total por especie (m³) calculado para los individuos muestreados.

COBERTURA DE COPA				VOLUMEN TOTAL			
15.9044	4.9088	38.4846	12.5664	0.2224	0.0662	0.2042	0.0689
38.4846	9.6212	23.7584	9.6212	0.5901	0.0690	0.1307	0.0662
23.7584	9.6212	38.4846	7.0686	0.0901	0.0463	0.1568	0.1033
19.6350	4.9088	9.6212	4.9088	0.2251	0.0494	0.0863	0.0804
12.5664	4.9088	7.0686	4.9088	0.0776	0.0345	0.4467	0.0588
4.9088	4.9088	7.0686	9.6212	0.1033	0.0402	0.1201	0.0556
12.5664	4.9088	33.1832	7.0686	0.2026	0.0357	0.0690	0.0556
4.9088	9.6212	9.6212	9.6212	0.1126	0.0204	0.3241	0.0690
12.5664	1.7672	9.6212	1.7672	0.1034	0.0662	0.2450	0.0689
12.5664	7.0686	15.9044	4.9088	0.1489	0.1149	0.1307	0.0494
12.5664	1.7672	7.0686	7.0686	0.0804	0.0432	0.1654	0.0901
4.9088	9.6212	4.9088	9.6212	0.0885	0.0588	0.0863	0.0588
1.7672	9.6212	9.6212	3.1416	0.0518	0.0408	0.0511	0.0556
19.6350	1.7672	7.0686	12.5664	0.3191	0.0459	0.1438	0.0357
12.5664	15.9044	3.1416	15.9044	0.0518	0.0494	0.1699	0.0515
12.5664	9.6212	4.9088	4.9088	0.0518	0.0588	0.1328	0.0432
12.5664	4.9088	4.9088	3.1416	0.0600	0.0588	0.4466	0.1328
12.5664	15.9044	12.5664	15.9044	0.0600	0.0494	0.0809	0.0515
7.0686	4.9088	28.2744	3.1416	0.0431	0.1176	0.1843	0.0919
7.0686	4.9088	9.6212	12.5664	0.0431	0.0588	0.1438	0.4002
9.6212	9.6212	9.6212	4.9088	0.0255	0.0901	0.1101	0.0690
12.5664	14.1863	9.6212	15.9044	0.0804	0.3106	0.4117	0.1654
9.6212	23.7584	7.0686	23.7584	0.0294	0.0690	0.0915	0.1838
4.9088	1.7672	28.2744	4.9088	0.0294	0.0357	0.1659	0.1046
28.2744	3.1416	15.9044	15.9044	0.1475	0.0662	0.3451	0.1180
7.0686	11.0447	9.6212	9.6212	0.0735	0.0408	0.0432	0.0587
19.6350	1.7672	12.5664	15.9044	0.1176	0.0408	0.0371	0.0901
4.9088	3.1416	7.0686	12.5664	0.0653	0.0371	0.0604	0.2042
1.7672	1.7672	4.9088	12.5664	0.0515	0.0408	0.3706	0.1838
12.5664	1.7672	7.0686	15.9044	0.0689	0.0662	0.4148	0.0800
15.9044	4.9088	33.1832	19.6350	0.3063	0.1176	0.0690	0.0776
9.6212	9.6212	9.6212	28.2744	0.1475	0.1489	0.0518	0.1001
3.1416	15.9044	1.7672	1.7672	0.0690	0.0185	0.0949	0.0863
3.1416	0.1964	7.0686	4.9088	0.0588	0.0901	0.0800	0.1489
4.9088	4.9088	4.9088	15.9044	0.0556	0.0450	0.1378	0.0588
4.9088	1.7672	7.0686	12.5664	0.0459	0.0882	0.0371	0.1429
12.5664	4.9088	7.0686	19.6350	0.1046	0.0662	0.0357	0.1176
15.9044	1.7672	1.7672	4.9088	0.1180	0.0434	0.0662	0.0662

COBERTURA DE COPA				VOLUMEN TOTAL			
4.9088	1.7672	12.5664	19.6350	0.0494	0.0662	0.2150	0.0588
4.9088	4.9088	4.9088	12.5664	0.0408	0.0556	0.0800	0.0588
4.9088	4.9088	33.1832	4.9088	0.0432	0.0861	0.1035	0.0588
15.9044	1.7672	3.1416	4.9088	0.0919	0.1176	0.0901	0.0402
23.7584	4.9088	9.6212	1.7672	0.3781	0.0901	0.3953	0.0901
28.2744	15.9044	12.5664	3.1416	0.5887	0.0662	0.0600	0.0404
5.9396	4.9088	44.1788	1.7672	0.2481	0.0625	0.0800	0.2042
9.6212	28.2744	15.9044	9.6212	0.1501	0.0733	0.0600	0.0408
1.7672	9.6212	7.0686	9.6212	0.1201	0.0588	0.2246	0.0700
4.9088	4.9088	7.0686	15.9044	0.0588	0.0408	0.3063	0.0800
15.9044	9.6212	19.6350	4.9088	0.2212	0.0432	0.1489	0.0901
9.6212	4.9088	28.2744	9.6212	0.0735	0.0556	0.2450	0.0588
15.9044	4.9088	33.1832	3.1416	0.1307	0.0800	0.4838	0.0735
12.5664	4.9088	9.6212	9.6212	0.1001	0.0357	0.3511	0.0432
4.9088	1.7672	38.4846	9.6212	0.1568	0.0800	0.9381	0.0662
7.0686	3.1416	38.4846	7.0686	0.2233	0.0402	0.0515	0.0776
4.9088	4.9088	63.6174	1.7672	0.1323	0.0306	0.1307	0.0408
15.9044	7.0686	12.5664	7.0686	0.1985	0.0306	0.0618	0.2246
7.0686	7.0686	9.6212	19.6350	0.0653	0.1977	0.0588	0.0863
19.6350	15.9044	9.6212	1.7672	0.1323	0.3106	0.1149	0.0408
7.0686	23.7584	9.6212	9.6212	0.1438	0.1034	0.0368	0.0371
12.5664	9.6212	15.9044	28.2744	0.1654	0.0588	0.0915	0.0494
12.5664	1.7672	9.6212	4.9088	0.0604	0.0518	0.0357	0.0588
12.5664	4.9088	23.7584	1.7672	0.0600	0.0518	0.0776	0.0459
9.6212	1.7672	9.6212	1.7672	0.0784	0.0478	0.3722	0.0432
4.9088	3.1416	12.5664	9.6212	0.1046	0.0515	0.1034	0.0408
7.0686	3.1416	19.6350	1.7672	0.0800	0.0432	0.0494	0.2471
7.0686	4.9088	12.5664	3.1416	0.1323	0.0408	0.0515	0.0556
4.9088	1.7672	9.6212	0.7854	0.0441	0.0357	0.0494	0.0515
4.9088	9.6212	12.5664	23.7584	0.0371	0.0776	0.0588	0.1034
4.9088	9.6212	9.6212	1.7672	0.0776	0.0901	0.0306	0.1475
4.9088	15.9044	15.9044	7.0686	0.0800	0.0662	0.0371	0.0662
11.0447	9.6212	9.6212	3.1416	0.0515	0.0662	0.0992	0.0604
4.9088	9.6212	9.6212	15.9044	0.0690	0.2026	0.1149	0.0459
15.9044	1.7672	15.9044	1.7672	0.1568	0.0800	0.1838	0.0735
4.9088	3.1416	15.9044	4.9088	0.0459	0.1328	0.0600	0.0432
9.6212	4.9088	28.2744	1.7672	0.0459	0.0901	0.1034	0.0556
4.9088	7.0686	28.2744	4.9088	0.0863	0.0776	0.1180	0.1475
15.9044	1.7672	28.2744	1.7672	0.0863	0.1176	0.0216	0.0915

COBERTURA DE COPA				VOLUMEN TOTAL			
9.6212	0.7854	28.2744	1.7672	0.0618	0.0608	0.0689	0.0357
15.9044	1.7672	1.7672	4.9088	0.0588	0.1180	0.0515	0.1149
9.6212	23.7584	1.7672	0.7854	0.0588	0.0494	0.0600	0.0901
4.9088	1.7672	1.7672	4.9088	0.0441	0.0662	0.0588	0.1264
9.6212	15.9044	1.7672	28.2744	0.0371	0.0690	0.0901	0.0408
19.6350	4.9088	3.1416	23.7584	0.1176	0.0408	0.0518	0.0371
19.6350	1.7672	7.0686	9.6212	0.1838	0.0556	0.0600	0.1489
15.9044	9.6212	4.9088	15.9044	0.1838	0.0901	0.0662	0.1634
12.5664	9.6212	4.9088	15.9044	0.1046	0.0919	0.0255	0.1911
4.9088	15.9044	1.7672	12.5664	0.0618	0.1034	0.1001	0.1034
4.9088	9.6212	9.6212	15.9044	0.0618	0.0306	0.1029	0.0700
15.9044	9.6212	9.6212	15.9044	0.0776	0.0494	0.3722	0.1241
4.9088	15.9044	4.9088	12.5664	0.0690	0.0776	0.1654	0.3002
4.9088	9.6212	15.9044	7.0686	0.0600	0.1659	0.3235	0.0281
4.9088	1.7672	7.0686	19.6350	0.0518	0.3349	0.1608	0.0357
7.0686	7.0686	15.9044	12.5664	0.0357	0.0515	0.0679	0.0463
3.1416	15.9044	15.9044	4.9088	0.0357	0.0885	0.0901	0.0357
1.7672	9.6212	4.9088	12.5664	0.0357	0.0459	0.0882	0.0306
9.6212	19.6350	4.9088	4.9088	0.0332	0.0556	0.0556	0.0357
7.0686	15.9044	9.6212	15.9044	0.0332	0.0434	0.2246	0.0357
9.6212	9.6212	9.6212	7.0686	0.0255	0.0662	0.0600	0.0588
1.7672	9.6212	12.5664	15.9044	0.0294	0.0556	0.0357	0.0371
12.5664	3.1416	7.0686	3.1416	0.0306	0.1176	0.1378	0.0255
1.7672	1.7672	15.9044	1.7672	0.0331	0.1180	0.0662	0.0255
9.6212	9.6212	9.6212	9.6212	0.0371	0.0776	0.0949	0.0281
9.6212	23.7584	7.0686	7.0686	0.0357	0.1176	0.1918	0.0368
4.9088	9.6212	1.7672	15.9044	0.0371	0.3063	0.1493	0.0478
12.5664	33.1832	12.5664	4.9088	0.1474	0.1034	0.0459	0.0255
15.9044	12.5664	15.9044	12.5664	0.1046	0.3706	0.0662	0.0588
4.9088	44.1788	4.9088	15.9044	0.0662	0.5210	0.1034	0.0408
1.7672	56.7452	7.0686	7.0686	0.0494	0.1201	0.0662	0.0408
1.7672	38.4846	15.9044	12.5664	0.0459	0.0803	0.0662	0.0357
12.5664	4.9088	12.5664	7.0686	0.0459	0.3235	0.0562	0.0408
9.6212	15.9044	1.7672		0.0776	0.1819	0.0371	
Media			10.47	Media			0.103
Desviación Estándar			8.56	Desviación Estándar			0.098
Error Estándar			0.41	Error Estándar			0.005
Límite de confianza			0.67	Límite de confianza			0.008
Error de muestreo			6.4%	Erro de muestreo			7.4%

Es importante hacer notar que el resto de los estimadores estadísticos pueden considerarse como buenos, ya que nos indican una aceptablemente estrecha dispersión de los datos (desviación estándar), también existe un estrecho margen de agregación de los datos con respecto a la media muestral (límites de confianza), así como una notable cercanía entre la media poblacional y la media muestral (error estándar). Por lo tanto, podemos deducir el comportamiento de los datos, con escasas probabilidades de equivocarnos.

Con relación a la distribución de los individuos por categoría diamétrica, tenemos que el 53.82% de los individuos pertenecen a las categorías de 10 y 15 cm.

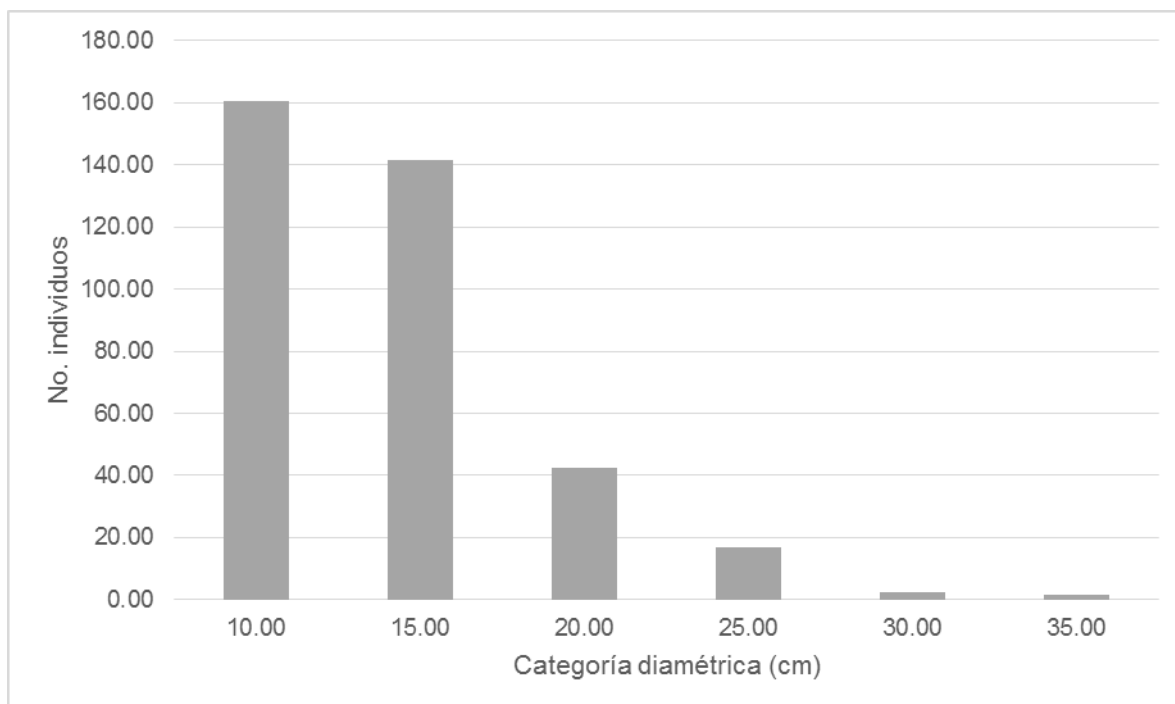


Figura 12 Estructura diamétrica de la vegetación leñosa del predio.

En este caso el volumen se comporta de manera similar, si bien en la categoría diamétrica de 10 cm el volumen se reduce sensiblemente debido a la talla propia de los individuos que conforman dicha categoría diamétrica. Sin embargo, podemos observar que en conjunto las categorías diamétricas de 10 y 15 cm de DN comprenden el 55.55% del volumen total presente en el área de estudio.

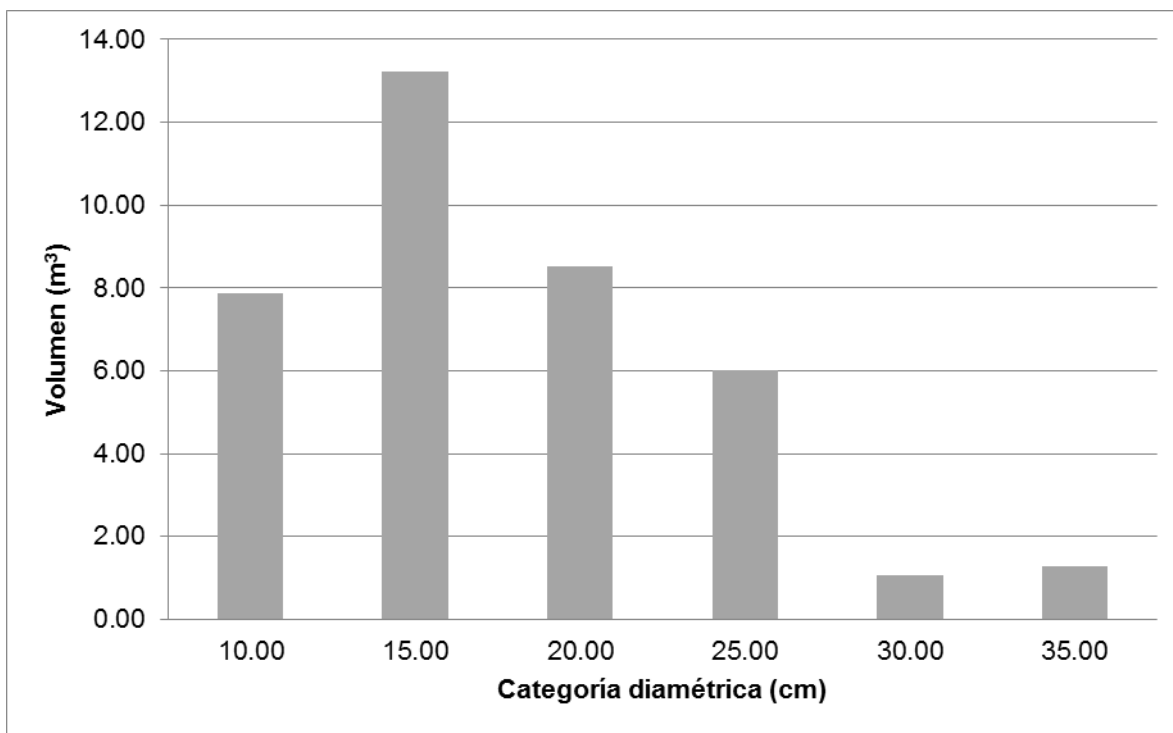


Figura 13 Estructura volumétrica de la vegetación leñosa en el área de estudio.

Por lo tanto, se trata de un acahual ó hubché en un proceso intermedio de recuperación, ya que exhibe una estructura diamétrica parecida a una curva normal; si bien presenta una limitada extensión (hasta 35 cm de DN). Asimismo, las existencias volumétricas pueden considerarse bajas, lo cual también ocurre con la cobertura de copa (38.47%), esto se explica por la ubicación del predio, el cual se encuentra en terrenos inundables (acalché); esta condición limita fuertemente su crecimiento debido a una aereación deficiente del sistema radicular del arbolado.

Asimismo, puede observarse en el siguiente cuadro que el resto de los parámetros de interés forestal presentan un comportamiento similar, en el sentido de que las cantidades observadas en el resto de los parámetros forestales de interés, en todos los casos son consistentes con el escaso desarrollo de los individuos presentes en todas las categorías diamétricas, y en consecuencia, con la totalidad de la vegetación presente en el área de estudio.

Tabla 8 Parámetros forestales de interés por categoría diamétrica de la vegetación leñosa del predio.

DIÁMETRO	No. DE INDIV. /HA	AB/HA	VOL. F.L ² /HA (m³)	VOL. TOTAL/HA (m³)
10.00	160.4464	1142.9265	1.5443	4.7889
15.00	141.6667	1423.5784	2.3842	7.6790
20.00	42.5000	747.9708	1.2766	4.6298
25.00	16.6667	393.6818	0.8373	3.1893
30.00	2.5000	53.8326	0.1655	0.5500
35.00	1.6667	85.0850	0.1558	0.6059
TOTALES	365.4464	3847.0750	6.3639	21.4428

² F.L.: Fuste Limpio.

El volumen total por especie y aquellos correspondientes a las materiales primas.

En base a las dimensiones del arbolado presente en el predio, para realizar la estimación de las materias primas maderables, como primer paso descontamos del volumen total, el volumen correspondiente al fuste limpio, el cual se refiere a la porción del tronco o fuste que puede presentar deformaciones menores, algunos daños, sin ramificaciones importantes y por lo tanto es factible obtener productos forestales de calidad; mismos que eventualmente podrían ser comercializados. Los volúmenes así obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 9 Volumen fuste limpio y total por unidad de superficie, en la superficie total del predio y en el área del cambio de uso del suelo propuesto.

DN	VOL. FL /HA	VOL. TOTAL /HA	VOL. FL /54.2653 HAS	VOL. TOTAL /54.2653 HAS
10.00	4.7889	7.8722	259.8711	427.1873
15.00	7.6790	13.2110	416.7032	716.8989
20.00	4.6298	8.5182	251.2375	462.2427
25.00	3.1893	6.0032	173.0683	325.7654
30.00	0.5500	1.0743	29.8459	58.2972
35.00	0.6059	1.2735	32.8793	69.1069
TOTALES	21.4428	37.9524	1,163.6054	2,059.4984

Es importante mencionar que en promedio, el volumen de fuste limpio representa el 56.50%% del volumen total. Se procedió a calcular la distribución de los productos forestales que es posible obtener en el área de estudio.

Tabla 10 Distribución de productos de las materias primar forestales presentes en el área propuesta para cambio de uso de suelo.

Usos/ Diámetros	Construcciones ligeras y aserrío (m³/ha)	%	Leña, carbón y celulósicos (m³/ha)+	%	Totales (m³/ha)	%
10cm =>DN <= 25 cm	15.50	40.84%	20.11	52.98%	35.60	93.81%
>= 30 cm DN	1.16	3.05%	1.19	3.14%	2.35	6.19%
TOTAL	16.6540	43.88%	21.2984	56.12%	37.9524	100.00%

Debido a las dimensiones del arbolado, únicamente es posible obtener madera para aserrío en muy pequeñas proporciones (3.05%), en tanto que puede ser aprovechado el 40.84% del volumen total disponible para madera destinada a construcciones ligeras (largueros, postes, etc.). Si bien un poco más de la mitad del volumen total (56.12%) tiene el potencial de ser utilizado como leña, elaboración de carbón y/o materiales celulósicos.

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso de suelo.

INTRODUCCIÓN

El dilema entre crecimiento económico y protección ambiental aún no ha sido resuelto; sin embargo, ambos conceptos se han empezado a integrar. Esta integración está estrechamente asociada al concepto de desarrollo sustentable. El desarrollo sustentable tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad.

Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica. México ha recogido en sus políticas nacionales la importancia de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales, incluyendo la referida a los recursos biológicos y su biodiversidad, según se plasma en el Programa de Medio Ambiente 1995-2000 (Gobierno de México, 1996 b) (<http://www.presidencia.gob.mx>).

Así, se reconocen dos aspectos fundamentales: por un lado, contar con indicadores que midan la sustentabilidad y el progreso económico como parte de las estadísticas del desempeño socioeconómico, del comercio y las finanzas del país, y por el otro, que el Sistema de Cuentas Nacionales se registre el valor económico de los recursos biológicos y su biodiversidad, y el valor de su uso, agotamiento o de gradación, incorporándolos en los costos y beneficios, en términos de la capacidad futura de la economía y de la sociedad.

El capital natural está conformado por el aire, el suelo y el subsuelo, el agua, los mares y, en general, todos los recursos biológicos y todas sus interrelaciones. Parte del capital natural la constituyen el aire limpio, el agua disponible y no contaminada, los suelos fértiles, las especies y ecosistemas sanos, los paisajes disfrutables, los microclimas benignos y todo aquello que ayuda al bienestar y a la calidad de la vida, incluyendo todos los valores religiosos, culturales, éticos y estéticos que representan la existencia de los recursos naturales.

Su conservación productiva se vincula al bienestar de las sociedades por su contribución real y potencial a la riqueza de las naciones. La humanidad se beneficia de este capital natural a través de la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; de los servicios ambientales, como la conservación y almacenamiento de agua, la calidad del aire, del agua y del suelo; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras. Habría que añadir el valor propio que tiene el capital natural desde la perspectiva de una visión ética más amplia y menos antropocéntrica.

Sin embargo, a pesar de todos estos beneficios, las cifras mundiales arroja no traer realidad: la creciente degradación y agotamiento de los recursos biológicos y de su biodiversidad. Esto ha llevado a la extinción de un numeroso conjunto de especies de plantas y animales, y a que otras estén amenazadas con desaparecer.

Adicionalmente, la actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos. La ausencia de esta valoración ha permitido que durante mucho tiempo sólo se tomaran decisiones basadas en las estrictas señales de mercado (cuando existen mercados formales o que proporcionan elementos para su seguimiento) o en las necesidades primarias del desarrollo. La distorsión de precios en mercados subsidiados ha generado incentivos para el uso excesivo de los recursos y propiciado su creciente escasez.

A pesar de su carácter estratégico para avanzar hacia el desarrollo sustentable, los servicios ambientales de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad son generalmente desatendidos por las políticas de subsidios, o por la rentabilidad comercial, que favorecen la apertura de tierras para actividades agropecuarias, el crecimiento urbano desordenado, la concentración industrial excesiva y la sobre explotación de los recursos biológicos. En similar situación se encuentran otros recursos naturales comunes, como el agua o el aire limpios, que, por no tener valores económicos asociados, son explotados por unos en perjuicio de otros. A estos problemas se añaden las presiones del comercio internacional, legal e ilegal, de especies en riesgo y de sustancias químicas y residuos peligrosos.

Por lo anterior, la valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos apoyar a las acciones para protegerla y conservar la productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Es de notarse que la valoración económica es sólo un instrumento útil para la gestión de los recursos naturales que permite, si es adecuadamente utilizado, dar criterios cuantitativos para la priorización de las actividades de la sociedad, siendo aplicable en esencialmente todos los sistemas existentes, independientemente de los modelos de desarrollo adoptados por los diversos países. Esta valoración permitiría dar bases para que los gobiernos intervengan corrigiendo las acciones de los particulares o eliminando subsidios que distorsionan las decisiones y promueven comportamientos inapropiados en relación con los recursos naturales.

El contar con valoraciones adecuadas permitiría crearlos instrumentos políticos para estimular o desestimular actividades de acuerdo con sus costos ambientales para la sociedad (frecuentemente llamado externalidades ambientales), pudiendo imputar esos costos al que causa el deterioro (internalización) o promoviendo incentivos para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, haciendo con ello un uso más eficiente y una distribución más equitativa de los costos y los beneficios asociados. Con el tiempo, una correcta valoración permite corregir las fallas institucionales o desarrollar las instituciones que garanticen el avance del desarrollo sustentable.

Una correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría también, en la evaluación de proyectos de desarrollo, incorporar opciones significativas, con menor costo ambiental y social, así como corregir los procesos productivos ineficientes o escalas inadecuadas.

En relación con las futuras generaciones, la valoración podría cuantificar la carga que les significará el consumo actual, o los recursos cuyo uso debe limitarse para no cancelar las opciones en el devenir.

Un aspecto fundamental en esta tarea de valoración económica es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales. Un valor inadecuadamente bajo, o nulo, promueve el uso abusivo del recurso y produce inequidades sociales, al tiempo que es computado como aportación mínima la economía. La conservación de los recursos biológicos y su biodiversidad, para generaciones presentes y futuras, está en el centro mismo del objetivo del desarrollo sustentable.

Conservar productivamente los recursos biológicos naturales significa mantener la integridad de los ecosistemas y de todos sus componentes: especies de plantas, animales y microorganismos, y sus interrelaciones. Esta integridad tiene impacto en el bienestar de la sociedad en términos de los bienes y servicios que genera.

El ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no pretende abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles.

Clasificación para la valoración económica

Generalmente se ha aceptado una clasificación para la valoración económica de los recursos biológicos y su diversidad de acuerdo con el beneficio que aportan a la sociedad. Existen algunas variantes de esta clasificación, pero todas introducen el valor de uso de los recursos naturales y la biodiversidad, los valores alternos de este uso, los valores para futuras generaciones y los valores referidos a una convicción ética.

Tabla 11 Clasificación de valores económicos de recursos biológicos y su diversidad.

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso</i>	
			<i>de herencia</i>	<i>de existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: Materia prima Alimentos	Ecosistémicas: Autopreservación y evolución del sistema	Continuidad del sistema Obtención de nueva materia prima	Protección del hábitat Evitar cambios irreversibles	Conocimiento de la existencia Protección del hábitat
Biomasa Cultivo y pastoreo Colecta de especímenes	Ciclaje de nutrientes Conocimiento e investi- gación científica actual	Nuevos conocimientos		Evitar cambios irreversibles Culturales, estéticos
y material genético Conversión a otro uso Hábitat humano	Hábitat migratorio Fijación de nitrógeno			y religiosos
Usos no extractivos: Salud	Ambientales: Protección y regenera- ción de suelos			
Recreación - ecoturismo - deporte Actividades culturales y religiosas	Captación y purificación de agua Protección de cuencas Control de plagas Control de inundaciones			
Navegación Producción audiovisual	Protección contra tormentas Regulación climática Retención de carbono Estabilización costera			

De acuerdo a la bibliografía consultada³, la clasificación utilizada, tomada de Munasinghe M. y E. Lutz (1993), reconoce los valores de uso y de no uso (Tabla 11). Claramente, los valores descritos en ésta varían de acuerdo con el ecosistema, área, hábitat o especie al que se quieran aplicar, no sólo en cuanto al valor mismo, sino en cuanto a la aplicabilidad del concepto.

Los valores de uso a su vez se dividen en valor de uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo es el más accesible en su concepción, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Algunas clasificaciones abren el valor directo en valor de uso extractivo y de uso no extractivo (Tabla 11)

³ Alba, E. & Reyes, M.E. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS DEL PAÍS

El valor de uso indirecto se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto sostenimiento del sistema biológico, entre otros.

A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. Por ejemplo, el uso potencial de plantas para fines farmacéuticos, para la obtención de nuevas materias primas o de especímenes para el control biológico de plagas, y para el avance del conocimiento humano sobre la vida en nuestro hábitat planetario. En adición a los valores de uso actuales o potenciales, los valores de no uso incluyen el valor de herencia, que se refiere al valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad.

Finalmente, el valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valor es de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. Por ejemplo, uno puede valorar la existencia de selvas, jaguares o ballenas, sin implicaciones de posesión o de uso directo o indirecto de ellos.

Un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente. El caso del sistema de bosque es ilustrativo. Se puede valorar por su producción maderera (*valor de uso directo*); por su protección de los acuíferos y el suelo, por su contribución a la calidad del aire, por los servicios de autosostenimiento para la riqueza biótica que contiene (*valores de uso indirecto*). Las especies que se localizan en el sistema pueden tener usos potenciales futuros en alimentos, productos farmacéuticos o nuevas materias primas (*valor de opción*), y su conservación puede ser un bien en sí mismo para los individuos (*valor de existencia*) o por poderlos legar a sus descendientes (*valor de herencia*).

Es de notarse que los valores de uso directo pueden ser positivos o negativos con relación a la conservación del recurso, mientras que el resto de los valores tiene una connotación positiva casi siempre. Particularmente los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales.

No siempre es posible considerar que el valor total asociado a un recurso es la simple suma de los diferentes valores de uso y no uso, pues los distintos usos pueden ser excluyentes, alternos o competitivos.

Los criterios para privilegiar algunos tópicos en los ejercicios de valoración económica han estado estrechamente relacionados con la existencia de una adecuada base para la comprensión de los fenómenos ecológicos. Por ejemplo, si al principio se dio peso a la valoración sólo de algunas especies, actualmente la valoración se hace a nivel de especies y ecosistemas, conjuntando un enfoque ecosistémico unificador, permitiendo la protección y aprovechamiento del ecosistema completo. Asimismo, se da relevancia a la valoración económica de especies críticas para el sostenimiento de los ecosistemas principales.

Las formas de valoración económica son dependientes de indicadores físicos y biológicos relativos a los recursos, que permiten hacer las correspondientes modelaciones para derivar los valores asociados. La información física y biológica requerida frecuentemente no existe, o es insuficiente y fragmentada, o poco confiable.

En México existen algunos estudios de caso, de los cuales posiblemente los más estudiados son los bosques como ecosistemas. Se han hecho algunos estudios sobre manglares y sobre la importancia

de los vertebrados, y se han estimado algunos indicadores de valor económico para el ecoturismo y el potencial farmacéutico (UAES, 1997). En otros casos existen indicadores cuantitativos relativos a otros usos, como la producción de leña.

Métodos de medición

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan.

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

Los métodos de medición del valor económico se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de mercado que se utiliza para su cálculo: a partir de un mercado real, un mercado sustituto o un mercado simulado (Tabla 12).

En el caso de mercados reales se utiliza la información de los precios de mercado como un índice del valor monetario del recurso biológico, suponiendo que este precio describa razonablemente el valor.

Existen otras técnicas como la del cambio de productividad. Por ejemplo, la pérdida de los bosques puede disminuir la productividad agrícola al degradarse los servicios ambientales prestados por ellos, tales como la conservación del suelo y el agua, el control de inundaciones o la protección contra el viento. El costo de oportunidad o el valor neto de la producción perdida se convierte en una medida de valor del servicio ambiental del bosque para la agricultura. Esta valoración se hace sobre los precios de mercado de la producción perdida por la disminución de productividad. La ganancia perdida se puede considerar como la máxima disposición de los agricultores de pagar para evitar el daño. Este método puede ser usado para la valoración del uso indirecto. Por ejemplo, así se calculó el caso de la deforestación en la sierra del Ecuador (Claro E. *et al.*, 1996).

Otra estrategia es utilizar un mercado sustituto, obteniéndose una curva de demanda subrogada. Se utiliza la información de precios en mercados reales para calcular de manera indirecta los beneficios de los bienes o servicios de la biodiversidad para los cuales no existen mercados. Algunas técnicas utilizadas son las de gastos de viaje, métodos hedónicos, gastos defensivos y otros.

En el método de los precios hedónicos, se separa el componente ambiental y se compara el precio de mercado del bien con otro que carezca de los atributos ambientales. Por ejemplo, el valor adicional de un inmueble por encontrarse en un bosque o en un sitio con paisaje natural excepcional.

En el método de gastos de viaje, estos gastos se usan como una aproximación para valorar sitios recreacionales a través del gasto que efectúan los visitantes. El método sirve para valorar algunos usos directos como la recreación o el deporte. Las visitas por individuo se definen como una función de los gastos de viaje y de las condiciones socioeconómicas del usuario. Se realizan observaciones de las visitas realizadas tomando en cuenta las distancias de viaje. De esas observaciones se deriva una curva de demanda y se obtiene la disposición a pagar del usuario del servicio (el visitante al sitio recreacional) (Perrings C. *et al.*, 1995).

El método de los gastos preventivos y defensivos se usa para medir los gastos de gobiernos, empresas y particulares para reducir los efectos ambientales no deseados. En este método se interpretan los gastos como un indicador de los beneficios ambientales resultantes. El método, sin embargo, debe considerar la existencia de gastos efectuados en virtud de normas obligatorias, que pueden distorsionar el valor del beneficio obtenido.

Tabla 12 Algunos métodos de medición (INE, 1997; UAES, 1997 y Claro E. et al., 1996; Lara, D, et al., 1988)

MERCADO REAL	MERCADO SUSTITUTO	MERCADO SIMULADO
Precio de mercado	Gastos de viaje	Valoración contingente
Cambio en la productividad	Métodos hedónicos	
Método de ingreso neto	Costos preventivos y defensivos.	

Cuando no existe un mercado, lo que es muy frecuente para valores de no uso y para los servicios ambientales, se utiliza un mercado simulado o construido. Se diseña una encuesta mediante la cual se construye una situación similar a un mercado. Las técnicas utilizadas son la valoración contingente y el grado de contingencia.

Por ejemplo, en la valoración contingente se les pregunta a los encuestados cuánto estarían dispuestos a pagar para conservar una especie o una área natural, o bien, cuánto estarían dispuestos a recibir por la destrucción o desaparición de una especie o un área natural. Este pago puede ser en forma de contribución voluntaria, como cargo fiscal, o como un mayor precio por los productos y los servicios asociados. Al entrevistado se le proporcionan los antecedentes sobre la cantidad, calidad y cambios que pueden ocurrir en el bien, se escoge el instrumento de pago y, finalmente, se le pide hacer una selección de entre varias opciones para dar su respuesta. A partir de las respuestas, se deriva la disponibilidad de los individuos a pagar y, a través de ello, se calcula el valor actual neto del recurso.

El problema de la valoración económica no es sencillo. Además del adecuado conocimiento físico y biológico del recurso o servicio involucrado, es necesario contar con cuadros especializados y con entrenamiento en la materia, lo que ha llevado a plantear como objetivo en los propios países y a través de los organismos internacionales, impulsar el desarrollo y promoción de la aplicación de métodos para la valoración de bienes y servicios ambientales. Se llevan a cabo actividades de capacitación y formación de recursos humanos, de investigación, elaboración de manuales de valoración y realización de estudios de caso y encuestas.

En particular, en la región latinoamericana se han lanzado diversas iniciativas para establecer un programa hemisférico de valoración económica, mejorar y armonizar las estadísticas internacionales en el desempeño del desarrollo e iniciar un programa cooperativo en integración institucional (PNUMA, 1996). Se ha planteado como una solución alterna lo que se conoce como transferencia de beneficios para aprovechar los resultados de estudios realizados con anterioridad y aplicarlos a situaciones de interés. Es evidente que se requiere garantizar que esta transferencia sea válida.

Es de notarse que a partir de 1994, el Ministerio del Ambiente del Canadá inició la tarea de establecer un inventario global de referencias para la valoración ambiental, en el cual participan diversas organizaciones y connotados especialistas mundiales. Este inventario se conoce por sus siglas en inglés como EVRI.

Faltan aún muchos estudios para contar con una valoración económica de los bienes y servicios que proporcionan los principales recursos biológicos y la biodiversidad

Valoración económica de recursos forestales para el sitio.

Para realizar la valoración económica de los recursos forestales del sitio, se tomó como base los métodos propuestos en Alba, E. & Reyes, M.E. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS DEL PAÍS; y Lara et al, 1998, identificando los recursos y servicios ambientales que

ofrece el ecosistema de matorral de duna costera presente en el predio, así como las especies de flora y fauna que ahí se encuentran.

A continuación se presenta la clasificación de recursos y servicios identificados, de acuerdo a la clasificación descrita en la Tabla 11:

Tabla 13 Clasificación de valores identificados en el predio y método de medición económica.

CLASE DE VALORES	TIPO	BIEN O SERVICIO	MÉTODO DE MEDICIÓN
USO	Directo: Extractivo	Madera para construcción	Mercado de ingreso neto
USO	Directo: Extractivo	Madera para leña	Mercado real
USO	Directo: Extractivo	Plantas ornamentales	Mercado real
USO	Directo: Extractivo	Especies de fauna silvestre	Mercado real
USO	Directo: No Extractivo	Hábitat crítico de especies protegidas.	Mercado simulado: valoración contingente
USO	Directo: No Extractivo	Belleza paisajística	Mercado sustituto: precios hedónicos
USO	Directo: No Extractivo	Recreación	Mercado sustituto: precios hedónicos
USO	Indirecto: Beneficio funcional ambiental	Provisión de agua y calidad	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos
NO USO	De existencia	Biodiversidad	Mercado simulado: valoración contingente
NO USO	Existencia	Estéticos	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos

Valores de uso directo

La vegetación de selva mediana perennifolia, tiene como usos directos, el corte de madera para leña y materiales de construcción, asimismo algunas plantas tienen valor en el mercado por su uso ornamental.

Método de valuación: Método de ingreso neto.

La aplicación de este método requiere de la estimación de los costos anuales (costos fijos, costos variables y costos de oportunidad de capital y mano de obra) y de los ingresos totales recibidos como producto de la venta de la madera talada, tanto para la adquisición de leña y la utilización en la construcción, así como en la venta de plantas de ornato.

Etapas para la aplicación del método de ingreso neto

El procedimiento para estimar el valor de los recursos forestales disponibles específicamente en el sitio, en los usos directos antes mencionados se describe a continuación:

- Cuantificación de recursos disponibles por producto.
- Descripción de proceso de adquisición y/o transformación por producto.
- Estimación de costos fijos y costos variables.
- Estimación de costos totales de producción.
- Estimación de ingresos por el volumen y/o cantidad de producto.

- f. Estimación de utilidades (ingresos netos).
- g. Estimación del valor de los productos en el sitio.

A continuación se presenta la aplicación de este método por producto:

1. Productos: materiales de construcción, madera de aserrío y leña.

a. Cuantificación de recursos disponibles por producto.

De acuerdo al estudio realizado y como fue mencionado en el apartado “II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo” (página 40), debido a las dimensiones del arbolado, únicamente es posible obtener madera para aserrío en muy pequeñas proporciones (3.05%), en tanto que puede ser aprovechado el 40.84% del volumen total disponible para madera destinada a construcciones ligeras (largueros, postes, etc.). Si bien un poco más de la mitad del volumen total (56.12%) tiene el potencial de ser utilizado como leña, elaboración de carbón y/o materiales celulósicos.

Tabla 14 Recursos disponibles para material de construcción y para leña.

Usos/ Diámetros	Construcciones ligeras y aserrío (m³/ha)	%	Leña, carbón y celulósicos (m³/ha)+	%	Totales (m³/ha)	%
10cm =>DN <= 25 cm	15.5	40.84%	20.11	52.98%	35.6	93.81%
>= 30 cm DN	1.16	3.05%	1.19	3.14%	2.35	6.19%
TOTAL	16.654	43.88%	21.2984	56.12%	37.9524	100.00%

Según los datos obtenidos en el estudio realizado en el predio, los productos en el área sujeta a cambio de uso de suelo (54.2653 has.) son 840.83 m³ de construcciones ligeras (puntales), 62.93 m³ de madera de aserrío y 1,155.38 m³ de leña.

Tabla 15 Resumen de recurso forestales materiales disponibles.

PRODUCTO	VOL. LEÑOSO /HA (m³)	VOL. LEÑOSO /CUSTF (m³)
TOTAL	37.96	2,059.13
Madera de aserrío	1.16	62.93
Material de construcción	15.50	840.83
Leña	21.30	1,155.38

*CUST: 54.2653 has.

b. Descripción de proceso de adquisición y/o transformación por producto.

Para el corte de madera de aserrío: Traslado con vehículo de dos personas al sitio de corta, se procede al corte con motosierra, considerando que cada talador corta 3 m³ al día, acarreo y carga en pick up para su traslado al sitio de venta (11 m³ de capacidad). Se requieren **21** jornales para corte y **21** jornales para traslado. La madera es vendida en la localidad en carpinterías.

Para el corte de puntales: Traslado con vehículo de seis personas al sitio de corta, se procede al corte con motosierra de los 1 m³ por persona, es decir 6 m³ al día, acarreo y carga en pick up para su traslado al sitio de venta. Se requieren de **140** jornales, así como el transporte en camionetas de 20 m³. La madera es vendida en la localidad para la construcción.

Para el corte de leña: traslado en triciclo de dos personas al sitio de corta, se procede al corte con hacha, considerando que un triciclo tiene 0.5 m³, y aunque en 1 jornal se estima el corte de 4 triciclos,

considerando que el medio de transporte es el triciclo, en 1 día se realiza el corte de 1 triciclo, considerando entonces medio jornal como mano de obra. Se requiere un total de **577 jornales**.

c. Estimación de costos fijos y costos variables.

Para el caso de los puntales y madera de aserrío, como costos fijos, se considera la depreciación del vehículo y de la motosierra. Para la leña, se considera la depreciación de los triciclos y el costo de la herramienta. Se considera la habilitación de al menos 500 m. anuales de caminos, para el traslado de los diversos productos forestales.

Considerando que la extracción de este tipo de recursos para su comercialización requiere de la autorización en materia de aprovechamiento de recursos forestales, se considera el costo de elaboración de un estudio, su presentación y pago de derechos ante la autoridad, en este caso SEMARNAT.

Asimismo, de obtenerse la autorización para el aprovechamiento, el volumen total sería aprovechable en un ciclo de corta de 10 años, sin embargo la intervención (aprovechamiento) podría ser en 2 años, dejando 8 años sin intervenir.

Como costos fijos anuales, se considera la contratación de un responsable técnico (pago de honorarios) y la habilitación de los caminos, durante los 2 años de intervención.

d. Estimación de costos totales de producción.

Tabla 16 Estimación de costos totales de producción de productos forestales maderables.

CONCEPTO	CANT.	UNIDAD MEDIDA	COSTO UNITARIO	DESCRIPCIÓN	COSTO CUST
1. COSTO VARIABLE					\$233,431
a) MADERA ASERRÍO					\$15,481
Mano de obra	21.00	Jornales	\$150	1 jornal / m ³ para corte y 1 jornal/m ³ para acarreo y carga	\$3,150
Herramientas	1		\$3,750	Depreciación de motosierra	\$3,750
Transporte	5.72	Flete	\$1,500	Trasporte en pick up de 11 m ³	\$8,581
b) PUNTALES					\$129,750
Mano de obra	140	Jornales	\$150	Jornales de \$150 para corte	\$21,000
Herramientas	1		\$3,750	Depreciación de motosierra	\$3,750
Transporte	42	Flete	\$2,500	Trasporte en pick up de 20 m ³	\$105,000
c) LEÑA					\$88,200
Mano de obra	578	Jornales	\$150	Jornales de \$150 para corte	\$86,700
Herramientas	1		\$1,500	Depreciación de triciclo	\$1,500
2. COSTO FIJO					\$165,000
Estudios y permisos	1	Derechos	\$8,500	Pago de derechos SEMARNAT	\$8,500
	1	Honorarios	\$45,000	Pago por elaboración de estudio	\$45,000
	1	Varios	\$2,500	Certificaciones, publicaciones y otros	\$2,500
	2	Honorarios	\$12,000	Asesoría técnica (2 años)	\$24,000
Habilitación de caminos	1	km	\$85,000	500 m. anuales	\$85,000
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (1+2)					\$398,431

e. Estimación de ingresos por el volumen y/o cantidad de producto.

El precio promedio de venta de la madera para material de construcción (puntales) es de \$455/m³, para madera de aserrío \$1,200/m³ y para el caso de la leña, se tiene un precio estimado de \$60 por triciclo, es decir \$120/m³.

Tabla 17 Estimación por ingresos de venta de productos en área de CUST.

INGRESOS POR VENTAS	VOLUMEN CUSTF (m ³)	PRECIO VENTA (\$/m ³)	VALOR TOTAL (\$)
PUNTALES	663.3317	\$455	\$382,578
MADERA DE ASERRÍO	49.6429	\$1,200	\$75,512
LEÑA	911.4777	\$120	\$138,645
INGRESOS TOTALES			\$596,735

f. Estimación de utilidades (ingresos netos).

Tabla 18 Estimación de utilidades en área de CUST.

CONCEPTO	TOTAL POR ÁREA CUST (EN 2 AÑOS)	TOTAL ANUAL POR ÁREA CUST
COSTO TOTAL	\$398,431	\$199,215
INGRESOS POR VENTAS	\$596,735	\$298,367
UTILIDADES	\$198,304	\$99,152

g. Estimación del valor económico de los productos en el sitio.

Como se observa en la tabla anterior, los productos forestales presentes en el sitio tienen un valor económico positivo, pero bajo para considerarlo como una actividad productiva, el valor total es de **\$596,735**, y las utilidades serían de **\$198,304** en 2 años, es decir **\$99,152** anuales, pero considerando que los siguientes 8 años, el predio se mantendría sin intervención para su recuperación (regeneración natural).

3. Producto: plantas ornamentales.

Aplicando el método anterior, para el caso de las plantas ornamentales, que corresponden a las palmeras (huano) y algunas reportadas con usos comerciales tenemos los siguientes valores de costos de producción, considerando los costos de extracción y acarreo a la entrada del predio, habilitación de un vivero temporal y venta de las plantas en el sitio (no incluye flete).

Tabla 19 Listado de plantas de uso ornamental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	No. INDIV /HA	No. INDIV /CUSTF
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Bojom	0.83	45
BORAGINACEAE	<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek/Roble	1.67	90
LEGUMINOSAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1.67	90
LEGUMINOSAE	<i>Piscidia psicipula</i>	Ha'abin	36.67	1,989
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	3.33	181
PALMAE	<i>Sabal mexicana</i>	Huano	8.33	452
TOTAL				2,847

Tabla 20 Estimación económica del valor de plantas ornamentales.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR (\$)
NO. PLANTAS DE ORNATO	Cant.	2,847.00
PRECIO PROMEDIO DE PLANTAS	\$	50.00
INGRESOS POR VENTAS		142,350.00
No. Jornales por extracción	Jornales	143.00
Pago de jornales	\$	21,450.00
Insumos y herramientas: bolsas, carreterillas, palas	Lote	12,500.00
Habilitación de vivero temporal	Lote	7,500.00
COSTO DE PRODUCCIÓN	\$	41,593.00
UTILIDADES	\$	100,757.00

El valor de las plantas ornamentales en el área de cambio de uso de suelo es de **\$142,350.00**, y las utilidades serían de **\$100,757.00**.

4. Producto: fauna silvestre.

Aplicando el método de valor de mercado, para el caso de los ejemplares de fauna silvestre, tenemos los siguientes valores:

Tabla 21 Valor estimado de fauna silvestre en el predio.

ESPECIE		INDIVIDUOS REGISTRADOS	PRECIO UNITARIO ESTIMADO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú Canela	2	50	100
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	8	150	1,200
<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz Yucateca	8	100	800
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	4	2,000	8,000
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	2	50	100
<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	1	50	50
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	2	150	300
<i>Columbina passerina</i>	Tórtolita Pico Rojo	4	50	200
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	2	50	100
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	12	50	600
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	4	150	600
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajero	2	150	300
<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido	3	500	1,500
<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	2	450	900
<i>Momotus coeuliceps</i>	Momoto Corona Azul	1	150	150
<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Cejas Azules	2	150	300
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarero	1	500	500
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero Yucateco	3	250	750
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	2	250	500
<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	2	250	500
<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	2	750	1,500
<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	4	750	3,000
<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos	1	150	150
<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	2	150	300

ESPECIE		INDIVIDUOS REGISTRADOS	PRECIO UNITARIO ESTIMADO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN			
<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea	2	250	500
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	12	100	1,200
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	3	100	300
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	2	250	500
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado	4	150	600
<i>Uropsila leucogastra</i>	Saltapared vientre blanco	2	150	300
<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	1	150	150
<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	2	150	300
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	1	200	200
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	1	300	300
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Igartija escamuda yucateca	2	150	300
<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva	4	250	1,000
<i>Boa constrictor</i>	Boa, och can	1	700	700
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorro gris, Chomak	1	150	150
<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo narigon- rayado	1	150	150
<i>Nasua narica</i>	Coati	2	450	900
<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris	3	300	900
<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza, topo	4	300	1,200
TOTAL				32,050

El valor de la fauna silvestre en el área del proyecto es de **\$32,050**.

5. Hábitat crítico de especies protegidas.

Para estimar el valor económico del hábitat crítico de especies protegidas, que corresponde a un Valor de No-Uso, se realiza la estimación orientada a calcular lo que la sociedad estaría dispuesta a pagar para que sea protegido el hábitat crítico de especies de flora y fauna protegidas presentes en el predio, y asegurar su supervivencia.

Tomando como referencia los datos de la valoración realizada en un estudio de caso aplicado a los manglares en Campeche⁴, el valor de la existencia del ecosistema de **selva mediana perennifolia** como hábitat de **dos** especies de flora protegida (***Cedrela odorata* y *Zamia loddigesii***) y **9** especies de fauna silvestre protegida, pueden considerarse como valores de no-uso. Krutilla y Fisher (1975, en Lara *et al*, 1998), establecen que en “en el caso del valor de existencia nosotros concebimos que los individuos valoran un ambiente a partir del hecho de que sientan la seguridad de que ellos nunca requerirán *in situ* los servicios que éste provee...el valor de existencia puede ser simplemente el valor de preservar un ambiente particularmente valioso”. Los valores de existencia, de opción y de legado de estas especies y su hábitat son muy difíciles de estimar directamente ya que no tienen un precio en el mercado.

⁴ Lara, D.; Yañez, A. & Seijo, JC. 1998. “Valuación económica de los servicios de los ecosistemas. Estudio de caso de los manglares en Campeche”, en “Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México”. CONABIO-INE, México. Ppp. 23-44.

Tomando como referencia los resultados de valuación contingente realizados en el estudio de caso mencionado, que se tenía un valor de \$6./ha/año, el valor de uso de servicio ecológico del ecosistema presente en el sitio sería de **\$15.46/ha/año**, una vez aplicando el factor de actualización para traer a valor presente el monto obtenido en el año 1998.

Tabla 22 Valor de existencia de hábitat crítico para especies.

CONCEPTO	VALOR	UNIDAD
COSTO HÁBITAT CRÍTICO DE ESPECIES	\$15.46	ha/año
VALOR DEL PREDIO	\$1,855.20	Predio/año
VALOR DEL PROYECTO	\$838.66	CUST/año

6. Recreación

Considerando el valor de uso directo no extractivo recreativo que tienen los ecosistemas de selva mediana, se aplicó el método de valoración de mercado sustituto, precios hedónicos. Según estudios realizados, el valor que la población le otorga a la biodiversidad, podría ser tomado de acuerdo a los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo.

Tabla 23 Ecoturismo actual y su potencial en seis tipos de bosques.

Turismo	Centro de recreación	Tipo de área	Área (ha)	Visitantes por año (años de referencia)	Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)	Ingreso anual (USD)	Ingreso anual por hectárea
Ecoturistas	El Triunfo (Chiapas)	Reserva de la Biósfera	119 177	150 (1989-1991)	i) 17.15 ¹ ii) 75 ²	i) 2 572.5 ii) 11 250	i) 0.02 ii) 0.09
	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biósfera	528 147 ³	500 (1989-1993)	115 ⁴	57 500	0.11
	Izta-Popo (México, Morelos, Puebla)	Parque Nacional	55	12 406	15 ⁵	12 406	225
Turistas de destinos múltiples	Lago Arareco (Chihuahua)	Complejo Ecoturístico	20 000	7 500 (1992-1993)	i) 3.336 ⁶ ii) 4.42 ⁷	i) 24 974 ii) 33 150	i) 1.24 ii) 1.65
	Mariposa Monarca (Michoacán)	Reserva Especial	16 110	47 500 (1986-1992)	i) 5 ⁸ ii) 30 ⁹	i) 237 500 ii) 1 425 000	i) 14.7 ii) 88.4
	Barranca del Cobre (Chihuahua)	Declarado Parque Nacional	450 000	55 000 (1992)	i) 3.27 ii) 8.20	i) 179 850 ii) 451 000	i) 0.40 ii) 1.01

Fuente: CSERGE, 1993, Working Paper 15, citado en El Banco Mundial, *Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review* (Washington D.C.: The World Bank, 1995). i) Corresponde al precio real pagado; ii) Corresponde al precio disponible a pagar.

¹ Promedio individual estimado de gasto por servicios de transportación, comida y servicios de guía en un tour.

² Posible donación individual basada en el promedio del excedente del consumidor de \$470, calculado con un análisis de costo de viaje (Touval 1992).

³ Este número se refiere únicamente a los visitantes de la reserva tomando el tour de un día en bote. El número total de visitantes es probablemente más alto, pero muchos de los visitantes entran a Sian Ka'an a través de muchas entradas que no están controladas (Bezaury 1993).

⁴ El precio de un día de tour en bote en la reserva.

⁵ Los números mayores se refieren solamente a los visitantes que pasan la noche, los cuales pagan una cuota de entrada menor a un dólar.

⁶ Cuota de entrada individual.

⁷ Cuota de entrada más el promedio ponderado de otros servicios adquiridos por los visitantes (alquiler de botes, bicicletas de montaña, caballos, espacio para acampar).

⁸ Admisión al santuario (adultos).

⁹ Precio promedio de un tour desde la ciudad de México (transportación, boleto de admisión).

En: Alba, E & Reyes, ME. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del País.

Para el caso del proyecto, se tomó como base los precios de octubre de 2015, por la admisión a un parque ecoturístico en la zona conocido como "Punta Laguna", donde se realizan recorridos en

senderos en la selva y se observan diversas especies de flora y fauna silvestre, que es de \$30.00 por persona, considerando una admisión de hasta 50 personas al día, con una afluencia anual de 3,600 personal, se estima que los ingresos anuales serían de **\$108,000.00**.

Considerando que con la implementación del proyecto, se podrán continuar con los servicios de recreación, no se realiza una estimación del área de cambio de uso de suelo.

7. Biodiversidad (valor de existencia).

Existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuestas a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales, lo cual podría generar un total de 112 millones por los 11.2 millones de hectáreas protegidas hasta el momento. Este valor, el valor de existencia, se muestra (Tabla 24) para distintos lugares a través de donaciones y compras de deuda.

Tabla 24 Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES,1997).

<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Para el caso del proyecto, considerando la superficie total del predio y el tipo de cambio del dólar (\$18.0/peso), se estimaría un valor de **\$21,600.00** por persona y para el área del proyecto (CUST) de **\$9,764.48**.

8. Estéticos (valor de no uso: existencia).

Considerando el valor de existencia del paisaje de **selva mediana subcaducifolia**, se utiliza el método de mercado sustituto, específicamente el de costos preventivos y defensivos. Para lo cual se tomó como base los costos de referencia para la restauración ambiental de un ecosistema publicados por la Comisión Nacional Forestal.

El día **31 de julio de 2014**, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) publica el acuerdo en el Diario Oficial de la Federación mediante el cual se expiden los costos de referencia para la reforestación o restauración y su mantenimiento para la compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como la metodología para su estimación. Cuyo resumen se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 25 Costos de referencia para la restauración ambiental.

Concepto.	Costos de referencia, en pesos por hectárea, para las diferentes zonas ecológicas				
	Templada	Tropical	Árida y semiárida	Zona inundable o transición tierra mar (humedales)	
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento.				Manglares	Otros Humedales
	26,508.95	18,363.30	14,002.49	59,992.23	188,556.75

La vegetación presente en el área del proyecto, corresponde a vegetación tropical, por lo que los costos por hectárea para la restauración ambiental son de **\$18,363.30**. Por lo tanto, al tener esta propiedad una superficie de **120.00** hectáreas, los costos por este rubro ascenderían a **\$2,203,596.00** y el costo por el área sujeta a cambio de uso de suelo (54.2471 has.) sería de **\$996,155.77**.

9. Protección y recuperación de suelo

Para la valoración de este servicio ambiental, se mide por el término de toneladas perdido de suelo y los desechos sólidos. Se estima el costo de la degradación a través de los costos en que se incurre para evitar o restablecer el deterioro.

El costo de la restauración ambiental de ecosistemas, es de **\$18,363.30**. Por lo tanto, al tener esta propiedad una superficie de **120.00** hectáreas, los costos por este rubro ascenderían a **\$2,203,596.00** y el costo por el área sujeta a cambio de uso de suelo (54.2471 has.) sería de **\$996,155.77**.

El grado de afectación es bajo (8,376.99 m²), debido a que únicamente se afectará al 2% de la superficie del suelo (soportes de 750 inversores y área de almacén) y se implementarán acciones de prevención y mitigación (conservación de áreas verdes, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, y manejo adecuado de residuos sólidos).

10. Provisión de agua en calidad y cantidad

La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

El costo por el tratamiento de agua sería de **160 dólares por hectárea**, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los **50 dólares por hectárea** (cit. en UAES, 1997). En el sitio del proyecto la reducción a la infiltración de agua, se reduce en un 2% de la superficie del predio, manteniendo el **98%** disponible de manera permanente y a largo plazo para la infiltración natural.

Considerando los valores, el costo por tratamiento de agua para el sitio del proyecto es de **\$349,248.00** para el predio y de **\$157,880.76** para el área de cambio de uso de suelo. Los costos para evitar la salinización son de **\$109,140.00** para el predio y de **\$49,337.74** para el área de cambio de uso de suelo.

El grado de afectación es bajo, debido a que se mantendrá el 98% de la superficie disponible para este servicio, y se implementarán acciones de prevención y mitigación (no se generarán aguas residuales).

Análisis y conclusiones.

La valoración económica se ha visto como un instrumento que permite poner en evidencia los diferentes usos de los recursos biológicos y la biodiversidad. Si se muestra que la conservación de la biodiversidad puede tener un valor económico positivo mayor que el de las actividades que la amenazan, la información que se pueda generar sobre sus beneficios ecológicos, culturales, estéticos y económicos apoyará las acciones para protegerla y conservarla productivamente, convirtiéndose en una herramienta importante para influir en la toma de decisiones gubernamentales y sociales, colectivas e individuales.

Es de notarse que la valoración económica es sólo un instrumento útil para la gestión de los recursos naturales que permite, si es adecuadamente utilizado, dar criterios cuantitativos para la priorización de las actividades de la sociedad, siendo aplicable en esencialmente todos los sistemas existentes, independientemente de los modelos de desarrollo adoptados por los diversos países. Esta valoración permitiría dar bases para que los gobiernos intervengan corrigiendo las acciones de los particulares o eliminando subsidios que distorsionan las decisiones y promueven comportamientos inapropiados en relación con los recursos naturales.

El contar con valoraciones adecuadas permitiría crear los instrumentos políticos para estimular o desestimular actividades de acuerdo con sus costos ambientales para la sociedad (frecuentemente llamados externalidades ambientales), pudiendo imputar esos costos al que causa el deterioro (internalización) o promoviendo incentivos para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, haciendo con ello un uso más eficiente y una distribución más equitativa de los costos y los beneficios asociados. Con el tiempo, una correcta valoración permite corregir las fallas institucionales o desarrollar las instituciones que garanticen el avance del desarrollo sustentable.

Una correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría también, en la evaluación de proyectos de desarrollo, incorporar opciones significativas, con menor costo ambiental y social, así como corregir los procesos productivos ineficientes o escalas inadecuadas.

En relación con las futuras generaciones, la valoración podría cuantificar la carga que les significará el consumo actual, o los recursos cuyo uso debe limitarse para no cancelar las opciones en el devenir.

Un aspecto fundamental en esta tarea de valoración económica es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales. Un valor inadecuadamente bajo, o nulo, promueve el uso abusivo del recurso y produce inequidades sociales, al tiempo que es computado como aportación mínima a la economía. La conservación de los recursos biológicos y su biodiversidad, para generaciones presentes y futuras, está en el centro mismo del objetivo del desarrollo sustentable.

Conservar productivamente los recursos biológicos naturales significa mantener la integridad de los ecosistemas y de todos sus componentes: especies de plantas, animales y microorganismos, y sus interrelaciones. Esta integridad tiene impacto en el bienestar de la sociedad en términos de los bienes y servicios que genera.

El ejercicio de la valoración de los recursos naturales y la biodiversidad no pretende abarcar a todo recurso y a todo posible uso. Sin embargo, debe poder abarcar los ecosistemas más importantes y las especies críticas que éstos poseen, para la conservación del recurso y sus usos sostenibles.

Hay que hacer notar que el instrumento de valoración económica presenta aún diversos problemas en su desarrollo conceptual y metodológico, por lo que algunos autores dudan de su efectividad y utilidad.

Tabla 26 Resumen de la valoración de recursos forestales, biológicos y servicios ambientales.

CLASE DE VALORES	TIPO	BIEN O SERVICIO	MÉTODO DE MEDICIÓN	VALOR TOTAL DEL PREDIO (\$)	VALOR DEL AREA DE CUSTF
					(\$)
USO	Directo: Extractivo	Productos maderables: leña, madera de aserrío y para la construcción	Mercado de ingreso neto	\$ 309,469.54	\$ 198,303.90
USO	Directo: Extractivo	Plantas ornamentales	Mercado real	\$ 247,435.00	\$ 100,757.00
USO	Directo: Extractivo	Especies de fauna silvestre	Mercado real	\$ 32,050.00	\$ 14,488.50
USO	Directo: Extractivo No	Hábitat crítico de especies protegidas.	Mercado simulado: valoración contingente	\$ 1,855.20	\$ 838.66
USO	Directo: Extractivo No	Recreación	Mercado sustituto: precios hedónicos	\$ 108,000.00	\$ 48,822.39
USO	Indirecto: Beneficio funcional ambiental	Provisión de agua y calidad	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	\$ 458,388.00	\$ 207,218.50
NO USO	De existencia	Biodiversidad	Mercado simulado: valoración contingente	\$ 21,600.00	\$ 9,764.48
NO USO	Existencia	Estéticos	Mercado sustituto: costos preventivos y defensivos	\$ 2,203,596.00	\$ 996,155.77
TOTAL				\$ 3,382,393.74	\$1,576,349.20

Es importante mencionar, que con la ejecución del proyecto, se mantendrán a largo plazo tanto bienes y servicios forestales como ambientales, debido a que se refiere a un proyecto de bajo impacto, consistente en parque eólico, que no generará contaminación significativa, y el grado de afectación al ecosistema y especies será bajo, y como medida de compensación ambiental, mantendrá a largo plazo y de manera permanente áreas de conservación de la vegetación, para hábitat de fauna silvestre, mantenimiento de la biodiversidad, así como las funciones ecológicas del área donde se encuentra.

Tabla 27 Estimación económica de los bienes y servicios que serán mantenidos a largo plazo.

CLASE DE VALORES	BIEN O SERVICIO	DESCRIPCIÓN	CUANTIFICACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR A MANTENER A LARGO PLAZO (\$)
USO	Productos maderables: leña, madera de aserrío y para la construcción	Volumen leñoso disponible en las áreas de conservación	2,495.87	m ³	111,165.64
USO	Plantas ornamentales	No. De plantas con potencial de ornato mantenidas	3,453.00	plantas	146,678.00
USO	Especies de fauna silvestre	No. De individuos con hábitat disponible	42.00	individuos	32,050.00
USO	Hábitat crítico de especies protegidas.	Superficie de hábitat crítico de especies (has.)	65.73	has.	1,016.54
USO	Recreación	Superficie disponible para recreación	65.73	has.	59,177.61
USO	Provisión de agua y calidad	Superficie disponible para provisión de agua y calidad (costo de tratamiento y restauración)	65.73	has.	251,169.50
NO USO	Biodiversidad	Superficie con hábitat disponible para plantas y animales (ha)	65.73	has.	11,835.52
NO USO	Estéticos	Superficie disponible con belleza paisajística	65.73	has.	1,207,440.23
TOTAL					\$1,820,533.04

II.2.9 Etapa de operación y mantenimiento

II.2.9.1 Actividades de operación

Una vez instalados los paneles solares en el sitio y realizadas las conexiones a la red eléctrica, se iniciará la operación del proyecto que consiste en la captación de energía solar para su transformación. De acuerdo a la capacidad instalada del proyecto, la potencia instalada en el parque es de 30 MW, con una producción anual estimada de 46,891,766 kwh.

Las características de los paneles fotovoltaicos son los siguientes:

Tabla 28 Características de los paneles fotovoltaicos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.	
Tecnología	Policristalino silicio
Fabricante	Astronergy, REC
Modelo	CHSM 6610P 265 y REC PE265
Potencia Nominal	265W
Corriente a Potencia Máxima	8,46 A
Voltaje a Potencia Máxima	31,43 V
Corriente Cortocircuito	8,75 A
Voltaje a Circuito Abierto	38,72 V
TONC	43 °C
Eficiencia	16.10%

Se contarán con 750 inversores en el parque, los cuales tienen las siguientes características:

Tabla 29 Características de los inversores.

CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERSORES	
Fabricante inversor	Advanced Energy
Modelo	AE 3TL 40
Capacidad Inversor	40 kW

El parque contará con un sistema autónomo para el funcionamiento, así como un sistema que detecta de manera automática y remota el funcionamiento del equipo, en caso de alguna anomalía, se activan alarmas.

Se contará con un sistema de telemonitorización a través del cual, el propietario de la instalación puede ver en todo momento el funcionamiento y el rendimiento de la misma. Este sistema permite además avisar de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, permitiendo así realizar el correcto mantenimiento con una pronta subsanación de la misma.

Se estima contar con vigilancia las 24 horas del día, para lo cual se contará con 3 turnos de 8 horas.

Para el mantenimiento de los equipos se requiere de muy poca actividad, ya que los paneles solares requieren únicamente limpieza semestral para optimizar su funcionamiento.

Entre las actividades de mantenimiento se encuentran las siguientes:

- Caseta: se realizará la limpieza del almacén 1 vez a la semana.

- Mantenimiento preventivo: Anualmente se programarán labores de mantenimiento consistente impermeabilización de techos, reparación de pisos, ventanas en la caseta, así como reposición de equipo eléctrico en su caso.
- Paneles solares: de manera semestral se requiere realizar el lavado con agua de los paneles solares, a lo cual acudirá una pipa de agua de una empresa autorizada para realizarlo (en caso de haber precipitación suficiente, se prescindirá del lavado del equipo). Se verificará el funcionamiento de las celdas y en su caso serán remplazadas.
- Se realizará mensualmente el chapeo con herramientas manuales y/o eléctricas (desbrozadora eléctrica), esto con el fin de evitar el crecimiento excesivo de las plantas y la afectación a los módulos solares. Se estima que 2 personas realicen esta actividad, mensualmente en época de lluvia y cada 3 meses en época de secas.

Medidas de seguridad e higiene

En las actividades de construcción, se deberá dotar del equipo mínimo de *protección personal* a los trabajadores del proyecto, que consiste en cascos protectores y botas de trabajo, las cuales deberán portarse durante todo el tiempo que se permanezca en el sitio. Además, el personal que opere la maquinaria pesada deberá tener guantes protectores, lentes, mascarillas y tapones auditivos.

Tanto durante la etapa de construcción como en la de operación, se contará en el área de trabajo con un botiquín de primeros auxilios.

En el área de proyecto se contará con formas de comunicación a las oficinas de la empresa (radios), o en su caso acudir a la localidad más cercana para comunicarse con un telefónico público, puesto que en el área del proyecto no hay señal de telefonía móvil. El personal encargado del proyecto, tendrá registrados los números telefónicos pertinentes en caso de emergencia: Emergencias, Bomberos, Cruz Roja, Unidades Médicas, Policía, SEDUMA, SEMARNAT, Protección Civil, PROFEPA, etc.

Durante las actividades de construcción, para los *desechos sanitarios* de los trabajadores se tendrán letrinas que se instalarán en el sitio en una relación de 1 por cada 25 trabajadores y serán utilizadas en tanto se construye un baño con su fosa séptica adecuada. Para el mantenimiento de las letrinas se contratará una empresa autorizada.

El consumo de alimentos y agua para los obreros serán a cargo de los mismos; sin embargo, se instalarán botes de basura con tapa para depositar los desechos de tipo doméstico que se generen, los cuales serán acopiados temporalmente para su posterior traslado al sitio autorizado por el Ayuntamiento.

Las labores de trabajo se llevarán a cabo en el siguiente horario: 7:00 a 17:00 horas, por lo que no se requiere energía eléctrica para realizar las actividades. El área estará permanentemente vigilada por personal de la empresa.

II.2.9.2 Programa de mantenimiento

Las actividades de la **etapa de mantenimiento**, serán las siguientes:

- Obra civil: la limpieza del almacén, se realizará todos los días.
- Mantenimiento preventivo: Anualmente se programarán labores de mantenimiento consistente impermeabilización de techos, reparación de pisos, ventanas y equipo eléctrico que requiera su cambio (almacén).
- Paneles solares: de manera semestral se requiere realizar el lavado con agua de los paneles solares, a lo cual acudirá una pipa de agua de una empresa autorizada para realizarlo (en caso de

haber precipitación suficiente, se prescindirá del lavado del equipo). Se verificará el funcionamiento de las celdas y en su caso serán remplazadas.

Utilización de explosivos

En ninguna de las etapas del proyecto se pretende la utilización de algún tipo de explosivos.

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se considera el abandono del sitio, pues se prevé el mantenimiento de las estructuras y su uso indefinido. Sin embargo, en caso de ser requerido, se implementarán las siguientes acciones:

- Desmantelamiento de los módulos solares e inversores.
- Retiro de las columnas o pilares que sostienen los módulos solares.
- Desmantelamiento de la caseta y retiro de maquinaria y equipo.
- Limpieza general de los residuos sólidos del área de trabajo.
- Se retirará del sitio cualquier material o estructura trasladada al sitio durante la etapa de operación, de manera que el área del proyecto quede libre de elementos extraños o no naturales.

Se procederá a la revisión final general del banco (área afectada y colindancias) para verificar que toda la infraestructura haya sido retirada.

Estas actividades son programadas para desarrollar en el lapso de 4 meses, de acuerdo al programa que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 30 Programa de actividades de abandono del sitio

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN							
	(Semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Desmantelamiento de equipo	x	x	x	x				
Retiro de columnas		x	x	x	x			
Desmantelamiento de caseta					x	x		
Limpieza general						x	x	x
Inspección general								x

Actividades de Restauración del Sitio

Como medida de compensación por la afectación del cambio de uso de suelo y la remoción de la vegetación, en caso de realizar el abandono del sitio, y con el objetivo de prevenir que el sitio pueda convertirse en un depósito clandestino de basura, generando focos de contaminación, se realizará la restauración del sitio, una vez concluidas las actividades de desmantelamiento y retiro de infraestructura y equipo.

Para la habilitación del suelo, se empleará la cubierta vegetal y la primera capa del suelo que haya sido retirada durante la preparación del terreno para la instalación del parque solar, en caso de estar disponible en el sitio, y se procederá a realizar la reforestación del sitio, con especies de flora nativa.

Anexo a este documento se presenta el Programa de Restauración del Sitio.

II.2.11 Programa General de Trabajo

Las actividades de **cambio de uso de suelo** por la construcción y operación del **Parque de Energía Solar Fotovoltaica**, se estima cubra un período total de 5 años. La operación del proyecto, se estima tenga una duración de 50 años, durante los cuales se les dará el mantenimiento adecuado a las instalaciones y al equipo, no se considera el abandono del sitio.

Tabla 31 Cronograma general del trabajo.

ETAPA	ACTIVIDAD	AÑOS						5-P→
		1	2	3	4	5	6	
PREPARACIÓN	Delimitación del área	x						
	Desmote y despalme	x	x					
	Nivelación	x	x	x	x	x		
CONSTRUCCIÓN	Perforación y colocación de pilares	x	x	x	x	x		
	Instalación de estructura y armado de paneles	x	x	x	x	x		
	Habilitación de zanjas para cableado	x	x	x		x		
	Equipamiento	x	x	x	x	x		
	Habilitación de áreas de circulación	x	x	x	x	x		
	Instalación de cerco perimetral			x	x	x		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación de paneles solares							
	Actividades de supervisión		x	x	x	x	x	→
	Mantenimiento de obra civil y equipo			x	x	x	x	→
	Mantenimiento de áreas de conservación		x	x	x	x	x	→

II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera.

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 25 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 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-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996, 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 residuales 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-1999 y NOM-045-SEMARNAT-1996, 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.

II.2.13 Residuos

- **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 de conservación** del proyecto o bien enviados al sitio de disposición final autorizado por el Ayuntamiento

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.*

Rechazo de construcción: En el proceso constructivo se generan desperdicios de materiales constructivos, en algunos casos podrán ser aprovechados para rellenos, lo cual no significaría la generación de un residuo. Los que no puedan ser aprovechados serán acumulados en un sitio específico de manera clasificada en el área del proyecto y cuando su volumen sea equivalente a la capacidad de un camión de 6 m³, serán trasladados al sitio de disposición autorizado en el municipio.

Los posibles efectos que tendrían, son de riesgo de accidentes así como contaminación visual en el área del proyecto.

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. de capacidad para el acopio, 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.

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 sólidos (orgánicos e inorgánicos).**

Residuos Domésticos: El personal de mantenimiento y vigilancia, generarán residuos sólidos como los envases de comida y residuos orgánicos; los cuales se recolectarán en recipientes con tapa metálicos de 200 litros de capacidad.

Se implementará un plan para la separación de los residuos donde se clasificarán en orgánicos, inorgánicos y sanitarios; estableciendo sitios donde se depositará cada uno; mientras son retirados del área por parte de una empresa autorizada para prestar el servicio y trasladados al Sitio de disposición final del Ayuntamiento.

- **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 peligrosos.**

No se espera la generación de ningún tipo de residuos peligrosos.

CAPÍTULO III

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

En el presente capítulo, se realizó una revisión de los diferentes instrumentos de planeación y normativos que tienen influencia en la zona donde se desarrollará el proyecto, que hacen referencia al tipo de actividad que se realizará y que regulan los componentes y elementos ambientales que están relacionados con el desarrollo del proyecto.

Es importante señalar, que entre los criterios de selección del sitio donde se pretende realizar la actividad se consideró la concordancia con el uso de suelo y las actividades permitidas de acuerdo a los planes y programas vigentes, y posteriormente en el diseño del proyecto se consideraron realizar las actividades de acuerdo a las especificaciones contenidas en la normativa ambiental para cada componente y elemento ambiental que están relacionados en el desarrollo del proyecto.

III.1 Ordenamiento Jurídicos Federales

III.1.1 Leyes.

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

Evaluación de Impacto Ambiental:

Esta Ley es considerada como el marco en materia de Medio Ambiente a nivel nacional y su vigilancia compete a la SEMARNAT, dependencia cabeza de este sector.

De acuerdo al artículo 5º. de esta Ley, es facultad de la Federación, entre otras “la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta ley, y en su caso la expedición de las autorizaciones correspondientes”.

Considerando que el proyecto pertenece a la industria eléctrica y el sitio se encuentra en un terreno forestal, de acuerdo al artículo 28, fracciones II y VII, que menciona los proyectos de la industria eléctrica y los “**cambios de uso de suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas”, como aquellos proyecto que deberá cumplir con la previa autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT.

Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Las emisiones que se generen de la maquinaria y vehículo durante la etapa de construcción del proyecto, consideran ser en la medida de lo posible reducidas y controladas, para prevenir la contaminación a la atmósfera. (art. 110). Así mismo se contempla la observancia de lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas. (art. 113).

Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

Los residuos que se vayan generando a lo largo de la ejecución del proyecto, serán controlados y manejados adecuadamente para evitar y prevenir la contaminación del suelo que pudiesen generar (art. 134).

Ruido

Se consideran llevar a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos que se pudiesen generar al ambiente, por las emisiones temporales de ruido derivadas del empleo de la maquinaria y equipo durante las actividades de construcción (art. 155). Así mismo se contempla dar cumplimiento a lo establecido en las Normas Oficiales correspondientes. (art. 156).

- **Ley Aguas Nacionales.**

El proyecto no considera el aprovechamiento de aguas nacionales, ya que será abastecido por servidores externos, mediante pipas; así como tampoco se generarán descargas de aguas residuales.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

Entre los objetivos de esta Ley, se encuentra el por objeto *“regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos”*.

La ejecución del proyecto, implicará un cambio de uso del suelo en terreno forestal, puesto que realizará *la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales*.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 117 de esta Ley: *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.*

Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

En el sitio del proyecto no ha ocurrido ningún incendio forestal, en al menos 20 años.

Este Documento Técnico Unificado, se adjunta en la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Previo al inicio del proyecto, se cumplirá lo establecido en el artículo 118, acerca de la acreditación de depósito al Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental.

- **Ley General de Vida Silvestre (cuando hay especies con categoría de riesgo).**

En esta Ley relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio del país, se establece en su artículo 4 que 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”. Asimismo, establece que la Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo.

No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de ninguna especie de fauna silvestre durante las actividades del proyecto.

En el sitio del proyecto se identificaron 2 especies de flora catalogada en la norma antes mencionada, así como se tiene registros de algunas especies de fauna catalogadas, por lo tanto está prevista como medida de prevención el rescate y reubicación de los ejemplares de la especie de flora herbácea, así como destinar un área de conservación como hábitat para las 9 especies de fauna silvestre que fueron encontradas en el sitio.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Art. 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.

Art. 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales...

Se implementará la separación de residuos sólidos, de acuerdo a su origen (orgánico e inorgánico), está prevista una mínima o nula generación de residuos peligrosos, en su caso se evitará la mezcla de estos con cualquier otro tipo de residuos.

III.1.2 Reglamentos de las leyes federales relacionadas con el proyecto.

- ***Reglamento en materia de impacto ambiental a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.***

El proyecto contempla el cumplimiento de lo establecido en el artículo 5, incisos O y K. que determina que es competencia de la Federación la evaluación de impacto ambiental de los proyectos que requieran “cambios de uso de suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas”, así como “plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3MW”.

En cumplimiento del artículo 9 se presenta a la SEMARNAT este documento, conteniendo lo especificado en el artículo 12, lo cual corresponde a una manifestación de impacto ambiental de modalidad particular, puesto que no se trata de ninguna de los casos listados en el artículo 11.

- ***Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.***

En el artículo 120 de este Reglamento, se establecen los lineamientos sobre los cuales se debe realizar el trámite de solicitud de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En cumplimiento de lo establecido en este artículo, se presenta la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales correspondiente.

Para el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, así como su transporte, se presentará la solicitud de remisiones forestales a la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el artículo 126.

Conforme al artículo 127, la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales del presente proyecto, se integran en un solo trámite administrativo, para lo cual se ajusta a lo dispuesto en el siguiente acuerdo:

- ***Acuerdo por el que se expide 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, publicando en el Diario Oficial el 22 de diciembre de 2010.***

El proyecto requiere la autorización de la federación en materia de impacto ambiental y materia forestal, por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.; este documento que se presenta corresponde a un Documento Técnico Unificado, ajustándose al ***“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", el cual fue publicado el día 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación y a continuación se presenta la vinculación del proyecto con lo establecido en el mismo (criterios aplicables):

PRIMERO. Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.

El promovente ha elegido presentar el trámite unificado, modalidad B, para obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y en materia de impacto ambiental.

SEXTO. El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad A, contendrá la información indicada en los artículos 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 121 de su Reglamento, así como la señalada en el artículo 12, fracciones I, III, V y VIII, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Este documento contiene la información señalada en este punto, siguiendo el Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Particular.

DECIMO SEGUNDO. El plazo de respuesta de los trámites unificados señalados en el artículo Primero del presente Acuerdo será de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud y sus anexos, el cual podrá ser ampliado por un periodo similar en el supuesto previsto en el artículo 35 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El promovente tiene conocimiento del procedimiento único y de las etapas y plazos establecidos para su evaluación y autorización en su caso.

DECIMO TERCERO. Quienes realicen los trámites unificados establecidos en el presente Acuerdo pagarán los derechos que correspondan conforme a lo ordenado en el artículo 194-X de la Ley Federal de Derechos.

El promovente ha realizado el pago de derechos correspondiente para la evaluación del proyecto.

III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

- ***Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY).***

Este instrumento de política ambiental, tiene por objeto *"regular los uso de suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo que se pretenden ejecutar en el territorio estatal"*.

En el POETY, se consideran propuestas para el uso y aprovechamiento del territorio, y se delimita en unidades de gestión ambiental (UGA), cada una de estas unidades, tiene asignadas políticas territoriales y criterios de uso y manejo.

El proyecto, se encuentra ubicado dentro de la **3.B Valle Ticul**, descrita como *"Valle tectónico-acumulativo (10-50 m altitud) valle de control estructural, con ligera inclinación (0-0.5 grados) con*

suelos profundos en superficies planas de tipo Luvisol, Cambisol y Rendzina en las colinas, con plantaciones de cítricos, pastos, cultivos y selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria”.

La política de **aprovechamiento** se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su aptitud natural, **y prevalecerá en aquellas unidades espaciales destinadas a la producción agrícola estabilizada, agricultura de riego, agricultura tecnificada**, ganadería semiextensiva, extracción de materiales pétreos, industria, suelo urbano, expansión urbana, y aprovechamiento racional del agua.

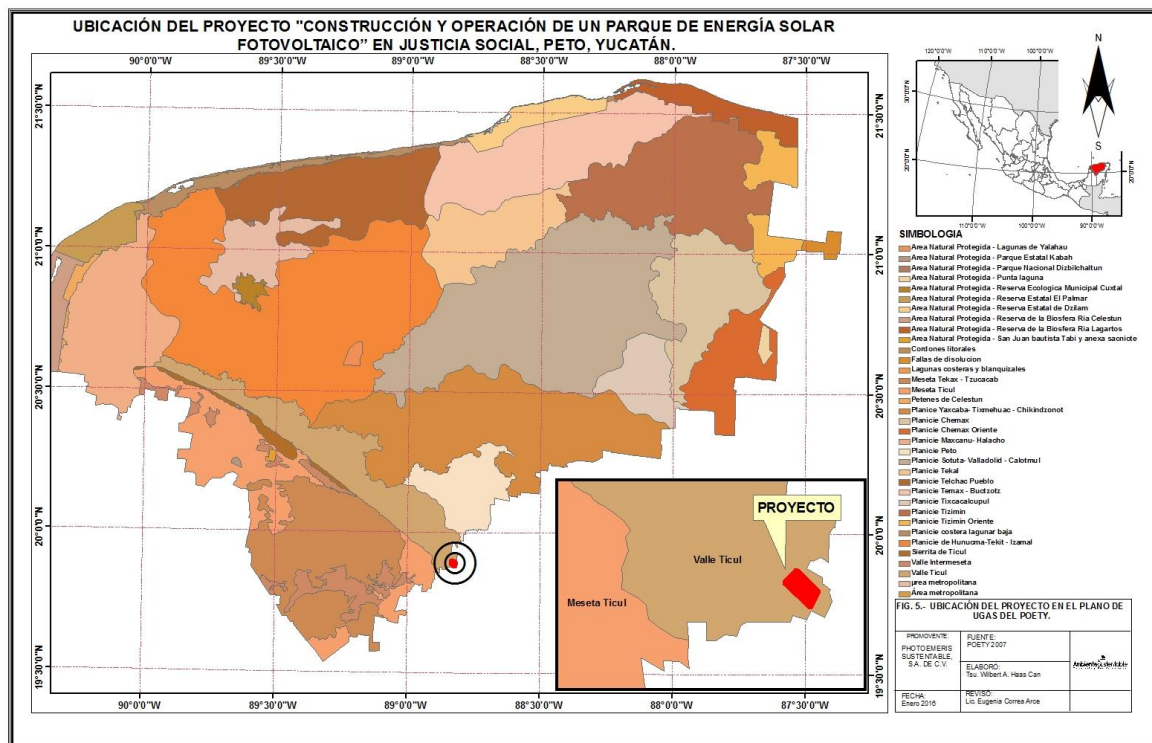


Figura 14 Ubicación del proyecto en las Unidades de Gestión Ambiental del POETY.

Se busca fomentar el uso de los recursos naturales tomando como base la integridad funcional de los geosistemas. El aprovechamiento se realiza a partir de la transformación y apropiación del espacio y considerando que el aprovechamiento de los recursos resulta útil a la sociedad y no debe impactar negativamente al ambiente. Se utilizarán los recursos naturales a ritmos e intensidades ecológicamente aceptables y socialmente útiles.

En cuanto al uso principal que se tiene en la UGA correspondiente al proyecto, es el **"Agricultura Tecnificada"**. La propuesta del modelo de ocupación de la UGA donde se localiza el proyecto se describe a continuación:

Tabla 32 Propuesta de ocupación y políticas aplicables en la UGA del proyecto.

USOS				POLÍTICAS
Predominante	Compatible	Condicionado	Incompatible	
Agricultura Tecnificada	Asentamientos Humanos (Suelo Urbano) Actividades Cinegéticas Apicultura Silvicultura Turismo	Industria de Transformación Avicultura Porcicultura Ganadería	Extracción de materiales pétreos Industria pesada	Conservación Protección Aprovechamiento Restauración General

En el modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán, se presentan lineamientos generales que se aplican a todas la UGAS´s y en cuatro políticas ambientales propuestas para el territorio.

Lineamientos generales y su aplicación al proyecto.

A continuación se describen algunos de los lineamientos generales del Ordenamiento y su aplicación en el proyecto:

- *Ajustarse a la legislación y disposiciones aplicables en la materia.*

Previamente a la operación del proyecto se gestionan las autorizaciones correspondientes, así como se ha considerado en el diseño del mismo los criterios establecidos en la legislación y normas aplicables.

Se presenta este estudio para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como su evaluación en materia de impacto ambiental, según lo establecido en la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental.

Se presenta el cumplimiento de las siguientes leyes y normas:

Tabla 33 Listado de normas ambientales aplicables al proyecto.

JURÍDICOS	
Federal	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGGEPA)
	Reglamento LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos
	Reglamento LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera
	Reglamento LGEEPA para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido
NORMATIVOS	
Normas oficiales mexicanas	NOM-041-SEMARNAT-2006, 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.
	NOM-045-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.
	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.
	NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
PLAN/ PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO	
Estatad	Plan Estatal de Desarrollo.
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO	
Estatad	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán.

- *Asegurar el uso sustentable de los recursos naturales, mediante la aplicación de los instrumentos establecidos de política ambiental (agua, aire, suelos, forestal, vida silvestre y pesca, etc.).*

Este proyecto corresponde a la habilitación de infraestructura para la producción de energía eléctrica de manera sustentable, a partir de recursos renovables y con tecnología limpia, responde a la demanda de energía eléctrica de la zona y permitirá disminuir las emisiones y la contaminación por la producción de energía con métodos tradicionales.

Asimismo en la ejecución del proyecto, no se utilizarán sustancias peligrosas, así como tampoco se generarán residuos peligrosos, no está previsto el aprovechamiento de flora y/o fauna silvestre, ni la generación de descargas de aguas residuales diferentes a las sanitarias (únicamente en la etapa de construcción se generarán, por lo que se contará con letrinas portátiles y su correspondiente mantenimiento).

Se mantendrá una cortina de vegetación natural alrededor del área del proyecto, para permitir la conectividad de la vegetación, así como para favorecer el hábitat de fauna silvestre (pequeños reptiles y aves).

- *Garantizar el uso racional del recurso hídrico, la recarga de los acuíferos y la calidad del agua.*

No se realizarán descargas de aguas residuales (únicamente en la etapa de construcción se generarán, por lo que se contará con letrinas portátiles y su correspondiente mantenimiento).

- *Prevenir la erosión y degradación de los suelos.*

La remoción de la vegetación se realizará paulatinamente, conforme se realicen las construcciones (para minimizar el tiempo de exposición de suelo al aire libre).

- *Asegurar el mantenimiento de la diversidad biológica y geográfica del territorio, así como el hábitat de especies vegetales y animales.*

El área donde se realizará la remoción de la vegetación se encuentra inmerso en una zona de uso agropecuario, que presenta cierto grado de perturbación por actividades antropogénicas; la **biodiversidad florística** del sitio de acuerdo a los análisis realizados en el presente estudio, es considerada como **intermedio**; así como las poblaciones de fauna del sitio son escasas precisamente por las actividades de pastoreo y agricultura que se realizan en la zona.

En caso de autorizarse, se realizará como medida de compensación, un pago al Fondo Forestal Mexicano para que se lleven a cabo actividades de restauración o recuperación en ecosistemas degradados, según lo determine la Comisión Nacional Forestal.

El proyecto considera el mantenimiento a largo plazo del 54.78% de la superficie total del predio como áreas verdes, donde se mantendrá especies nativas, propias del ecosistema, formando una franja de vegetación alrededor del área del proyecto lo cual favorecerá la conectividad de vegetación con los predios colindantes, donde aún se cuenta con vegetación.

- *Considerar las observaciones de los comités y/o consejos establecidos en la normatividad vigente.*

Según lo determina la LGDFS y su Reglamento, este proyecto deberá ser sometido al Consejo Estatal Forestal, en caso de emitirse observaciones, el promovente deberá considerarlas.

- *Incrementar los estudios que permitan aumentar el conocimiento de los recursos y valores naturales.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Utilizar los instrumentos económicos para la protección del medio ambiente.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Fortalecer y, en caso de ser necesario, reorientar las actividades económicas a fin de hacer más eficiente el uso de los recursos naturales y la protección al ambiente.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Proteger la recarga de los acuíferos en las áreas de captación de los asentamientos humanos.*

El sitio del proyecto no se encuentra en un área de captación de agua de asentamientos humanos.

- *Controlar la introducción y el uso de especies ferales e invasoras.*

No se considera la introducción de ninguna especie feral ni invasora en ningún momento de la ejecución del proyecto.

- *Respetar la integridad funcional, la capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas.*

El proyecto no se encuentra ubicado en un área considerada como ecosistemas frágiles, y de acuerdo al ordenamiento su uso de suelo es predominante **Agricultura Tecnificada**, se destinará a largo plazo al menos el 54.78% de la superficie del predio, como área de conservación de la vegetación.

- *Fomentar el uso sustentable de los recursos naturales mediante tasas que no excedan su capacidad de renovación.*

El proyecto no considera el aprovechamiento de recursos naturales, se pretende realizar el cambio de uso de suelo de un área del 45.22% del predio para destinarlo a un parque de energía solar fotovoltaica, destinando una superficie del 54.78% como área de conservación, superficie que permitirá mantener a largo plazo el hábitat de la fauna silvestre de la zona, así como mantener la biodiversidad existente en el sitio.

No se realizará el aprovechamiento de agua, así como tampoco se realizará la cacería o extracción de fauna silvestre.

- *Reorientar la forma actual de aprovechamiento de los recursos naturales, para lograr su utilización sustentable.*

El proyecto construcción y operación de un Parque de Energía Solar Fotovoltaica, con el objetivo de aprovechar la energía del sol y transformarla en energía eléctrica fotovoltaica, que será inyectada a la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

- *Desarrollar las actividades económicas en los diferentes sectores bajo criterios ambientales.*

El proyecto corresponde al desarrollo de infraestructura para la generación de energía, bajo tecnologías limpias.

- *Realizar la gestión y el manejo integral de los residuos, de acuerdo a la normatividad.*

Los residuos sólidos generados durante las obras serán manejados de acuerdo a la normatividad aplicable, se habilitará un sitio para el acopio temporal de los mismo, colocando contenedores clasificados y se contratarán los servicios de una empresa autorizada para el traslado a un sitio de disposición final autorizado por la autoridad municipal correspondiente.

- *Hacer compatibles los proyectos de desarrollo a los requerimientos y disposiciones de los programas de ordenamiento local del territorio y/o de manejo de las áreas protegidas.*

No existen programas de ordenamiento local del territorio, y no se requiere la observancia de ningún programa de manejo puesto que el proyecto no atraviesa ninguna área natural protegida.

- *Controlar y minimizar las fuentes de emisión a la atmósfera.*

En las etapas de preparación y operación se consideran medidas de prevención y mitigación de las emisiones a la atmósfera, que se puedan generar por el uso de maquinaria y vehículos.

- *Incentivar la producción de bienes y servicios que respondan a las necesidades económicas, sociales y culturales de la población bajo criterios ambientales.*

El proyecto corresponde a la inversión en infraestructura para la generación de energía a partir de tecnologías limpias, con lo cual se contribuirá a satisfacer la demanda de energía eléctrica de la zona, así como generará empleos temporales y permanentes en zonas rurales, que permitirá mejorar la calidad de vida de la zona.

- *En la construcción de cualquier tipo de infraestructura o equipamiento, se deberá contar con un estudio previo de afectación a zonas de valor histórico arqueológico.*

En el sitio no se identificó ningún elemento de relevancia histórico arqueológico, se tramitará la autorización correspondiente.

- *No permitir el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua.*

Se tendrá especial atención para el manejo de los desechos sólidos que se generen por el proyecto. Durante las actividades de construcción, se vigilará el área para evitar la libre disposición de residuos sólidos.

No se prevé el depósito de ningún tipo de desechos a cuerpos de agua. No se generarán aguas residuales derivadas del proyecto, en la etapa de construcción se contará con letrinas móviles, las cuales recibirán el mantenimiento adecuado.

- *Todo sitio para la ubicación de rellenos sanitarios locales o regionales deberá contar con un estudio específico que establezca criterios ecológicos para la selección del sitio, la construcción, la operación y la etapa de abandono del mismo, así como las medidas de mitigación del impacto al manto freático y la alteración de la vegetación presente.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Promover zonas de vegetación natural dentro de las áreas urbanas.*

No aplica: el sitio no se encuentra dentro de áreas urbanas.

- *En el desarrollo de los asentamientos humanos deberá evitarse la afectación (tala, extracción, caza, captura, etc.) de selvas, manglares, ciénaga y dunas entre otros, excepto en aquellos casos en que de manera específica se permita alguna actividad; así como la afectación las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción. En su caso, se establecerán medidas de mitigación o compensación de acuerdo a la normatividad ambiental vigente.*

No aplica: el proyecto no corresponde a un desarrollo de asentamiento humano.

- *Establecer programas educativos para incorporar a la ciudadanía en el manejo ambiental urbano (basura, ruido, erosión, etc.), a través de material educativo y cursos específicos.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Fortalecer e integrar los programas para la recuperación de los valores naturales y culturales del territorio.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Fomentar la creación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Elaborar programas de manejo forestal para la protección y uso de las selvas y recursos forestales.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *El crecimiento de los asentamientos humanos deberá limitarse a las áreas y criterios establecidos en los Programas de Desarrollo Urbano y al presente Ordenamiento.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *En la definición de nuevas reservas territoriales para asentamientos humanos deberán evaluarse las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas locales en congruencia con la propuesta de ordenamiento ecológico.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *Establecer viveros e invernaderos para producción de plantas nativas con fines comerciales y de restauración.*

No aplica al tipo de proyecto.

- *El aprovechamiento intensivo de la fauna silvestre debe estar acorde a las aptitudes del ecosistema.*

No aplica al tipo de proyecto, ya que no se planea el aprovechamiento de ninguna especie de fauna silvestre.

- *Establecer medidas de rehabilitación en los cuerpos de agua afectados.*

No aplica: en el sitio del proyecto no se encuentra ningún cuerpo de agua superficial.

- *Remediación y recuperación de suelos contaminados.*

No aplica: el área del proyecto no presenta suelo contaminado y la ejecución del mismo no generará contaminación en el suelo, por lo que no se requiere ningún tipo de actividad de remediación y/o recuperación de ese tipo.

- *Las actividades de restauración ecológica a realizarse en estas unidades tendrán especial énfasis en el restablecimiento y protección de las poblaciones afectadas de fauna y flora silvestre de importancia para los ecosistemas presentes.*

No aplica, puesto que el proyecto no corresponde a actividades de restauración.

- *En el ámbito de sus competencias, el Estado y los Municipios deben establecer zonas prioritarias para la restauración ecológica, que coadyuven con el sistema de áreas naturales protegidas de Yucatán, para la restauración y conservación de los recursos naturales.*

No aplica: el proyecto no está ubicado en ninguna zona prioritaria para la conservación ecológica.

- *La construcción de nuevas vialidades debe evitar la fragmentación del hábitat en áreas de conservación de flora y fauna y ANP's.*

No aplica: el proyecto no se encuentra ubicado en áreas de conservación de flora y fauna, ni en una ANP.

CRITERIOS Y RECOMENDACIONES POR POLÍTICA

A continuación se enlistan los criterios y recomendaciones de manejo que se corresponden a la UGA a la que pertenece el proyecto, sin embargo no todas son aplicables al proyecto.

Tabla 34 Vinculación del proyecto con criterios por política.

CRITERIO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
POLÍTICA DE CONSERVACIÓN	
1- Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	Se mantendrá el 54.78% de la vegetación en el área. En el sitio del proyecto, se identificaron 2 especies de flora protegida, por lo que se realizó el diseño del proyecto de tal manera que el área donde se encontraban los individuos de una de las especies que corresponde a una arbórea (<i>Cedrela odorata</i>), fuera destinada a la conservación de la vegetación; para el caso de la otra especie identificada, que corresponde a una herbácea (<i>Zamia loddigesii</i>), se considera realizar el rescate de todos aquellos individuos que se encuentren en el área de afectación del proyecto y su reubicación a un área de conservación. Es importante mencionar, que se tienen experiencias en actividades de rescate y reubicación de dicha especie en la zona, obteniendo buenos resultados de sobrevivencia, con lo cual se estima que no ocasionará la pérdida de biodiversidad en la zona. Para el caso de la fauna silvestre, en el sitio se identificaron 9 especies de fauna silvestre protegida, las cuales 6 corresponden a aves, 2 reptiles y 1 mamífero pequeño; el proyecto considera el mantenimiento de 65.7347 has como conservación de la vegetación, la cual proveerá hábitat (alimentación, refugio, reproducción), de acuerdo a información disponible, para el caso de <i>C. similis</i> y <i>V. pallens</i>, la superficie requerida para mantener las poblaciones viables es de 2 has y 37 has respectivamente, por lo que la superficie propuesta de conservación permitirá el mantenimiento de dichas especies. Asimismo, se realizarán acciones de prevención y mitigación, como son la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre previo al inicio del desmonte, así como durante todas las etapas del proyecto estará prohibida la captura, aprovechamiento y/o cacería de las especies de fauna silvestre, que será reforzado con la vigilancia en el predio y la restricción, ya que existe cierta presión sobre algunas especies, por su valor de mascotas principalmente
3- Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	Estará prohibida la introducción de especies exóticas al área.
6- Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	No aplica, pues no corresponde a proyecto turístico.
7- Se deberán establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	No aplica, pues no corresponde a proyecto ecoturístico.
8- No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas	No se realizará la disposición inadecuada de materiales y residuos que sean utilizados o generados en el proyecto.

CRITERIO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
9- Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	No aplica al tipo de proyecto: el proyecto no corresponde a vías de comunicación.
10- El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	No aplica al tipo de proyecto: el proyecto no corresponde a vías de comunicación.
13- Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	En el apartado IV.3 se identifican los servicios ambientales del sitio del proyecto, y se propone destinar un área correspondiente al 54.78% de la superficie del predio como área de conservación de la vegetación, que servirá además de hábitat para fauna silvestre.
14-En el desarrollo de proyectos, se deben mantener los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros, así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	Se realizarán acciones de protección para los individuos de fauna silvestre identificados en el predio, que consistirán en el ahuyentamiento previo al inicio del desmonte, se destinarán áreas de conservación de la vegetación, para que tengan hábitat permanente disponible.
CRITERIO DE PROTECCIÓN	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
1- Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos, de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de la protección del territorio	El sitio del proyecto se encuentra en un área que había tenido uso agropecuario en décadas anteriores, la zona del proyecto que es primordialmente rural tiene un uso predominante para actividades agrícolas. Sin embargo, el abandono de las actividades agropecuarias, responde al bajo rendimiento y rentabilidad de esta actividad, lo que ha ocasionado también la migración de la población a ciudades para dedicarse a actividades de la construcción y/o servicios. En la zona del proyecto hay una demanda insatisfecha de energía eléctrica, el proyecto corresponde a la instalación de infraestructura para la generación de energía a través de tecnologías limpias, a partir de un recurso renovable; 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, así como tampoco generará emisiones a la atmósfera que afecten negativamente la calidad del aire. El establecimiento de áreas de conservación, las medidas de prevención en la generación de aguas residuales, el manejo integral de residuos sólidos y la prohibición del uso de especies introducidas al sitio, responde al desarrollo de un proyecto de protección del territorio.
2 - Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.	La ejecución del proyecto, generará fuentes permanentes de empleo para las comunidades locales, y contribuirá a la oferta insuficiente de energía eléctrica de la zona. En la etapa de operación del proyecto, no se generarán residuos peligrosos, aguas residuales ni emisiones a la atmósfera, por lo que el desarrollo es compatible con la protección.
4- No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente	No aplica, pues el proyecto no corresponde a un asentamiento

CRITERIO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos salvo que hayan sido saneados	humano.
5- No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	No aplica, pues el proyecto no corresponde al confinamiento de ningún tipo de desechos.
9- No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	Se prohíbe la quema de vegetación, de desechos sólidos, así como en las actividades de remoción de la vegetación secundaria no se emplearán la aplicación de herbicidas y defoliantes.
12- Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	De acuerdo al monitoreo de fauna silvestre realizado en el sitio, la fauna de la zona está compuesta principalmente por pequeños mamíferos y reptiles, y aves. El área de influencia del proyecto, tiene diversos usos actuales, estando el ecosistema ya fragmentado por las actividades antropogénicas, entre las que destacan, vialidades, actividades agropecuarias, industria (subestación eléctrica) y asentamientos humanos. El predio colinda al norte con una vialidad y al oeste con una brecha de acceso, el mantenimiento de la vegetación en la parte sur del predio, permitirá la continuidad de la vegetación y favorecerá la movilidad de la fauna silvestre. El proyecto considera mantener una franja de vegetación como conservación alrededor del área del proyecto y en la parte este, sin ningún tipo de intervención, con lo cual se mantendrá la conectividad de la vegetación entre el predio del proyecto y los predios colindantes y así se permitirá la movilidad de la fauna silvestre, que como mencionamos, corresponde a aves y pequeños reptiles y mamíferos principalmente.
13- No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.	El sitio no forma parte de ningún corredor biológico.
14- Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos	Se mantendrá a largo plazo y de manera permanente como zona de conservación el 54.78% de la superficie del predio, con vegetación actual, con lo cual se favorecerá la recarga de acuíferos.
16- No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	No aplica a este proyecto.
CRITERIO DE APROVECHAMIENTO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
1- Se debe mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	Se mantendrá a largo plazo y de manera permanente como zona de conservación el 54.78% de la superficie del predio.
2- Se deben considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	Se anexan especificaciones al final de esta tabla.
3- Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	Con respecto al mantenimiento de las áreas donde estarán instalados los paneles solares, el control de hierbas se realizará con herramientas manuales (machetes, hachas y/o desbrozadora eléctrica), sin el uso de ningún tipo de herbicida.
4- Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	No aplica.

CRITERIO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
5- Promover el uso de especies productivas nativas adecuadas a los suelos considerando su potencial.	No se realizará ningún tipo de introducción de especies.
6- Se deben regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.	No aplica a este proyecto.
7- Se permite el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	No aplica a este proyecto.
8- En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	No aplica a este proyecto.
9- El desarrollo de infraestructura turística deberá considerar la capacidad de carga del sistema, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	No aplica a este proyecto.
11- Debe promoverse la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	El predio se encuentra en un área con uso agropecuario, no se colinda con zonas urbanas.
12- Se deben utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas	No aplica a este proyecto.
13- En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	No aplica a este proyecto.
14- En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	No aplica a este proyecto.
15- No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.	No aplica a este proyecto.
16- Debe restringirse el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	No aplica a este proyecto.
21- Se debe promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.	No aplica a este proyecto.
22- En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación forrajera en una densidad mayor a los pastos introducidos.	No aplica a este proyecto.
CRITERIOS DE RESTAURACIÓN	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
1- Deben recuperarse las tierras no productivas y degradadas.	No aplica a este proyecto.
2- Deben restaurarse las áreas de	No aplica a este proyecto.

CRITERIO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
extracción de materiales pétreos	
5- Se debe recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	No aplica a este proyecto.
6- Se debe promover la recuperación de poblaciones silvestres.	No aplica a este proyecto.
8- Se debe promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	No aplica a este proyecto.
11- Restaurar superficies dañadas con especies nativas.	No aplica a este proyecto, no hay superficies dañadas.
12- Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	No aplica a este proyecto.
13- 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	No aplica a este proyecto.
14- 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.	No aplica a este proyecto.
15- 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.	No aplica a este proyecto.
16- Establecer programas de monitoreo ambiental.	No aplica a este proyecto.
17- En áreas de restauración se deberá restituir al suelo, la capa vegetal que se retiró del sitio, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.	No aplica a este proyecto.
18- En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos el piso del banco deberá estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.	No aplica a este proyecto.
19- Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces matorrales, deberán ser triturados e incorporados al suelo fértil que será apilado en una zona específica dentro del polígono del banco en proceso de explotación, para ser utilizado en los programas de restauración del área.	No aplica a este proyecto, pues no corresponde a un banco de materiales.
20-En el banco de extracción el suelo fértil se retirará en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra	No aplica a este proyecto, pues no corresponde a un banco de materiales.

CRITERIO	OBSERVANCIA DEL PROYECTO
vegetal o capa edáfica producto del despalle, deberá almacenarse en la parte más alta del terreno para su posterior utilización en las terrazas conformadas del banco y ser usada en la etapa de reforestación.	
21- Una vez que se dé por finalizada la explotación del banco de materiales y se concluya la restauración del mismo, se debe proceder a su reforestación total de acuerdo a lo propuesto en el programa de recuperación y restauración del área impactada utilizando como base la vegetación de la región o según indique la autoridad competente.	No aplica a este proyecto, pues no corresponde a un banco de materiales.

Prácticas y técnicas que ayuden a la prevención o en su caso para el combate de un eventual incendio en el área destinada como conservación siendo que esta forma parte del proyecto

A continuación, y en cumplimiento al criterio No. 2 de la política de aprovechamiento del POETCY, se presentan las actividades para realizar con el fin de prevenir y combatir incendios forestales en tierras de uso común del **Ejido Justicia Social**, del municipio de Peto, durante la ejecución del proyecto Parque de Energía Solar Fotovoltaica:

1. Determinación de las zonas de alto riesgo.

Se realizará una estimación de la acumulación de biocombustibles en las diversas condiciones de vegetación que presenta el predio, el cual se complementa con los antecedentes sobre ocurrencia de incendios forestales en los terrenos vecinos; de esta forma se elaborará un mapa zonificado de las áreas de riesgo diferenciado para la ocurrencia de incendios forestales.

2. Limpia y control de material combustible.

En aquellas áreas con mayor riesgo de ocurrencia de un incendio forestal, se procederá al control de la biomasa a través de la limpia y picado de troncos delgados y ramas, para su paulatina reintegración al terreno; de esta forma la materia orgánica se degradará lentamente al entrar en contacto con el suelo.

3. Organización y equipamiento de brigadas de prevención y combate de incendios forestales.

Con el personal con que se cuente, se procederá a formar dos brigadas con un máximo de 10 elementos cada una, para el combate de este tipo de conflagraciones. En primera instancia, se capacitará a los combatientes en todos aquellos aspectos relacionados con las causas, comportamiento y prevención de los incendios forestales; así como con los métodos de combate y supresión del fuego. Asimismo, se les dotará con palas rectas y picos así como con prendas de protección como son cascos, googles, camisolas, botas y lámparas. Antes de que inicie la siguiente temporada de incendios forestales, se contará con dos brigadas capacitadas y equipadas para el combate y prevención de incendios forestales.

A fin de poder detectar a tiempo cualquier conato de fuego, durante la temporada de sequía, se mantendrá una vigilancia permanente en los límites e interior de la propiedad, la cual implica recorridos constantes que suman de 20 a 30 km mensuales.

4. Acciones en caso de presentarse un siniestro.

En caso de presentarse un siniestro de ésta naturaleza en la periferia del predio, y en coordinación con dueños y/o poseedores de terrenos colindantes, se procederá a la movilización inmediata de las dos brigadas con que se cuenta, a efecto de controlar y sofocar cualquier fuego fuera de la propiedad que amenace entrar a la misma.

De forma simultánea, y en estricto apego a la legislación vigente en la materia, se procederá a dar aviso a las autoridades correspondientes.

5. Programa de Capacitación.

Durante el primer año de ejecución del programa de prevención y combate de incendios forestales, se elaborará y aplicará un programa de capacitación y concientización para la prevención de incendios forestales dirigido a la población local, el cual consistirá en una plática anual que se impartirán en escuelas, locales de ejidatarios y asociaciones de productores agropecuarios de los poblados cercanos a dicha propiedad. Asimismo se distribuirán cien folletos en torno a la prevención y control de incendios forestales.

Vinculación con el proyecto: El predio se encuentra ubicado en un área de uso predominante agrícola, este proyecto pretende equipar la zona con infraestructura para la generación de energía eléctrica, a través de una tecnología considerada limpia, es decir que no genera emisiones ni contaminación al suelo y/o agua.

El diseño de las instalaciones del proyecto, considera mantener una franja de vegetación natural, que permita la continuidad de la vegetación entre el predio y las áreas colindantes. El proyecto ha considerado lo dispuesto en el presente Ordenamiento, así como en la normativa ambiental aplicable.

III.3 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas

No aplica, pues el proyecto no se encuentra ubicado en ningún Área Natural Protegida.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas:

En materia de atmósfera emisiones de fuentes móviles

- **NOM-041-SEMARNAT-2006**, *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.* (D.O.F. 6/agosto/1999).
- **NOM-045-SEMARNAT-2006**, *Que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible* (D.O.F. 22/Abril/1997).

El promovente establecerá un reglamento de operación, en el que se hará obligatorio para que la maquinaria y los vehículos del personal y/o empresa que intervenga en la ejecución del proyecto cumplan con las disposiciones de estas Normas, en cuanto a que deberán recibir el mantenimiento adecuado en talleres autorizados, para evitar en la medida de lo posible los límites establecidos.

En materia de contaminación por ruido

- **NOM-080-SEMARNAT-1994**, *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.* (D.O.F. 13/enero/1995).

De la misma manera que en las normas anteriores, el promovente establecerá un reglamento de operación, en el que se hará obligatorio para que la maquinaria y los vehículos del personal y/o empresa que intervenga en la ejecución del proyecto cumplan con las disposiciones de estas Normas, en cuanto a que deberán recibir el mantenimiento adecuado en sitios autorizados, para en la medida de lo posible evitar sobrepasar los límites establecidos.

En materia de protección de especies

- **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.* (D.O.F. 30/diciembre/2010).

En el predio se identificaron 2 especies de flora silvestre y 9 de fauna silvestre que se encuentran en el listado de esta norma; estará prohibida su aprovechamiento, y se implementarán medidas de prevención y mitigación, como son el rescate y reubicación de los ejemplares de flora silvestre que se encuentren en el área de cambio de uso de suelo y el mantenimiento de un área de conservación, en donde la vegetación presente el mejor grado de desarrollo.

En materia de residuos peligrosos

- **NOM-052-SEMARNAT-2005**, *Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.*

No se espera generar residuos de tipo peligrosos.

III.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano (PDU)

No aplica, en el sitio no hay ningún instrumento de desarrollo urbano vigente.

CAPÍTULO IV

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

IV.1 Delimitación del Área de Estudio

De acuerdo a la “**Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental**” emitida por la SEMARNAT en el año 2002, “*para delimitar el área de estudio se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis*”.

En el caso de este proyecto que se presenta, si existe un Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), el área del proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental **Valle Ticul**, sin embargo por la naturaleza de elaboración del POETY (Escala 1:250,000), abarcan superficies muy amplias, en las que existen diversos ecosistemas, muchos de los cuales no tendrán relación alguna con el proyecto que somete a evaluación. Por lo tanto, y a fin de poder analizar todos aquellos componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, tomando en cuenta lo anteriormente señalado, el sistema ambiental que aplica al área del proyecto corresponde entonces al municipio de Peto, el cual se presenta a continuación:

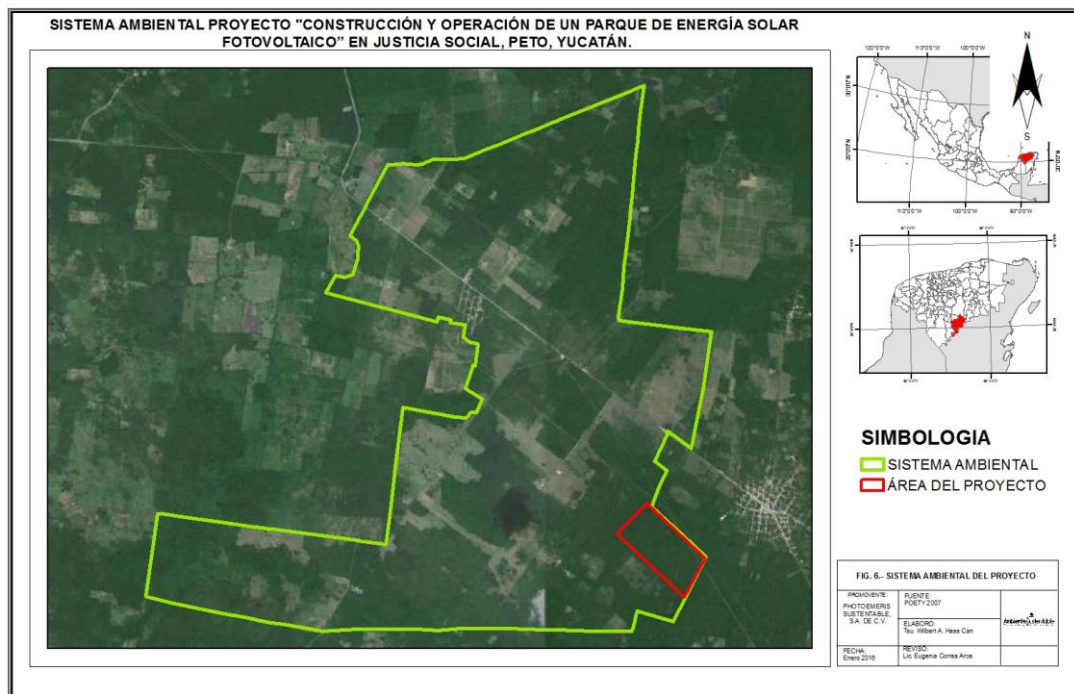


Figura 15 Sistema ambiental del proyecto.

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental

IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental

IV.2.2.1 Medio Abiótico

a) Clima

En el estado de Yucatán el subtipo climático Aw1 (x') se presenta en localidades ubicadas en su porción oriental. Se distribuye geográficamente formando una franja en forma de arco, contigua y paralela a la que define el subtipo Awo (x'), del que difiere sensiblemente por el mayor monto anual de precipitación, la cual sobrepasa los 1,200 mm, y por su menor temperatura media anual que apenas si rebasa los 26°C.

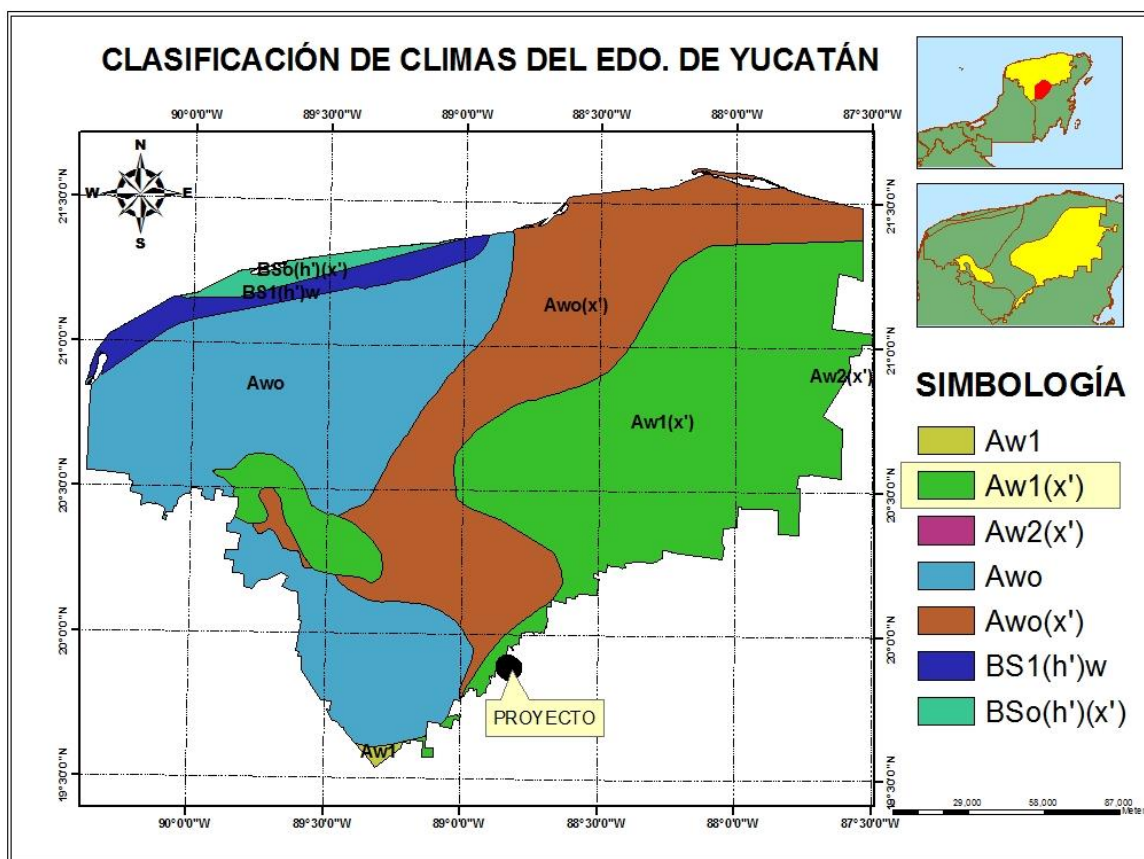


Figura 16 Clasificación de climas en el estado de Quintana Roo

En el área del proyecto, el clima dominante es Aw₁ (x') cálido subhúmedo, con lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal entre el 10.2 y 18 %, del total anual.

- **Temperaturas promedio mensuales, anuales y extremas.**

Los valores de las temperaturas máximas, registrados en el área del proyecto son: 44°C, en promedio se reporta una temperatura de 37.7°C llegando hasta la máxima extrema de 44°C (mayo 2006), esta información es tomada por la Comisión Nacional del Agua (CNA), en base a la estación meteorológica más cercana al área del proyecto, denominada Estación Tantakin.

La temperatura media mensual histórica reportada en la estación Tantakín es de 26.5°C. Así mismo la CNA reporta 11.2°C como temperatura mínima promedio en la zona del proyecto, identificándose desde el año 2000 hasta el 2007 la temperatura mínima de 4°C, ocurrida en febrero de 2007.

Tabla 35 Temperaturas máximas registradas en la Estación Tantakin.

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROMEDIO
2000	INICIO DE ESTACIÓN				30.7	28.7	29.9	28.6	28.9	26.4	26.0	22.8	27.8
2001	22.5	26.7	26.2	28.4	28.5	29.3	30.0	29.0	28.9	28.0	25.2	24.8	27.3
2002	24.0	24.9	26.3	28.1	29.9	28.9	28.7	29.0	28.7	27.7	25.7	23.9	27.2
2003	20.0	26.1	27.5	27.4	30.9	30.4	28.6	29.1					27.5
2004	27.0	24.6	26.7	27.5	28.9	29.8	29.6	30.4	29.2	27.3	24.5	22.6	27.3
2005	22.4	23.9	27.2	27.3	28.5	27.7	27.0	27.7	28.6	26.3	24.3	23.3	26.2
2006	22.9	21.9	25.1	27.7	28.0	27.5	27.0	27.2	25.6	25.3	21.7	21.7	25.1
2007	21.6	21.8	22.8	25.3	26.3	26.0							24.0
PROMEDIO	22.9	24.3	26.0	27.4	29.0	28.5	28.7	28.7	28.3	26.8	24.6	23.2	26.5

- Precipitación promedio mensual, anual y extrema (mm).**

En el estado de Yucatán la precipitación pluvial media anual varía desde 500 mm en su porción noroccidental hasta 1,500 mm en su borde oriental, la lámina media de lluvia del estado es de 1,025 mm, que corresponden a un volumen precipitado del orden de 40,000 millones cúbicos.

La precipitación pluvial en la zona del proyecto se da con mayor frecuencia entre los meses de mayo a octubre en forma regular, siendo septiembre el mes con mayor precipitación; las precipitaciones de menor promedio mensual debido a la irregularidad de los frentes fríos provenientes del Norte se presentan en los meses de noviembre a abril.

Tabla 36 Precipitación media mensual registrada en la Estación Tantakin.

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL	PROMEDIO	MÁXIMA
2000	INICIO DE ESTACIÓN				64.6	95.8	69.5	177.1	245.1	95.5	62.0	5.5	815.1	101.9	245.1
2001	15.0	21.5	25.5	84.5	95.5	121.0	239.4	322.5	229.5	143.5	61.5	23.5	1382.9	115.2	322.5
2002	13.0	167.5	15.0	9.0	128.2	210.4	74.5	83.0	671.0	95.0	26.0	5.2	1497.8	124.8	671.0
2003	1.5	1.5	73.0	8.4	160.6	108.9	130.4	171.5					655.8	82.0	171.5
2004	19.0	37.0	3.0	22.5	126.8	79.2	20.6	79.5	219.7	180.1	26.0	18.5	831.8	69.3	219.7
2005	0.0	0.0	43.0	54.0	54.3	169.0	223.5	211.5	139.1	225.0	65.5	23.5	1208.4	100.7	225.0
2006	119.0	0.0	26.5	3.0	80.5	386.0	98.0	237.0	147.5	43.0	128.5	137.5	1406.5	117.2	386.0
2007	67.5	137.5	18.0	37.5	288.5	31.0							580.0	96.7	288.5
PROMEDIO	33.6	52.1	29.1	31.3	124.9	150.2	122.3	183.2	275.3	130.4	61.6	35.6	1047.3	101.0	316.2
MÁXIMA	119.0	167.5	73.0	84.5	288.5	386.0	239.4	322.5	671.0	225.0	128.5	137.5	1497.8	124.8	671.0

En base a datos derivados de la estación meteorológica del nominada Tantakín de la CNA, en el área del proyecto se registró entre el año 2000 al 2007, una precipitación promedio de 101 mm llegando hasta niveles de 671 mm como los máximos registrados en ese período. Mientras que para la evaporación se registró una máxima de 163.44 mm y una evaporación promedio de 144.33 mm.

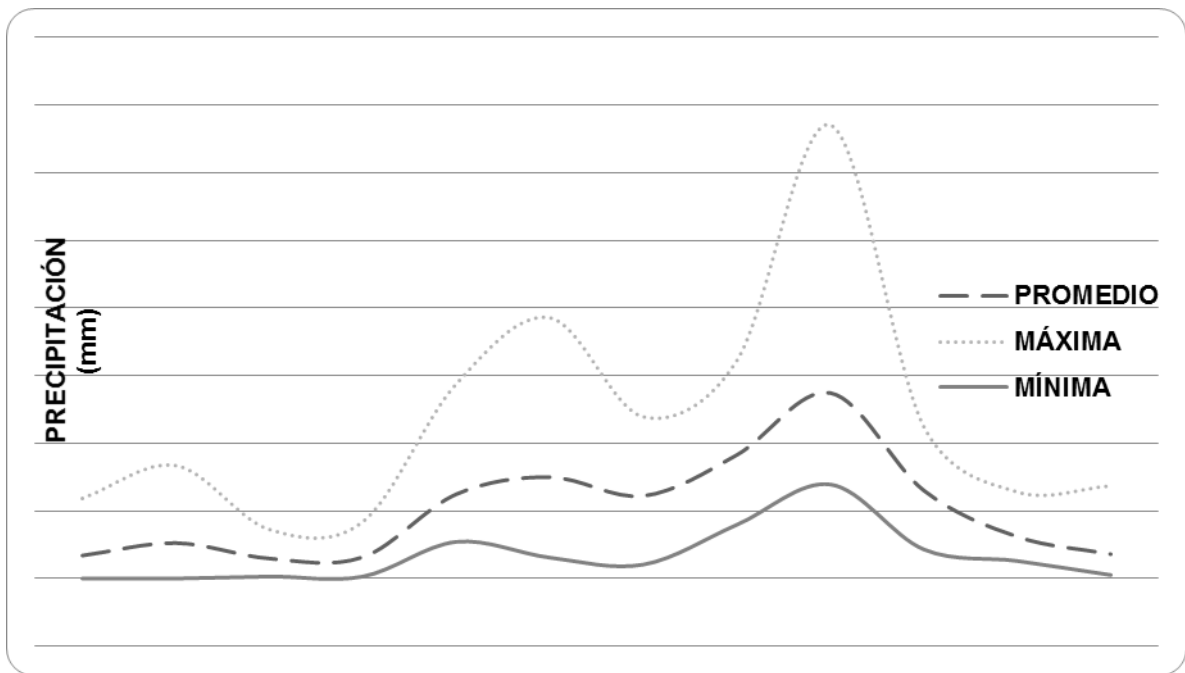


Figura 17 Precipitación media, máxima y mínimas mensuales (2000-2007) en la estación meteorológica de Tantakín.

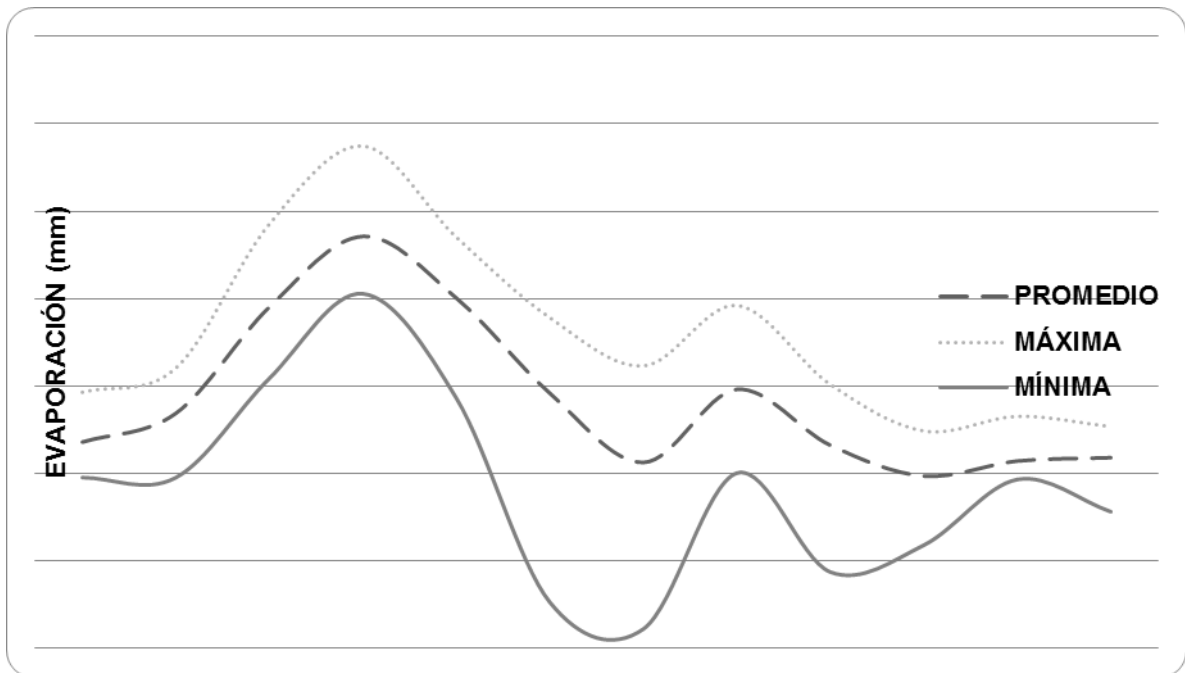


Figura 18 Evaporación media, máxima y mínimas mensuales (2000-2007) en la estación meteorológica de Tantakín.

- ***Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual.***

En el estado los vientos dominantes son del sureste y noreste, casi en un 75 % de los días del año. Se observan principalmente dos tipos de fenómenos atmosféricos que producen vientos mayores a los 70 Km./hr.

Los vientos de componente N y NNO llamados nortes que se presentan entre noviembre y marzo, de origen polar, y las depresiones tropicales del Atlántico que pueden evolucionar en tormentas y huracanes durante su paso por la cuenca del Mar Caribe, su componente es E y SE y se presentan principalmente entre junio y octubre, siendo septiembre el mes en que más inciden.

En forma eventual se registran vientos del oeste considerados tradicionalmente perjudiciales (Chik'nic), su origen puede ser por depresiones atmosféricas formadas cerca de la Península, en el Canal de Yucatán o Golfo de México.

- ***Balance hídrico.***

La economía hídrica en la Plataforma Yucateca es eminentemente subterránea; de los 40,000,000 m³ de agua meteórica que recibe anualmente la entidad, alrededor del 90% se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, y el 10% complementario es interceptado por la cobertura vegetal retornando después a la atmósfera por evapotranspiración.

Aproximadamente el 70% del volumen llovido es retenido por las rocas que yacen arriba de la superficie freática y gradualmente extraído por la transpiración de las plantas; el 20% del mismo volumen constituye la recarga efectiva de los acuíferos, transita por el subsuelo y regresa a la superficie por conducto, de la vegetación freatofita o escapa al mar, cerrándose así el ciclo hidrológico.

- ***Frecuencia de heladas, nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos.***

El área del proyecto se ubica en una zona tropical, de modo que se ve afectado por diversidad de fenómenos hidrometeorológicos casi todo el año, excepto abril y mayo, considerados meses de “temporada de secas”.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan al Municipio son los **meteoros tropicales** y los **frentes fríos**. Las precipitaciones y la fuerza de impacto y succión que provocan las ráfagas de viento son los factores que más afectan al área.

Entre los fenómenos hidrometeorológicos de menor incidencia se encuentran las turbonadas o trombas, granizadas y las tormentas eléctricas.

Meteoros tropicales.

Los ciclones, como popularmente son conocidos los meteoros tropicales, son parte de una cuota que promedia anualmente 100 perturbaciones meteorológicas que se originan en cuatro centros de origen siendo el más peligroso el que se localiza en las aguas atlánticas que bañan la porción occidental del Continente Africano, cuyo vórtices avanzan con trayectorias irregulares de este a oeste a una velocidad promedio de 25 kilómetros por hora.

Un Meteoro Tropical consiste en una masa de aire, con vientos fuertes que giran en forma de remolino y transportan gran cantidad de humedad. Se origina y desarrolla en mares de aguas cálidas y templadas, con nubes en espiral. Generalmente su diámetro es de cientos de kilómetros, con presiones mínimas en la superficie, vientos violentos y lluvias torrenciales, algunas veces acompañadas por tormentas eléctricas.

Los Meteoros Tropicales que potencialmente pueden afectar directamente al Estado, se originan en el Océano Atlántico entre junio a noviembre, período considerado “Temporada de huracanes”. Los datos estadísticos y la trayectoria de los ciclones que se desarrollan en el Océano Atlántico indican que el Estado de Quintana Roo tiene alto grado de probabilidad de ser afectado por fenómenos de este tipo.

Según datos estadísticos existentes, en el período 1886 al 2005, los ciclones no han sido frecuentes, a pesar de que el estado se localiza en una zona donde incide gran número de estos fenómenos hidrometeorológicos. Cada año se desarrollan un promedio de 10 ciclones tropicales hasta convertirse en tormentas, de las cuales seis alcanzan el grado de huracanes y de ellos dos son de gran intensidad.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan la zona, son los meteoros tropicales y los frentes fríos. Las precipitaciones y la fuerza de impacto y succión que provocan las ráfagas de viento son los factores que más afectan a la población y a la infraestructura.

Los huracanes de mayor intensidad que han afectado al municipio han sido “Gilberto” en 1988, “Roxana” en 1996 e “Isidoro” en el 2002, los cuales originaron encharcamientos, desplome de paredes y muros, desprendiendo de techos, ocasionando el estallido de cristales, causando cuantiosos daños de líneas de abastecimiento eléctrico, arranque y arrastre de árboles, etc.

A continuación se presenta un resumen de algunas de las tormentas tropicales y huracanes que han afectado a la Península de Yucatán (Adaptado de Nat. Hurr. Center, 1990).

Tabla 37 Registro histórico de huracanes en la Península de Yucatán.

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1895	Ago.26	NW	Isla Contoy y Cabo Catoche
1903	Ago.13	WNW	Cancún
1909	Ago.25	WNW	Cabo Catoche
1916	Ago.17	WNW	Isla Blanca
1922	Oct.18	W	Cancún
1938	Ago.13	NW	Cancún y Cabo Catoche
1944	Sep.20	W	Cancún e Isla Mujeres
1961	Sep.7	NW	40 millas noreste de Isla Convoy
1967	Sep. 18	SW	Norte de Chetumal.
1980	Ago. 7	WNW	40 millas norte Cabo Catoche
1988	Sep. 14	WNW	Cozumel y Playa del Carmen
1995	Sep. 25	WSW	Costa central de Quintana Roo
1995	Oct. 02	WSW	Costa central de Quintana Roo
2002	Sept.22	WSW	Costa Norte de Yucatán y Mérida
2005	Oct. 22	WNW	Cozumel, Costa noreste de Yucatán.
2007	Agosto	WNW	Costa sur de Quintana Roo y sur de Yucatán

Tabla 38 Registro histórico de tormentas tropicales en la Península de Yucatán.

AÑO	FECHA	CURSO	CONTACTO CON TIERRA
1880	Oct. 6	NNW	40 millas este de Cancún
1901	Jul.8	NW	Cancún
1924	Sep.28	N	40 millas este de Cancún
1931	Jun. 25	NW	40 millas norte de Cabo catoche
1936	Jun.12	N	25 millas este de Cancún
1945	Jun. 21	N	25 millas este de Cancún

Frentes fríos.

Los frentes fríos, comúnmente denominados “nortes”, llegan a Yucatán a través del Golfo de México, las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico, cuando una masa de aire frío avanza hacia el sur, su frente se desplaza con facilidad sobre la superficie llana del este de los Estados Unidos levantando el más ligero aire caliente que por convención se precipita aumentando la humedad del sistema.

Por este motivo se pueden observar densas nubes de alto desarrollo vertical que ordinariamente originan chubascos o nevadas si la temperatura ambiente del sitio también es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que desplaza el aire más cálido causa descensos rápidos en las temperaturas de las regiones por donde transcurre el fenómeno.

Trombas o turbonadas.

Las lluvias torrenciales acompañadas de violentas ráfagas de viento, acompañadas de tormentas eléctricas y a veces de granizo, son conocidas popularmente como “trombas” siendo fenómenos hidrometeorológicos aislados que se presentan por lo regular al inicio de la temporada de lluvias. La intensidad de los vientos de una turbonada puede alcanzar una fuerza similar a la de un huracán.

Granizadas.

El granizo es un corpúsculo formado por capas concéntricas de hielo, dispuestas como una cebolla, originándose de la acumulación cíclica del congelamiento de una gota de lluvia la que desciende y asciende varias veces manteniéndose en las altas capas frías de la biosfera, precipitándose con violencia después de adquirir una cierta masa que aumenta por la condensación del vapor de agua del aire ascendente, llegando a veces a diámetros semejantes al de una naranja o una pelota de béisbol.

En el municipio de Umán las granizadas no son frecuentes y su granulometría es escasa.

Tormentas eléctricas.

Los rayos, que son la descarga estática de la acumulación de electrones de carga negativa que se concentra en el subsuelo, y que es atraída por la acumulación de cargas positivas en las nubes por efecto del roce de corrientes de aire ascendente y descendente potenciado por el vapor de agua.

La chispa incendia el ozono acumulado en el aire, formando un rayo que al actuar como ánodo un objeto inflamable (un árbol, un edificio metálico o de madera) provocan incendios, además del enorme impacto que provoca el intercambio estático de millones de voltios cuyo golpe ejerce una gran presión que llega a fracturar grandes rocas y que para una persona por lo regular es mortal.

Sequías.

En el municipio el tiempo de estío se da sobre todo en los meses de marzo, abril y mayo, la falta de corrientes de aire y de precipitaciones provocan una aguda sequía. La falta de humedad en el magro

suelo afecta la frondosidad de la vegetación, el recalentamiento del ambiente provoca una más acelerada evaporación reseca la maleza, la hierba, los arbustos y los grandes árboles que no logran enraizar en las capas del subsuelo más impregnadas de humedad.

Esto debilita a los organismos vegetales exponiéndolos a un derribamiento prematuro convirtiéndose en materia prima de incendios forestales y agropecuarios, sobre todo en los periodos de roza y quema de los planteles agrícolas. Las personas también son afectadas por la sequedad, ocasionando enfermedades dermatológicas en adición a las gastrointestinales que provoca el polvo seco que se levanta en compañía de microorganismos, heces fecales y materias tóxicas.

Incendios.

La temporada de incendios ocurre en los meses de enero a mayo, siendo los más críticos abril y mayo, de acuerdo a estadística del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). En años con lluvias abundantes el riesgo de incendios decrece.

b) Geología y geomorfología

El marco geológico superficial de Yucatán está conformado por rocas sedimentarias originadas desde el período terciario hasta el reciente. Las rocas más antiguas de la entidad son calizas cristalinas de coloración clara, dolomitizadas y silicificadas sin fósiles, que datan del Paleoceno al Eoceno inferior (66-52 millones de años), afloran en la Sierrita de Ticul y cuyo espesor varía entre 100 y 350 m.

Sobre la secuencia calcárea descrita, yacen calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), microcristalinas, de coloración clara, de grano fino, estratificación masiva y arcillosa en algunas áreas que tienen espesor medio de 185 m y están expuestas en las porciones centro y sur del Estado.

Descansando en las anteriores, se encuentran localmente calizas blancas, cristalinas, de textura sacaroide, estratificación masiva y espesor menor que 100 m, las cuales datan del Eoceno superior (43-36 millones de años); asimismo, al sur de la ciudad de Mérida afloran calizas y calcarenitas de edad Oligoceno (36-23 millones de años), de color claro y abundante contenido de conchas, cuyo espesor tiene valor medio de 260 metros y se adelgaza de norte a sur.

Cubriendo las rocas del Eoceno y del Oligoceno se encuentran en las partes norte y oriental del estado, con excepción de la faja costera, extensos afloramientos de calizas arcillosas y coquinas, de colores amarillos, rojo y blanco, compactas de estratificación masiva y espesor máximo cercano a los 300 m, las cuales se formaron del Pleistoceno al reciente (1.5 millones de años).

Finalmente, es una faja costera de 5 a 30 kilómetros de ancho, están expuestas calcarenitas, coquinas de coloración clara y depósitos de litoral, de la misma edad.

La estructura geológica de la entidad fue determinada por dos eventos principales: un proceso compresivo, acaecido durante el Eoceno, que plegó ligeramente las formaciones, configurando el relieve ondulado de la porción sur del estado; y un proceso distensivo, que tuvo lugar entre el Mioceno y el Plioceno, el cual originó dos sistemas de fracturas con orientación NE- SW Y NW – SE.

El rasgo estructural más notorio es la Sierrita de Ticul, que es producto de una falla normal orientada de noroeste al sureste, con buzamiento hacia el noreste y ligero plegamiento de su bloque alto.

- **Hidrografía**

Si bien el subsuelo del territorio municipal es plano, con llanura de barrera, piso rocoso o cementado, alta y escarpada.

La estructura de su estratigrafía es demasiado contrastante, existiendo mantos de roca calcárea de alta resistencia, que supera el común de sus similares en otras estructuras geológicas fuera de la

Península de Yucatán, sin embargo la uniformidad estructural de esta capa se mantiene hasta aproximadamente 5.00 de profundidad, cambiando su consistencia a una roca arenisca de mucho menor densidad, la que por presencia de estratos más profundos de roca arcillosa, se convierte en una vertiente porosa en la que corren infinidad de cursos de agua, cuya masa, arrastre de sedimentos y la propia velocidad someten a fuerzas de choque y fricción que han erosionado esa capa intermedia, formándose por ello gargantas, cavernas y grandes grutas cuyos vacíos alcanzan muchas veces la superficie geológica, siendo inaptos muchos terrenos.

- **Características geomorfológicas más importantes.**

La Península de Yucatán es una plataforma de poco relieve compuesta casi exclusivamente de carbonatos y evaporitas (Stringfield y Legrand, 1974). Tiene una extensión del orden de 100,000 Km² y se proyecta hacia el norte a partir de la zona tectónica Laramídica de Centroamérica (Isphording, W. 1977).

Las rocas altamente solubles que conforman la Península, en combinación con las condiciones climáticas húmedas que imperan en la mayor parte del año, han propiciado la formación de una serie de rasgos morfológicos de disolución que se agrupan bajo el término genérico de carsismo o karst. UNESCO-FAO (1972).

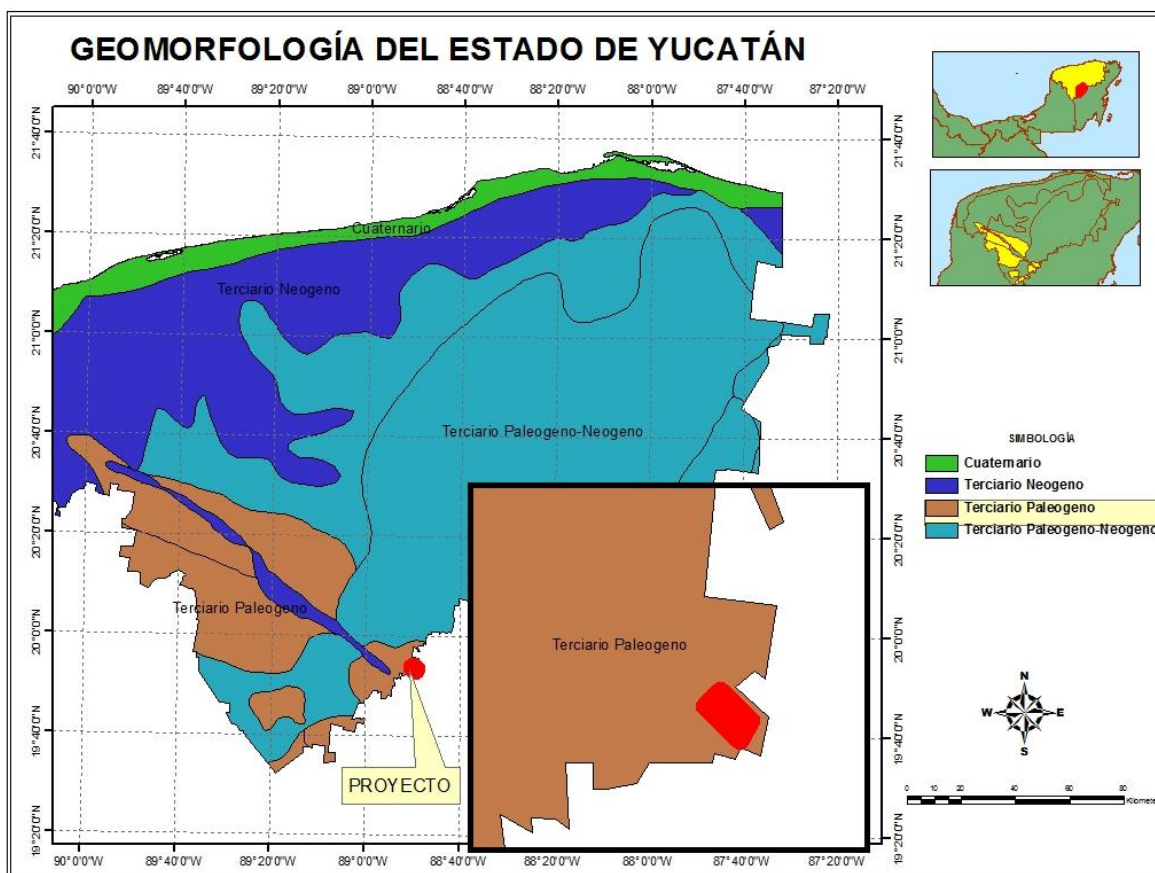


Figura 19 Geomorfología del estado de Yucatán. (POETY, 2007).

La península se divide en tres provincias geomórficas: región costera, planicie interior y la unidad de cerros y valles, de acuerdo con el grado de desarrollo del carsismo, el tipo de rasgos cársticos, la

vegetación, el arrecife, la disponibilidad de suelos, la profundidad al nivel freático, la presencia de cuerpos de agua superficial y la existencia de un control estructural.

El proyecto se encuentra en la región geomorfológica conocida como la Planicie Interior, que se extiende a partir de la región costera hasta la sierrita de Ticul; es una superficie plana que ocupa la mayor parte de los estados de Yucatán y Quintana Roo, cuya topografía consiste básicamente de formas cársticas.

En su exterior está constituida por caliza de alta permeabilidad debido a fenómenos de disolución, los cuales a su vez, no permiten la acumulación de suelos de espesor considerable. Se distinguen cuatro subprovincias dentro de la planicie interior, correspondiendo el área de estudio a la central.

- **Características de relieve.**

El predio se trata de un terreno prácticamente plano.

- **Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, derrumbes e inundaciones.**

Sismicidad / nula. Derrumbes / nulos.

c) Suelos

En el estado se registran varios tipos de suelo, de ellos destacan por su importancia, los de gley o akalché, son arcillosos y como ocupan las zonas más bajas se inundan durante la época de lluvias. Son aptos para los cultivos como el arroz y la caña de azúcar. Existen también suelos tzekel que corresponden a los redzinas y litosoles, que son poco aptos para la agricultura. También existen luvisoles, que por su profundidad permiten una agricultura mecanizada.

En el área del proyecto, se identifican dos tipos de suelo Leptosoles y Vertisoles:

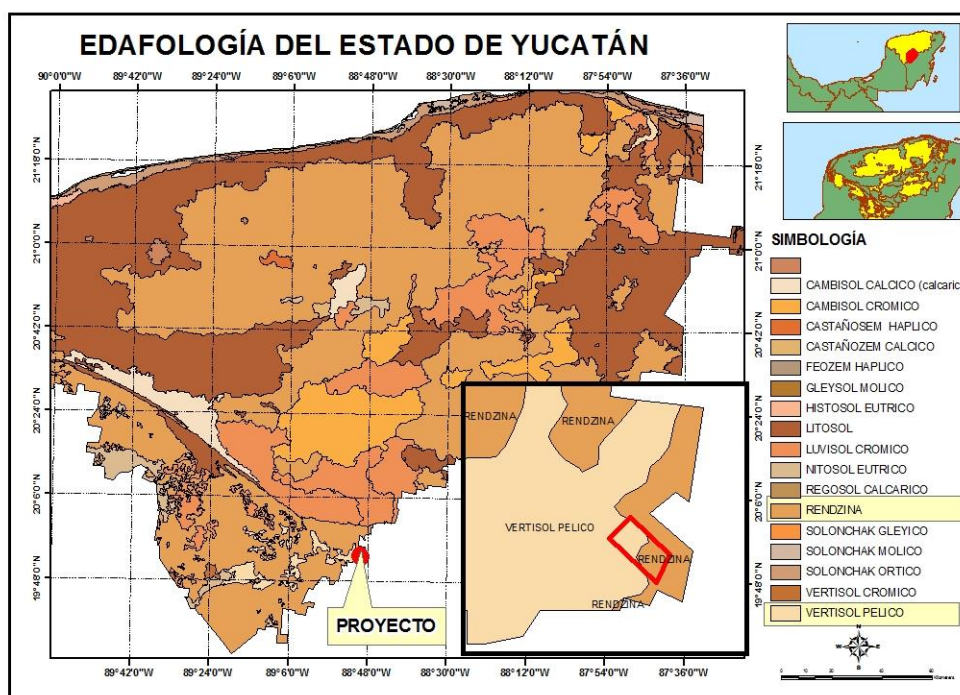


Figura 20 Tipos de suelo en el estado de Yucatán.

Las características de los suelos presentes en el sitio son las siguientes:

- **Vertisol (VR).** Suelos que tienen un horizonte vértico dentro de los primeros 100 cm de profundidad, contienen más del 30% de arcilla en todos sus horizontes, presentan grietas que se abren periódicamente y tienen contacto lítico o paralítico.
- **Rendzina (E)** Suelos someros (menos de 50 cm de profundidad), con una capa superficial abundante en humus y muy fértil (horizonte mólico) que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal (más de 40%) y generalmente son arcillosos.

d) Hidrología superficial y subterránea

En el estado de Yucatán no existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, hay corrientes subterráneas que forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

El coeficiente de escurrimiento superficial es del 5% en casi todo el municipio. El agua de lluvia se infiltra rápidamente por el sustrato rocoso hasta su incorporación al sistema hidrológico subterráneo (Duch, 1988).

La península corresponde a una cuenca hidrológica, en la que el recurso hidráulico es esencialmente subterráneo, con un acuífero Kárstico de tipo libre, donde los niveles del agua varían alrededor de los 120 m de profundidad en la parte de lomeríos a 30 m en la parte de la planicie, reduciendo hasta a menos de 5 m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa.

Así, el acuífero que subyace al municipio de Tzucacab forma parte de un gran acuífero peninsular, el cual está contenido en una estructura formada básicamente por rocas calcáreas que debido a su gran permeabilidad y a la morfología geohidrológica de la región, establecen el conjunto de condiciones que permiten la existencia de un acuífero Kárstico con un nivel muy cercano a la superficie en casi toda la porción norte de la península de Yucatán y a unos 100 metros de profundidad en el predio del proyecto.

• **Hidrología subterránea.**

La zona donde se encuentra el proyecto, no se tiene corrientes superficiales de agua, pero cuenta con un sistema subterráneo alimentado por las lluvias. El estado de Yucatán se caracteriza por carecer de corrientes superficiales, por lo tanto, la única fuente de agua para todo uso es la del acuífero subterráneo.

Tabla 39 Características de las regiones hidrológicas del estado de Yucatán.

Región Hidrológica	Superficie total, (km ²)	Nombre de las cuencas	% del territorio estatal	Precipitación anual (mm) (1941-2002)	Escurrecimiento %
32 Yucatán Norte	58135	Quintana Roo	5.10	1067	0-5
		Yucatán	89.57		0-5 y 5-10
33 Yucatán este	38308	Cuencas cerradas	5.33	1238	0-5 y 10-20

Fuente: CNA, 2004

En el sitio del proyecto no se identifica ningún cenote.

IV.2.2.2 Medio Biótico

a) Vegetación terrestre

El procedimiento para elaborar el Mapa de Vegetación de este predio se describe a continuación: tomando como base el mapa topográfico georeferenciado con el polígono del predio, se llevó a cabo en gabinete un proceso de análisis e interpretación de imágenes aéreas.

Al iniciar el trabajo de campo se realizaron recorridos en las brechas de acceso para identificar los límites del predio y se verificaron los vértices del polígono que representa el predio. Posteriormente se recorrió el predio tomando los puntos de contacto, con un Sistema de Posicionador Global, (GPS) marca Garmin® coordenadas UTM, DATUM WGS-84, de las diferentes condiciones que presenta la vegetación, los puntos registrados se ingresaron al programa Autocad de diseño para obtener un plano y ubicar las condiciones de la vegetación del predio. Se identificó una condición en este ecosistema: selva mediana subcaducifolia.

Es importante mencionar que las condiciones de la vegetación registradas en este predio, se derivan de un mismo tipo de vegetación y no presentan diferencias en cuanto a composición de especies y estructura horizontal y vertical de la vegetación, por lo que el mapa de vegetación definitivo que se presenta es congruente con los valores obtenidos de los sitios de muestreo.

En el Anexo de Planos, se presenta la ubicación de los sitios de muestreo y su distribución refleja los recorridos de verificación física que se llevaron a cabo en este estudio (Anexo II).

Metodología

Para conocer la estructura y composición de la vegetación presente en el área de estudio se llevó a cabo un muestreo sistemático, el cual consistió en el levantamiento de 12 sitios rectangulares, de 50 m de largo por 20 m de ancho (1000 m²), lo que nos da una intensidad de muestreo de 1.0%; así como la misma cantidad de sitios anidados de 10 x 10 (100 m²) para la evaluación del estrato herbáceo, así como la regeneración natural.

En cada sitio de muestreo se registraron por especie todos los árboles vivos y muertos con diámetro normal (DN) igual ó mayor a 7.5 cm, es decir desde la categoría diamétrica de 10 cm; también se tomaron datos de la altura total, altura del fuste limpio, diámetro de copa y condición del árbol (vigor y estado fitosanitario).

Con la finalidad de obtener un listado florístico de la vegetación del predio, se realizaron recorridos exhaustivos para obtener un registro confiable de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas observadas en el área de estudio. Para lo cual se contó con apoyo bibliográfico, cartográfico y la experiencia del personal de campo, el cual es conocedor de la vegetación forestal de la península de Yucatán.

Con los datos obtenidos a partir del muestreo, también se estimó el Valor de Importancia Relativa (VIR) de las especies arbóreas que conforman la vegetación presente en el área de estudio, a partir de la siguiente expresión.

$$VIR = DR + FR + AR$$

Dónde:

- La densidad relativa (DR = número de individuos de cada especie / número total de individuos x 100);
- La frecuencia relativa (FR = frecuencia de cada especie / frecuencia total de todas las especies x 100).

- La dominancia relativa ($AR = \text{dominancia de cada especie} / \text{dominancia de todas las especies} \times 100$) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo.

Asimismo, se analizó la diversidad biológica tanto del área de estudio como de la cuenca en los tres estratos que fueron identificados, utilizando para ello los índices de Shannon Wiener (H') y Simpson; para el caso de la cuenca, se levantó un total de 10 sitios de muestreo con la mismas características que los demás.

Descripción fisonómica de la vegetación.

La vegetación presente en el área de estudio, corresponde a una formación secundaria en sus etapas intermedio-avanzadas de desarrollo, derivada de selva mediana subcaducifolia en un lento proceso de recuperación (creciendo sobre suelos pobres), cuyo deterioro se encuentra ligado a la acción de una serie de fenómenos naturales y antropogénicos que de forma cíclica los primeros y permanente estos últimos, se encuentran presentes en el área del proyecto. En la comunidad vegetal presente en el área de estudio, se observa una evidente diversidad de familias botánicas, como puede apreciarse a continuación.

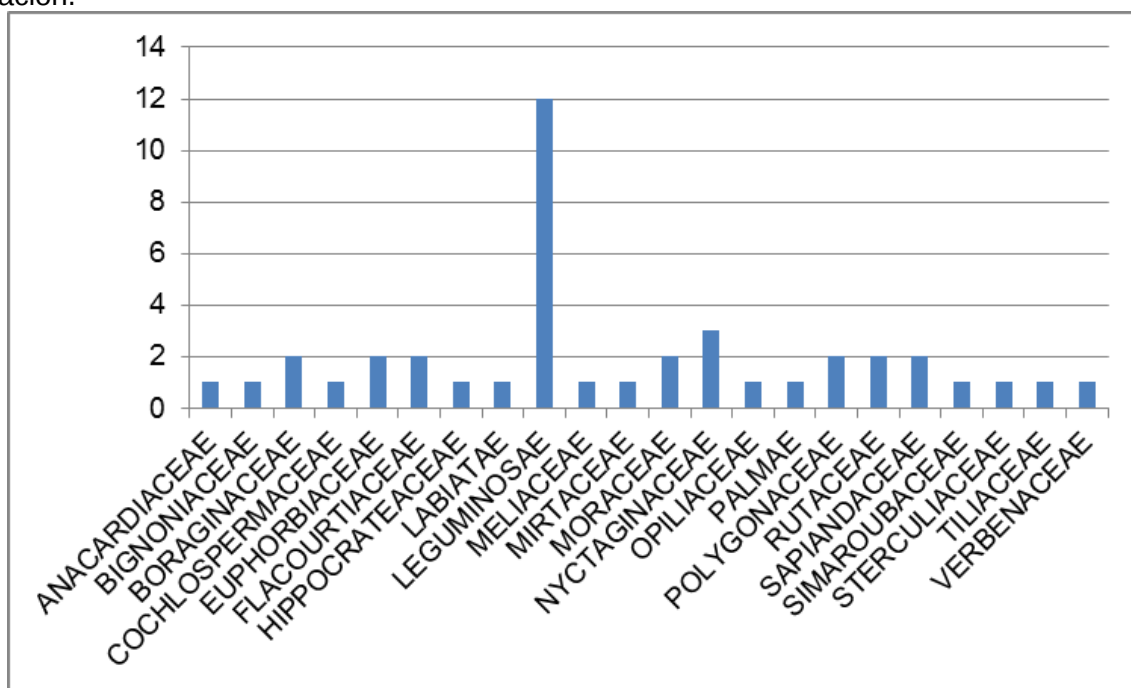


Figura 21 Distribución de las especies por familia.

En total se registraron 22 familias botánicas, de las cuales, las más importante de forma indiscutible son las leguminosas con el 28.57% del total de especies, le siguen muy de lejos las familias Nyctaginaceae con el 7.14%.

A continuación se presenta el listado de las especies y su forma de vida observado en el área de estudio.

A continuación se presenta el listado de las especies y su forma de vida que fue observado en el área de estudio.

Tabla 40 Composición florística observada en el área del proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN
ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombi</i>	Huhub/Jobo	Árbol	Nativa
BIGNONIACEAE	<i>Crescenti cujete</i>	Was-guiro	Árbol	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Bojom	Árbol	Nativa
BORAGINACEAE	<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek/Roble	Árbol	Nativa
COCHLOSPERMACEAE	<i>Cochlospermum vitilifolium</i>	Chu'um	Árbol	Nativa
EUPHORBIACEAE	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	Ch'iin tok'	Árbol	Nativa
EUPHORBIACEAE	<i>Croton reflexyfolius</i>	P'eskuts	Árbol	Nativa
FLACOURTIACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Tamay/palo volador	Árbol	Nativa
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia nitida</i>	Iximche	Árbol	Nativa
HIPPOCRATEACEAE	<i>Hippocratea excelsa</i>	Chum loob	Árbol	Nativa
LABIATAE	<i>Hyptis capitata</i>	Xolte' xnuk	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinto / tinta che'	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium albicans</i>	Chukum	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Pithecellobium leucospermum</i>	Ya' axek'	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak yab	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Tak'inché	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Diphyssa carthagenensis</i>	Ts'uts'uk	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxin	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Acacia gentlei</i>	Subin che'	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Acacia angustissima</i>	K'aantemo'	Árbol	Nativa
LEGUMINOSAE	<i>Piscidia psicipula</i>	Ha'abin	Árbol	Nativa
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Árbol	Nativa
MIRTACEAE	<i>Psidium sartorianum</i>	Pichi'che'/guayabillo	Árbol	Nativa
MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	Árbol	Nativa
MORACEAE	<i>Chlorophora tinctoria</i>	mora	Árbol	Nativa
NICTAGINACEAE	<i>Eugenia mayana</i>	Sak ok loob	Árbol	Nativa
NICTAGINACEAE	<i>Neea fagifolia</i>	Chak che'	Árbol	Nativa
NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia aculeata</i>	Be'eb	Árbol	Nativa
OPILIAEAE	<i>Agonandra obtusifolia</i>	Pa'kalche'	Árbol	Nativa
PALMAE	<i>Sabal mexicana</i>	Huano	Árbol	Nativa
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Bo'oy ch'iich	Árbol	Nativa
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Tojyub	Árbol	Nativa
RUTACEAE	<i>Randia truncata</i>	Kaba k'ax	Árbol	Nativa
RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yu'uy	Árbol	Nativa
SAPIANDACEAE	<i>Talisia floresii</i>	Kolok	Árbol	Nativa
SAPIANDACEAE	<i>Sapindus saponaria</i>	Sibuul	Árbol	Nativa
SIMAROUACEAE	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak'	Árbol	Nativa
STERCULIACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pixox	Árbol	Nativa
TILIACEAE	<i>Luhea speciosa</i>	Xk'askaat	Árbol	Nativa
VERBENACEAE	<i>Rehdera trinervis</i>	Sak wisilche'	Árbol	Nativa

*Especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, la densidad de individuos/ha para las 42 especies leñosas (árboles) presentes en el área de estudio, nos muestra una clara la dominancia de una especie de la familia verbenaceae (*Rehdera*

trinervis) con el 28.28% de los individuos, le sigue más de lejos un pequeño grupo de tres especies (*Pithecellobium albicans*, *Piscidia piscipula* y *Talisia floresii*) con el 11.17%, 10.03% y 6.16% respectivamente. Estas cuatro especies representan en conjunto el 55.64%. Asimismo, la familia botánica con mayor densidad es la leguminosae que representa el 40.94% del total de los individuos presentes en el área de estudio.

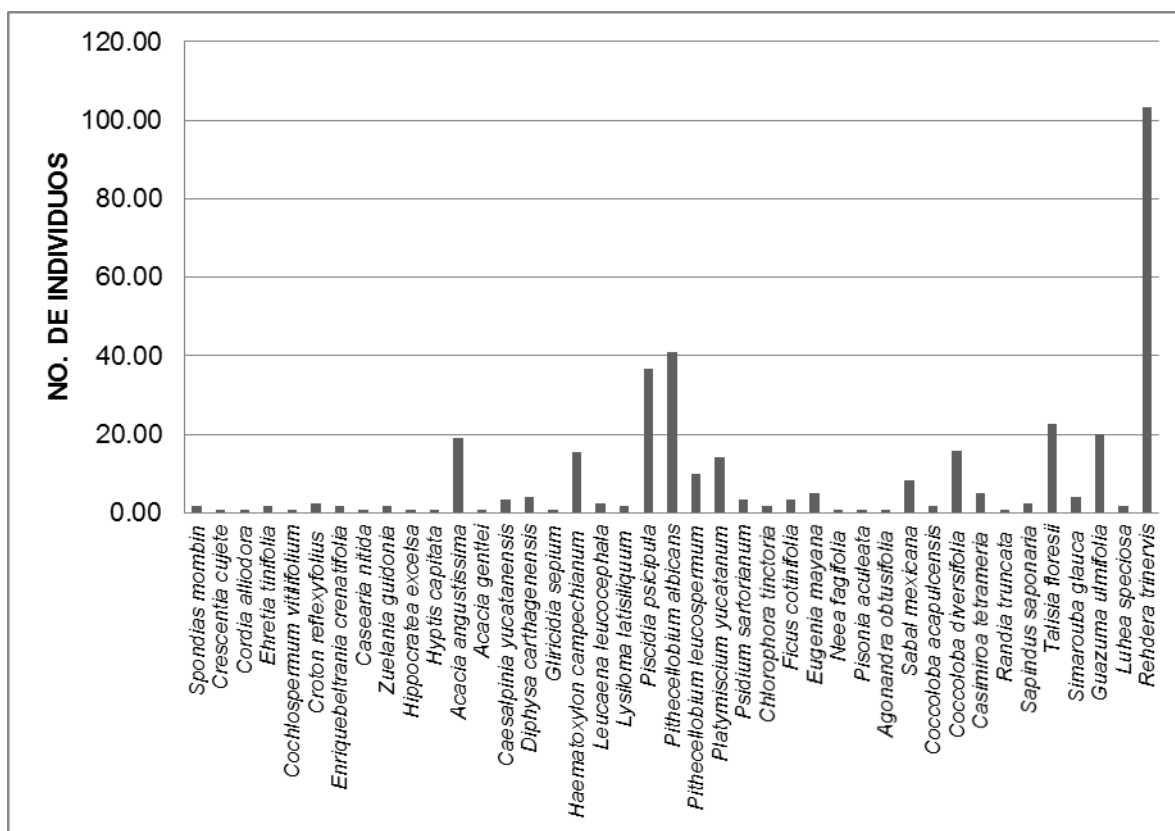


Figura 22 Número de individuos/ha por especie.

La cobertura de copa en el estrato arbóreo es del 38.47% (3,847.08 m²/ha) la cual se considera baja; esto favorece el desarrollo de especies intolerantes a la sombra (heliófitas), si bien también nos habla de que se trata de una formación vegetal en sus primeras etapas de desarrollo. Con el 21.84% es *Rehdera trinervis* la especie con mayor cobertura, le sigue *Acacia angustissima* con 15.10%, inmediatamente después está *Pithecellobium albicans* con un 12.35%, luego continúa *Piscidia piscipula* con el 8.39% y después *Haematoxylon campechianum* con 6.82%. En total, este grupo de cinco especies representan el 64.51% del total de la cobertura de copa presente en el área del proyecto.

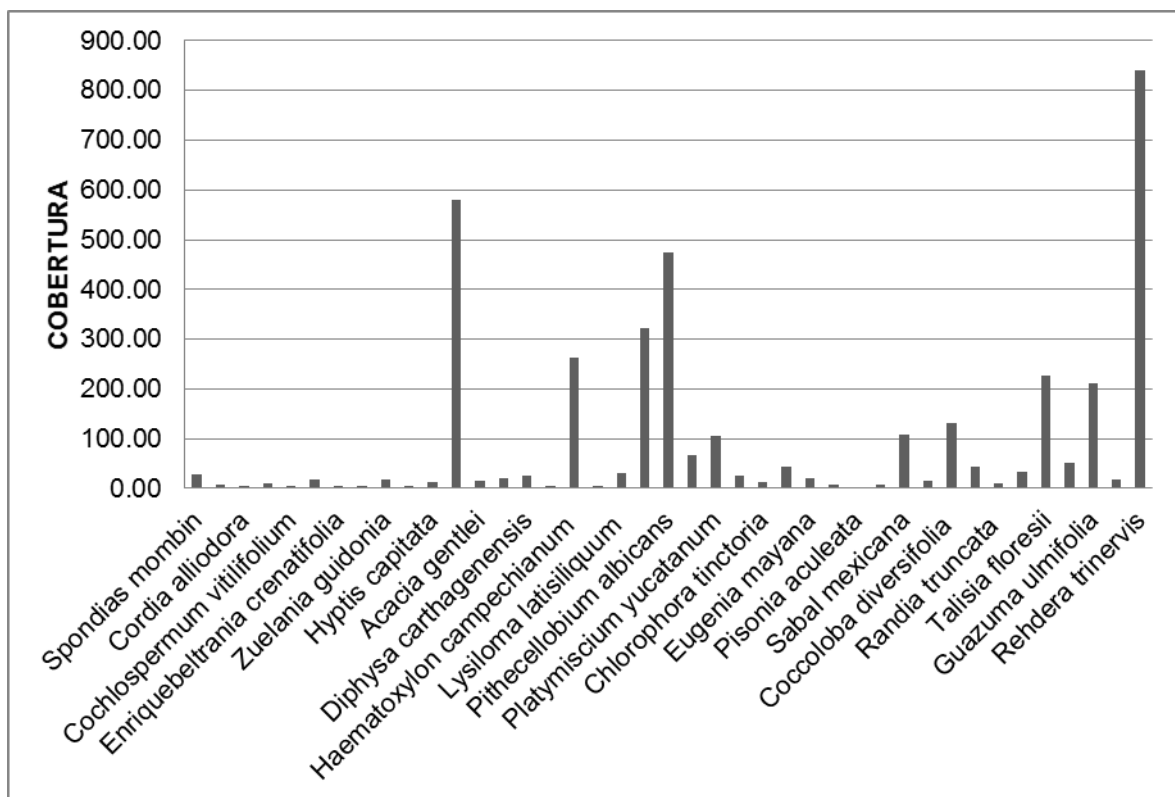


Figura 23 Cobertura de copa de la vegetación arbórea presente en el área del proyecto.

Es indudable que tanto la densidad (número de individuos/ha) como la cobertura de copa (m²/ha) tienen un fuerte impacto en la fisonomía de la vegetación presente en el área de estudio.

Valor de Importancia Relativa

A continuación se presentan los valores de importancia relativa calculados para la vegetación arbórea presente en el área de estudio.

Tabla 41 Valores de importancia relativa de la vegetación leñosa presente en el área de estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	D	DR	F	FR	A	AR	VIR
<i>Acacia angustissima</i>	19.17	5.24%	1	1.16%	0.71216	11.19%	5.87%
<i>Acacia gentlei</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00655	0.10%	0.50%
<i>Agonandra obtusifolia</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.01106	0.17%	0.52%
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	3.33	0.91%	2	2.33%	0.03358	0.53%	1.26%
<i>Casearia nitida</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.01283	0.20%	0.53%
<i>Casimiroa tetrameria</i>	5.00	1.37%	2	2.33%	0.05956	0.94%	1.54%
<i>Chlorophora tinctoria</i>	1.67	0.46%	1	1.16%	0.02579	0.41%	0.67%
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	1.67	0.46%	1	1.16%	0.02998	0.47%	0.70%
<i>Coccoloba diversifolia</i>	15.83	4.33%	2	2.33%	0.14877	2.34%	3.00%
<i>Cochlospermum vitilifolium</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.01676	0.26%	0.55%
<i>Cordia alliodora</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.01676	0.26%	0.55%
<i>Crescenti cujete</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00942	0.15%	0.51%

NOMBRE CIENTÍFICO	D	DR	F	FR	A	AR	VIR
<i>Croton reflexyfolius</i>	2.50	0.68%	1	1.16%	0.02389	0.38%	0.74%
<i>Diphysa carthagenensis</i>	4.17	1.14%	2	2.33%	0.04778	0.75%	1.41%
<i>Ehretia tinifolia</i>	1.67	0.46%	1	1.16%	0.03901	0.61%	0.74%
<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i>	1.67	0.46%	1	1.16%	0.02049	0.32%	0.65%
<i>Eugenia mayana</i>	5.00	1.37%	1	1.16%	0.05799	0.91%	1.15%
<i>Ficus cotinifolia</i>	3.33	0.91%	3	3.49%	0.08384	1.32%	1.91%
<i>Gliricidia sepium</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.01106	0.17%	0.52%
<i>Guazuma ulmifolia</i>	20.00	5.47%	3	3.49%	0.25303	3.98%	4.31%
<i>Haematoxylon campechianum</i>	15.45	4.23%	7	8.14%	0.57355	9.01%	7.13%
<i>Hippocratea excelsa</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00792	0.12%	0.51%
<i>Hyptis capitata</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00942	0.15%	0.51%
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.50	0.68%	3	3.49%	0.01964	0.31%	1.49%
<i>Luhea speciosa</i>	1.67	0.46%	2	2.33%	0.03829	0.60%	1.13%
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1.67	0.46%	1	1.16%	0.05236	0.82%	0.81%
<i>Neea fagifolia</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00942	0.15%	0.51%
<i>Piscidia piscipula</i>	36.67	10.03%	3	3.49%	0.56575	8.89%	7.47%
<i>Pisonia aculeata</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00792	0.12%	0.51%
<i>Pithecellobium albicans</i>	40.83	11.17%	6	6.98%	0.66942	10.52%	9.56%
<i>Pithecellobium leucospermum</i>	10.00	2.74%	3	3.49%	0.18347	2.88%	3.04%
<i>Platymiscium yucatanum</i>	14.17	3.88%	3	3.49%	0.17176	2.70%	3.35%
<i>Psidium sartorianum</i>	3.33	0.91%	2	2.33%	0.03495	0.55%	1.26%
<i>Randia truncata</i>	0.83	0.23%	1	1.16%	0.00655	0.10%	0.50%
<i>Rehdera trinervis</i>	103.33	28.28%	9	10.47%	1.55938	24.50%	21.08%
<i>Sabal mexicana</i>	8.33	2.28%	3	3.49%	0.24662	3.88%	3.21%
<i>Sapindus saponaria</i>	2.50	0.68%	2	2.33%	0.04765	0.75%	1.25%
<i>Simarouba glauca</i>	4.17	1.14%	1	1.16%	0.04274	0.67%	0.99%
<i>Spondias mombi</i>	1.67	0.46%	2	2.33%	0.06604	1.04%	1.27%
<i>Talisia floresii</i>	22.50	6.16%	4	4.65%	0.40160	6.31%	5.71%
<i>Zuelania guidonia</i>	1.67	0.46%	2	2.33%	0.02913	0.46%	1.08%
TOTALES	365.45	100.00%	86	100.00%	6.36385	100.00%	100.00%

Puede observarse que nuevamente es *Rehdera trinervis* con el 21.08% la especie que exhibe el mayor valor del VIR, más lejanamente está *Pithecellobium albicans* con el 9.56% y después está se encuentran casi juntas *Piscidia piscipula* y *Haematoxylon campechianum* con el 7.47% y 7.13% respectivamente; en conjunto solo cuatro especies dominantes suman el 45.23% del VIR observado en el área de estudio. De esta forma podemos decir que algunas de las especies dominantes en el estrato arbóreo debido a su densidad, frecuencia y área basal (VIR) son las mismas que determinan la fisonomía del área de estudio; si bien también debemos mencionar que debido el estado de desarrollo

de la vegetación se encuentra en sus primeras fases, la dominancia se encuentra compartida por un grupo pequeño de especies intolerantes a la sombra.

Wilson (1988) refiere que la biodiversidad o riqueza biótica es patrimonio de la humanidad, ya que tiene como característica su singularidad e irrepetibilidad en cada lugar, región ó continente y, en última instancia, de todo el planeta. Si aceptamos que la biodiversidad es una propiedad de los seres vivos y, por tanto, algo más que el número de especies en un tiempo y lugar, hemos de plantearnos cómo medirla para averiguar cuál es el estado de los procesos ecológicos que tienen lugar y si es posible la aplicación de medidas que permitan detener y corregir los procesos de deterioro a que estén sometidas, hasta lograr la restauración de las interrelaciones funcionales originales. Para estimar la diversidad de especies en el área de estudio se usó el siguiente índice.

Índice de Shannon-Wiener (H')

Para estimar la diversidad biológica, éste índice se basa en la teoría de la información y asume, que el muestreo de los individuos fue aleatorio a partir de una población indefinidamente grande y que todas las especies están representadas en la muestra. La fórmula para determinar este índice es:

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde: p_i representa la abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i .

Debemos tener en cuenta que Shannon Wiener da más peso a las especies menos abundantes y poco comunes ó raras, por lo que tiene la tendencia intrínseca a sobrevalorar este tipo de especies.

En primera instancia se valoró la diversidad biológica de cada uno de los tres estratos observados en el área de estudio.

Para el caso del estrato arbóreo, se obtuvo un índice con valor intermedio tendiendo a alto; la riqueza de especies si bien es intermedia, es la menor que se observó en el área de estudio (24).

Tabla 42 Cálculo del índice de Shannon Wiener para las especies arbóreas.

NOMBRE CIENTÍFICO	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
<i>Acacia angustissima</i>	23	0.1004	-2.2982	-0.2308
<i>Agonandra obtusifolia</i>	1	0.0044	-5.4337	-0.0237
<i>Casearia nitida</i>	1	0.0044	-5.4337	-0.0237
<i>Casimiroa tetrameria</i>	6	0.0262	-3.6420	-0.0954
<i>Chlorophora tinctoria</i>	2	0.0087	-4.7406	-0.0414
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	2	0.0087	-4.7406	-0.0414
<i>Coccoloba diversifolia</i>	13	0.0568	-2.8688	-0.1629
<i>Crescenti cujete</i>	1	0.0044	-5.4337	-0.0237
<i>Ehretia tinifolia</i>	2	0.0087	-4.7406	-0.0414
<i>Ficus cotinifolia</i>	1	0.0044	-5.4337	-0.0237
<i>Guazuma ulmifolia</i>	24	0.1048	-2.2557	-0.2364
<i>Haematoxylon campechianum</i>	6	0.0262	-3.6420	-0.0954
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.0087	-4.7406	-0.0414
<i>Neea fagifolia</i>	1	0.0044	-5.4337	-0.0237
<i>Piscidia psicipula</i>	44	0.1921	-1.6495	-0.3169

NOMBRE CIENTÍFICO	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
<i>Pisonia aculeata</i>	1	0.0044	-5.4337	-0.0237
<i>Pithecellobium albicans</i>	11	0.0480	-3.0358	-0.1458
<i>Rehdera trinervis</i>	62	0.2707	-1.3066	-0.3537
<i>Sabal mexicana</i>	10	0.0437	-3.1311	-0.1367
<i>Sapindus saponaria</i>	3	0.0131	-4.3351	-0.0568
<i>Simarouba glauca</i>	5	0.0218	-3.8243	-0.0835
<i>Spondias mombi</i>	2	0.0087	-4.7406	-0.0414
<i>Talisia floresii</i>	4	0.0175	-4.0474	-0.0707
<i>Zuelania guidonia</i>	2	0.0087	-4.7406	-0.0414
Total general	229			-2.3759
Índice Shannon Wiener				2.3759
Máxima diversidad del ecosistema H' Máx				3.1781

Para el estrato arbustivo, el valor de diversidad biológica puede considerarse como bajo, si bien se acerca a los valores intermedios. A pesar de lo cual, dicho estrato ostenta la mayor riqueza de especies en el área de estudio (44)

Tabla 43 Cálculo del índice de Shannon Wiener para las especies arbustivas.

NOMBRE CIENTÍFICO	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
<i>Acacia collinsii</i>	5	0.0278	-3.5835	-0.0995
<i>Acacia cornigera</i>	8	0.0444	-3.1135	-0.1384
<i>Acacia penatula</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Agonandra obtusifolia</i>	7	0.0389	-3.2470	-0.1263
<i>Arrabidaea pubescens</i>	3	0.0167	-4.0943	-0.0682
<i>Bauhinia divaricata</i>	15	0.0833	-2.4849	-0.2071
<i>Bauhinia herrerae</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Bourreria pulchra</i>	3	0.0167	-4.0943	-0.0682
<i>Bunchosia glabra</i>	7	0.0389	-3.2470	-0.1263
<i>Bursera simaruba</i>	2	0.0111	-4.4998	-0.0500
<i>Casearia nitida</i>	5	0.0278	-3.5835	-0.0995
<i>Casimiroa tetrameria</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Chlorophora tinctoria</i>	2	0.0111	-4.4998	-0.0500
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Cnidocolus chayamnsa</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Croton reflexyfolius</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Diopyros cuneata</i>	3	0.0167	-4.0943	-0.0682
<i>Diospyros verae-crucis</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Diphyssa carthagenensis</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Ehretia tinifolia</i>	2	0.0111	-4.4998	-0.0500

NOMBRE CIENTÍFICO	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	0.0389	-3.2470	-0.1263
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Hippocratea excelsa</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	9	0.0500	-2.9957	-0.1498
<i>Hyptis capitata</i>	5	0.0278	-3.5835	-0.0995
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	2	0.0111	-4.4998	-0.0500
<i>Leucaena leucocephala</i>	34	0.1889	-1.6666	-0.3148
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4	0.0222	-3.8067	-0.0846
<i>Malmea depresa</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Pisonia aculeata</i>	18	0.1000	-2.3026	-0.2303
<i>Randia aculeata</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Randia truncata</i>	4	0.0222	-3.8067	-0.0846
<i>Sabal mexicana</i>	7	0.0389	-3.2470	-0.1263
<i>Senna peralteana</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Sideroxylum retusa</i>	3	0.0167	-4.0943	-0.0682
<i>Solanum hirtum</i>	2	0.0111	-4.4998	-0.0500
<i>Swartzia cubensis</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Tabernaemonta alba</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Touinia paucidentata</i>	3	0.0167	-4.0943	-0.0682
<i>Trichilia arborea</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
<i>Triumfetta ulmifolia</i>	1	0.0056	-5.1930	-0.0288
Total general	180			-1.8199
Índice Shannon Wiener				1.8199
Máxima diversidad del ecosistema H' Máx				3.7842

Para el caso del estrato herbáceo, se obtuvo un índice de Shannon Wiener que puede considerarse alto, si bien la riqueza de especies no es muy alta (28).

Tabla 44 Cálculo del índice de Shannon Wiener para las especies herbáceas.

NOMBRE CIENTÍFICO	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
<i>Arrabidaea pubescens</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Brachiaria fasciculata</i>	30	0.1053	-2.2513	-0.2370
<i>Coccoloba diversifolia</i>	2	0.0070	-4.9593	-0.0348
<i>Diospyros verae-crucis</i>	45	0.1579	-1.8458	-0.2914
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	5	0.0175	-4.0431	-0.0709
<i>Ipomoea jalapa</i>	63	0.2211	-1.5094	-0.3336

NOMBRE CIENTÍFICO	n	p(i) = n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
<i>Malvaviscus arboreus</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Mentzelia aspera</i>	2	0.0070	-4.9593	-0.0348
<i>Mimosa pudica</i>	6	0.0211	-3.8607	-0.0813
<i>Morinda yucatanensis</i>	6	0.0211	-3.8607	-0.0813
<i>Ocimum micranthum</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Petrea volubilis</i>	7	0.0246	-3.7066	-0.0910
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Randia truncata</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Sabal mexicana</i>	6	0.0211	-3.8607	-0.0813
<i>Scleria lithosperma</i>	8	0.0281	-3.5730	-0.1003
<i>Senna peralteana</i>	13	0.0456	-3.0875	-0.1408
<i>Sida acuta</i>	9	0.0316	-3.4553	-0.1091
<i>Solanum hirtum</i>	2	0.0070	-4.9593	-0.0348
<i>Solanum eriantum</i>	18	0.0632	-2.7621	-0.1744
<i>Stizolobium pruriens</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Tragia yucatanensis</i>	1	0.0035	-5.6525	-0.0198
<i>Waltheria americana</i>	9	0.0316	-3.4553	-0.1091
<i>Wedelia hispida</i>	27	0.0947	-2.3567	-0.2233
<i>Wedeliafertilis</i>	5	0.0175	-4.0431	-0.0709
<i>Zexmenia frutescens</i>	13	0.0456	-3.0875	-0.1408
Total general	285			-2.6196
Índice Shannon Wiener				2.6196
Máxima diversidad del ecosistema H' Máx				3.3322

Para los tres estratos, tenemos que en este caso, tanto para el índice de Shannon-Wiener se encuentra entre los valores extremos 1.80 y 2.62, lo que evidentemente es un rango estrecho que a la vez podemos considerar como una diversidad baja tendiendo a intermedia.

Tabla 45 Valores del índice de Shannon Wiener calculados para cada uno de los tres estratos.

Estrato	Shannon-Wiener
Árboles	2.3759
Arbustos	1.8199
Hierbas	2.6196

En el gráfico puede observarse un comportamiento similar en los tres estratos, si bien evidentemente el estrato arbustivo es el menos biodiverso.

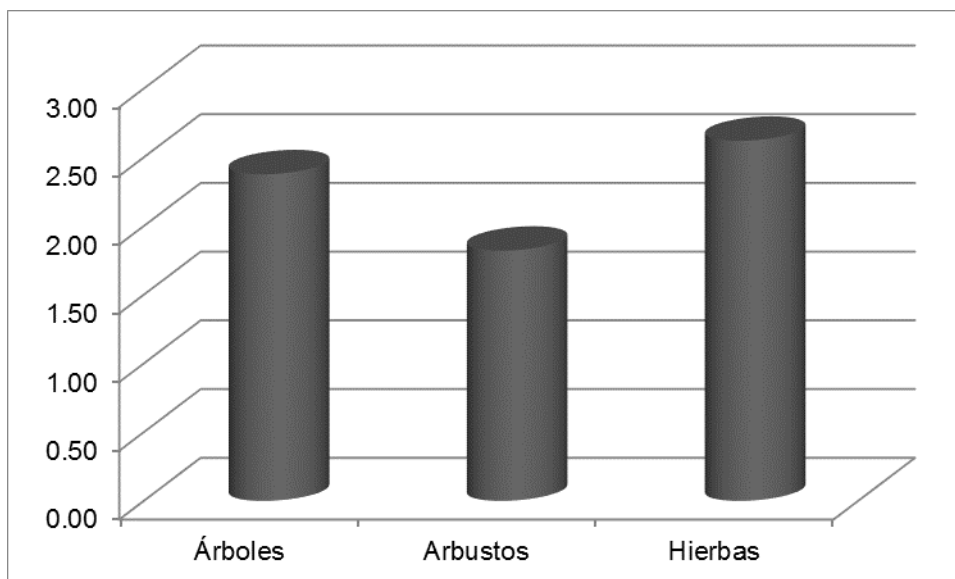


Figura 24 Distribución de los índices de diversidad biológica de Shannon Wiener por estrato.

Por otro lado, los valores de los índices de diversidad máximos (potencial) de Shannon Wiener nos muestran que el potencial máximo se encuentra en el estrato arbustivo, si bien debido a su baja densidad de individuos por especie, corresponde a la menor de las estimaciones que fue realizada en los tres estratos.

Tabla 46 Valores del índice máximo de Shannon Wiener para cada uno de los tres estratos.

ESTRATO	MÁX. DIVERSIDAD DEL ECOSIST. H'
Árboles	3.1781
Arbustos	3.7842
Hierbas	3.3322

De forma potencial, es el estrato con el menor valor estimado (arbustos) es que podría tener la mayor diversidad biológica; en tanto que los estratos arbóreo y arbustivo mantienen un comportamiento similar tanto en los valores estimados, como en el máximo o potencial.

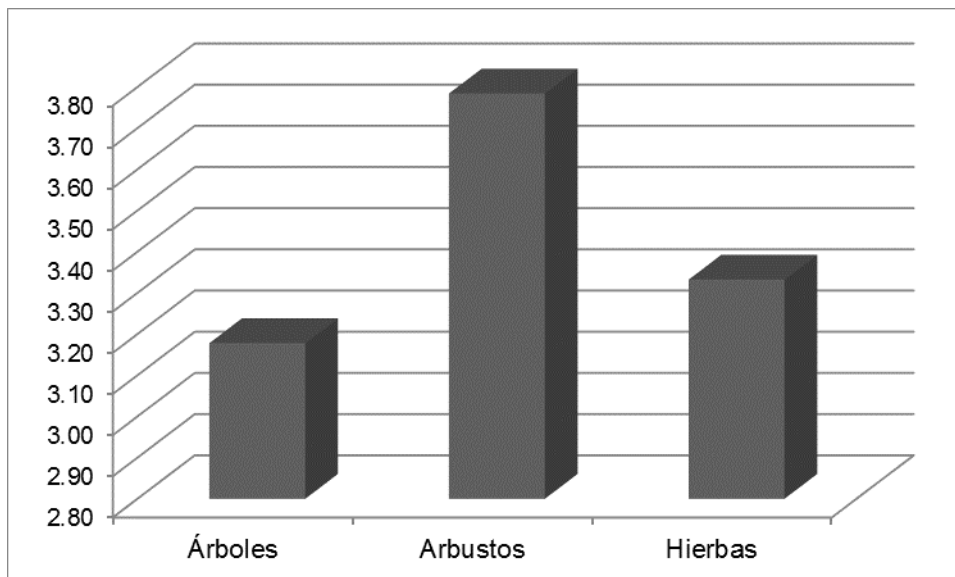


Figura 25 Distribución de los índices máximos (potencial) de diversidad biológica de Shannon Wiener por estrato.

Especies catalogadas

Se identificaron 2 especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentran en la categoría de amenazada y protección especial.

Tabla 47 Listado de especies de flora catalogada identificadas en el sitio.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	ESTATUS*
MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	MELIACEAE	Nativa	Pr
Zamiaceae	<i>Zamia</i>	<i>Loddigesii</i>	Palmiche, amigo del maíz, palmilla (Veracruz), tzompollo (Hidalgo)	No endémica	A

*A: Amenazada. Pr: Protección Especial.

b) Fauna

Para la caracterización de las especies de fauna silvestre identificadas en el sitio, se realizó un monitoreo, realizando recorridos en todo el predio para identificar las especies de fauna silvestre de reptiles, aves y mamíferos.

Se establecieron dos métodos de registro, para los tres grupos de especies el método de búsqueda directa no restringida, el cual consiste en buscar en todos los lugares donde sea posible. Esta técnica resulta muy práctica para obtener listados en corto tiempo.

Y el conteo en un transecto con un ancho de banda establecido, el cual fue variable para cada grupo.



Fotografía 10 *Melanerpes aurifrons*.

Tabla 48 Coordenadas de transecto para anfibios y reptiles.

TRANSECTO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	309358.00	2200266.00
2	309150.00	2200561.00
3	308782.00	2200614.00
4	308423.00	2200735.00

Anfibios y Reptiles

El ancho de banda establecido fue de 2 m. a cada lado, durante el recorrido se contabilizaron los anfibios y reptiles observados dentro del rango establecido, así como aquellas identificadas fuera del transecto. En el transecto se registró la especie y frecuencia de aparición. Los muestreos se realizaron de las 06.00 a las 10.00 horas y de 18.00 a 23.00.

Para la identificación se utilizaron guías especializadas como las de Cedeño-Vázquez *et al.* (2006) y López *et al.* (2009) para anfibios y los de Lee (2000) para reptiles.

El transecto tuvo una longitud de 1,460 m., por lo que considerando que el ancho de banda fue de 2 m., se muestreó en una superficie de 29,200 m².

Aves

Para el caso de las aves, el ancho de banda de los transectos fue de 10 m. a cada lado. Durante el recorrido se contabilizaron las aves observadas y escuchadas dentro del rango establecido, así como aquellas que pasaban sobrevolando en el ancho de banda.

Las aves observadas fuera del transecto del área cubierta o de los traslados, fueron anexadas al listado general de especies, pero no fueron consideradas para el análisis de la densidad.



Fotografía 11 Individuo de *Glaucidium brasilianum*.

Mamíferos

Los muestreos estuvieron dirigidos a los mamíferos medianos, el registro se realizó a través de recorridos de transectos de longitud variable (mismas que se utilizaron para las aves) y en el que utilizó métodos directos por medio de avistamientos e indirectos a través de huellas, excretas, madrigueras, residuos de alimento, echaderos, letrinas, talladeros, entre otros (Aranda, 2000; Reid, 1997). La nomenclatura utilizada fue la propuesta por Ramírez-Pulido y colaboradores (2005).



Fotografía 12 Sitio de trabajo.



Fotografía 13 Condiciones del sitio de monitoreo.

RESULTADOS

En el sitio se identificaron 56 especies de aves de 28 familias, entre las que destacan las del orden Tyrannidae, con 8 especies observadas (18%) a continuación se enlistan:

Tabla 49 Listado de aves identificadas en el predio.

ORDEN Y FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010
ORDEN: Tinamiformes			
FAMILIA: TINAMIDAE	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú Canela	Pr
	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Oriental	
ORDEN: Galliformes			
FAMILIA: CRACIDAE			
FAMILIA: ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz Yucateca	
ORDEN: Pelecaniformes			
FAMILIA: ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	
ORDEN: Accipitriformes			
FAMILIA: CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote Común	
	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	
FAMILIA: ACCIPITRIDAE			
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	
	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	

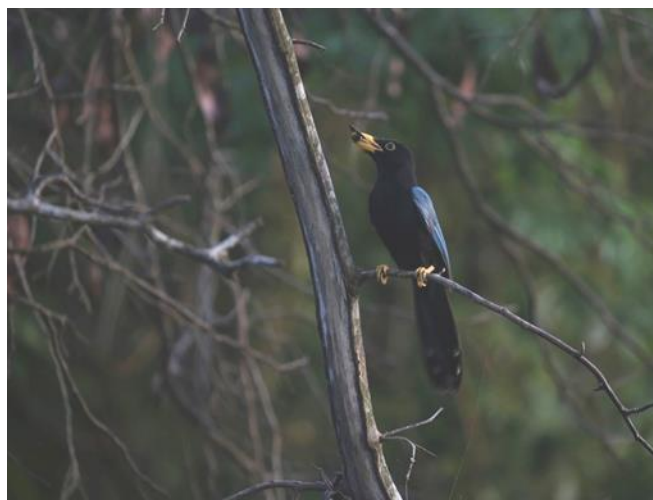
ORDEN Y FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059- SEMARNAT- 2010
ORDEN: Columbiformes			
FAMILIA: COLUMBIDAE	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	
	<i>Columbina passerina</i>	Tórtolita Pico Rojo	
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma Arroyera	
	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma Alas Blancas	
ORDEN: CUCULIFORMES	<i>Piaya cayana</i>	Cuculillo Canela	
FAMILIA : CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero Pijuy	
ORDEN: Strigiformes			
FAMILIA: STRIGIDAE	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote Bajeño	
ORDEN: Caprimulgiformes			
FAMILIA: CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras Menor	
	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Pauraque	
ORDEN: Apodiformes			
FAMILIA: TROCHILIDAE	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda Maya	
	<i>Amazilia candida</i>	Colibrí Cándido	
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí Yucateco	
ORDEN: Trogoniformes			
FAMILIA: Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa Cabeza Negra	
	<i>Trogon caligatus</i>	Coa Violácea Norteña	
ORDEN: Coraciiformes			
FAMILIA: MOMOTIDAE	<i>Momotus coeuliceps</i>	Momoto Corona Azul	
	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto Cejas Azules	
ORDEN: Piciformes			
FAMILIA: RAMPHASTIDAE	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarejo	Pr
FAMILIA: PICIDAE	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero Yucateco	
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	
ORDEN: Psittaciformes			
FAMILIA: PSITTACIDAE	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	Pr
	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	Pr
ORDEN: Passeriformes			
FAMILIA: DENDROCOLAPTINAE	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos Cabeza Gris	
	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos Bigotudo	
	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	Hormiguero pepito	
FAMILIA: TYRANNIDAE	<i>Contopus cinereus</i>	Papamoscas Tropical	

ORDEN Y FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059- SEMARNAT- 2010
	<i>Empidonax minimus</i>	Papamoscas Chico	
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas Triste	
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis Bienteveo	
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis Pico Grueso	
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí	
	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano Cuir	
FAMILIA: VIREONIDAE	<i>Vireo griseus</i>	Vireo Ojos Blancos	
	<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	Pr
FAMILIA: CORVIDAE			
	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea	
	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara Yucateca	
	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	
FAMILIA: HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	
FAMILIA: TROGLODYTIDAE	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared Moteado	
	<i>Uropsila leucogastra</i>	Saltapared vientre blanco	
FAMILIA: POLIOPTILIDAE	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita Tropical	Pr
FAMILIA: TURDIDAE	<i>Turdus grayi</i>	Mirlo Café	
FAMILIA: MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	
FAMILIA: PARULIDAE			
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe Trepador	
	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita Común	
	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe Encapuchado	
	<i>Setophaga parula</i>	Parula nortea	
FAMILIA: THRAUPIDAE			
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero Brincador	
	<i>Semillero Oliváceo</i>	Coereba flaveola	
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Chucho Páez	
	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	
FAMILIA: CARDINALIDAE	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	
FAMILIA: ICTERIDAE			
	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	
	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria Dorso Negro Menor	

***Simbología.- Pr: Protección Especial.**



Fotografía 14 *Mimus gilvus*.



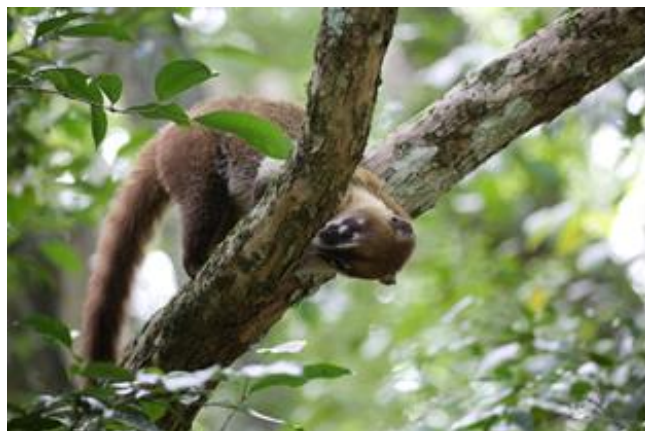
Fotografía 15 *Cyanocorax yucatanicus*.

En cuanto a reptiles y mamíferos, se identificaron 4 especies de cada grupo, entre los que destacan 3 especies catalogadas, dos reptiles y un pequeño mamífero, a continuación se presenta el listado de cada uno de los grupos:

Tabla 50 Listado de especies de reptiles y mamíferos identificados en el sitio.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010*
GRUPO: REPTILES			
FAMILIA: FRINGILLIDAE	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia Garganta Negra	
ORDEN: SQUAMATA			
FAMILIA: IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	A
FAMILIA: PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	lagartija escamuda yucateca	
FAMILIA: TEIIDAE	<i>Ameiva</i>	Ameiva	
FAMILIA: BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	Boa, och can	A
GRUPO: MAMÍFEROS			
ORDEN: Carnivora			
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorro gris, Chomak	
MUSTELIDAE	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo narigon- rayado	A
PROCYONIDAE	<i>Nasua narica</i>	Coati	
ORDEN: Rodentia			
FAMILIA: SCIURIDAE	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris	
FAMILIA: GEOMYIDAE	<i>Orthogeomys hispidus</i>	Tuza, topo	

***Simbología.- A: Amenazada. Pr: Protección Especial.**



Fotografía 16 *Nasua narica*.



Fotografía 17 *Ctenosaura similis*.

En la siguiente tabla se indica el número de individuos registrados en el transecto de banda, así como la forma de uso del hábitat al momento del registro:

Tabla 51 Individuos de fauna silvestre registrados en el transecto en banda.

ESPECIE	INDIVIDUOS REGISTRADOS	FORMA DE USO DEL HÁBITAT AL MOMENTO DEL REGISTRO	NOM059
<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	2	Alimentándose	Pr
<i>Ortalis vetula</i>	8	Alimentándose	
<i>Colinus nigrogularis</i>	8	Alimentándose	
<i>Bubulcus ibis</i>	4	Alimentándose	
<i>Coragyps atratus</i>	16	Descanso	
<i>Cathartes aura</i>	4	Desplazamiento	
<i>Rupornis magnirostris</i>	2	Descanso	
<i>Buteo plagiatus</i>	1	Desplazamiento	
<i>Patagioenas flavirostris</i>	2	Descanso	
<i>Columbina passerina</i>	4	Alimentándose	
<i>Leptotila verreauxi</i>	2	Desplazamiento	
<i>Zenaida asiatica</i>	12	Alimentándose	
<i>Piaya cayana</i>	1	Descanso	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	4	Desplazamiento	
<i>Glaucidium brasilianum</i>	2	Alimentándose	
<i>Chordeiles acutipennis</i>	1	Descanso	
<i>Nyctidromus albicollis</i>	1	Alimentándose	
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	2	Alimentándose	
<i>Amazilia candida</i>	3	Descanso	
<i>Amazilia yucatanensis</i>	2	Descanso	
<i>Trogon melanocephalus</i>	2	Alimentándose	
<i>Trogon caligatus</i>	2	Descanso	
<i>Momotus coeuliceps</i>	1	Alimentándose	

ESPECIE	INDIVIDUOS REGISTRADOS	FORMA DE USO DEL HÁBITAT AL MOMENTO DEL REGISTRO	NOM059
<i>Eumomota superciliosa</i>	2	Alimentándose	
<i>Pteroglossus torquatus</i>	1	Desplazamiento	Pr
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	3	Desplazamiento	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	Desplazamiento	
<i>Dryocopus lineatus</i>	2	Alimentándose	
<i>Amazona albifrons</i>	2	Alimentándose	Pr
<i>Eupsittula nana</i>	4	Alimentándose	Pr
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	2	Alimentándose	
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	2	Alimentándose	
<i>Synallaxis erythrothorax</i>	2	Alimentándose	
<i>Contopus cinereus</i>	1	Alimentándose	
<i>Empidonax minimus</i>	2	Descanso	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	Alimentándose	
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	Alimentándose	
<i>Megarynchus pitangua</i>	1	Alimentándose	
<i>Myiozetetes similis</i>	2	Descanso	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	Alimentándose	
<i>Tyrannus couchii</i>	1	Descanso	
<i>Vireo griseus</i>	1	Descanso	
<i>Vireo pallens</i>	2	Alimentándose	Pr
<i>Psilorhinus morio</i>	2	Alimentándose	
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	12	Alimentándose	
<i>Cyanocorax yncas</i>	3	Descanso	
<i>Hirundo rustica</i>	2	Alimentándose	
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	4	Alimentándose	
<i>Uropsila leucogastra</i>	2	Descanso	
<i>Poliophtila plumbea</i>	1	Descanso	
<i>Turdus grayi</i>	1	Alimentándose	
<i>Mimus gilvus</i>	2	Alimentándose	
<i>Mniotilta varia</i>	2	Alimentándose	
<i>Geothlypis trichas</i>	1	Alimentándose	
<i>Setophaga citrina</i>	1	Descanso	
<i>Setophaga parula</i>	12	Descanso	
<i>Volatinia jacarina</i>	1	Alimentándose	
<i>Semillero Oliváceo</i>	1	Alimentándose	
<i>Saltator coerulescens</i>	1	Alimentándose	
<i>Piranga rubra</i>	2	Desplazamiento	
<i>Cardinalis cardinalis</i>	1	Desplazamiento	

ESPECIE	INDIVIDUOS REGISTRADOS	FORMA DE USO DEL HÁBITAT AL MOMENTO DEL REGISTRO	NOM059
<i>Dives dives</i>	1	Alimentándose	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	Alimentándose	
<i>Icterus cucullatus</i>	2	Descanso	
<i>Euphonia affinis</i>	2	Desplazamiento	
<i>Sciurus yucatanensis</i>	3	Alimentándose	
<i>Nasua narica</i>	2	Alimentándose	
<i>Conepatus semistriatus</i>	1	Desplazamiento	Pr
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	Desplazamiento	
<i>Orthogeomys hispidus</i>	4	Alimentándose	
<i>Ctenosaura similis</i>	1	Alimentándose	A
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	2	Alimentándose	
<i>Ameiva undulata</i>	4	Desplazamiento	
<i>Boa constrictor</i>	1	Desplazamiento	A

Especies catalogadas

Se identificaron 9 especies de fauna catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se encuentran en la categoría de amenazada y protección especial.

Tabla 52 Listado de fauna protegida.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010*
TINAMIDAE	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>	Tinamú Canela	Pr
RAMPHASTIDAE	<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo collarajo	Pr
PSITTACIDAE	<i>Amazona albifrons</i>	Loro Frente Blanca	Pr
PSITTACIDAE	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	Pr
VIREONIDAE	<i>Vireo pallens</i>	Vireo Manglero	Pr
POLIOPTILIDAE	<i>Polioptila plumbea</i>	Perlita Tropical	Pr
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra	A
MUSTELIDAE	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo narigón- rayado	A
BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	Boa, Och can	A

*Categoría de protección: A: Amenazada. Pr: Protección Especial.

IV.2.2.3 Medio Socioeconómico

a) Demografía

Número de habitantes por núcleo de población identificado.

La población total del municipio de Peto para el censo realizado en el año 2010 fue de 24,159 habitantes, de los cuales 12,025 son hombres y 12,134 son mujeres. La población total del municipio representa el 1.2% con relación a la población total del estado. El 49.77% son hombres mientras que el 50.23% son mujeres.

De acuerdo a datos recabados por el Sistema para la Consulta del Anuario Estadístico del estado de Yucatán (INEGI) 2005 la población total es de 22,386 de las cuales 11,073 son hombres y 11,313 son mujeres

- **Vivienda**

Oferta y demanda en el área y cobertura de servicios básicos en el núcleo de población.

Vivienda.

De acuerdo con los datos obtenidos de la INEGI, en el mismo año había en el municipio de Peto 5,599 hogares (1.1% del total de hogares en la entidad), de los cuales 1,276 estaban encabezados por jefas de familia (1.1% del total de la entidad).

De acuerdo a datos recabados por el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) para el 2010, el número total de Viviendas en el municipio de **Peto** es de 5,600, en la siguiente tabla se describe lo siguiente:

Tabla 53 Número de viviendas en el municipio.

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas	5,600	100.00
Vivienda particular	5,599	99.98
Casa	5,577	99.59
Departamento en edificio	1	0.02
Vivienda o cuarto en vecindad	0	0
Vivienda o cuarto en azotea	11	0.20
Local no construido para habitación	0	0
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	10	0.18
Vivienda colectiva	1	0.02

Fuente: INEGI 2010

El material construcción de las viviendas se describe a continuación.

- Por el tipo de piso: 679 viviendas tienen piso de tierra, 3,037 con piso de cemento o firme, 1,874 cuentan con piso de madera o mosaico u otro material y finalmente 9 viviendas tienen un piso con un material no especificado.

- Por el tipo de techo: Viviendas con un techo de material de desecho o lámina de cartón existen 94; viviendas con lámina metálica, lámina de asbesto, palma, paja, madera o tejamanil se encuentran 1,710; hogares con un techo de teja o terrado con viguería hay 15; y viviendas con un techo de material no especificado son 10.
- Por el tipo de pared: Viviendas con pared de embarro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma se encuentran 1,128; existen 194 viviendas con pared de madera o adobe; y viviendas con una pared de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto hay 4,672.

Servicios básicos.

En el municipio de **Peto** de acuerdo a datos recabados por el Sistema Nacional de Información Municipal 2010, se describe en la siguiente tabla el tipo de servicios con los que cuentan las viviendas particulares:

Tabla 54 Servicios básicos en las viviendas.

CONCEPTO	NO. VIVIENDAS	PORCENTAJE
VIVIENDAS	5,599	100%
Con energía eléctrica	5,268	94%
Con servicio de agua de la Red pública	5,550	99%
Con drenaje	4,123	74%

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Urbanización

Vías y medios de comunicación existentes, disponibilidad de servicios básicos y equipamiento.

• Vías de comunicación.

La cabecera tiene comunicación con la capital del estado a través de la carretera federal 184 y por vía férrea cubre la ruta Mérida- Peto. Por la carretera, dista 160 kilómetros de la ciudad de Mérida. La red carretera, de acuerdo al Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2005 tiene una longitud de 378.5 km.

Medios de Transporte.

Terrestres.

No existen rutas directas al predio, sin embargo hay líneas de autobuses que circulan sobre la carretera Mérida-Chetumal se encuentran líneas de autobuses foráneos y camionetas de servicio público como combis.

Aéreos.

El municipio de Peto carece de los servicios de un aeropuerto, sin embargo el más cercano es el que se ubica en la ciudad de Mérida “Lic. Manuel Crescencio Rejón”.

- **Medios de comunicación.**

Respecto a medios de comunicación tiene servicio telefónico, telegráfico y postal. Se captan las transmisiones y señales de radio y televisión de la localidad de Peto y llegan a la cabecera los periódicos de mayor circulación editados en la capital del estado. Se cuenta también con servicio de transporte, taxis y colectivos. Según el Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2005 se cuenta con una oficina de la red telegráfica con 3 personas ocupadas.

Teléfono: En el municipio de **Peto**, se cuenta con este servicio en la comisaría municipal y en algunos predios. Sin embargo con la telefonía celular, la mayoría opta por este servicio.

Correo: Según el Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2005 se cuenta con una agencia postal.

Televisión: Antenas repetidoras de Televisión Azteca y Televisa.

Radio: Una estación local de AM, y una repetidora de Radio Universidad en el 94.5 de FM.

Prensa: Los periódicos actuales, además de cubrir la totalidad del Estado, influyen en la opinión de los ciudadanos de Quintana Roo, Campeche, Tabasco y Chiapas. Los de mayor tiraje en el ámbito regional, son, por orden de antigüedad: Diario de Yucatán, Diario de Peso, Diario la i, Por Esto! Y Milenio Novedades.

Su labor comunicativa es complementada por revistas de menor cobertura y permanencia en la circulación existiendo las de aparición semanal, mensual, bimestral o irregular, especializadas en política, arte, cultura, educación, difusión científica, nota roja, sociales, etc.

- **Salud y seguridad social**

Sistema y cobertura de la seguridad social.

De acuerdo a datos recabados por el Diagnostico Municipal de Desarrollo Rural del Municipio de **Peto** cuenta con las siguientes instituciones que ofrecen servicios médicos, una unidad médica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), una unidad médica del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), existen también 5 unidades médicas atendidas por la Secretaria de Salud y Asistencia (SSA).

De acuerdo a datos recabados por el Sistema para la Consulta del Anuario Estadístico del Estado de Yucatán (INEGI) 2005 en el municipio de **Peto** se describe el siguiente índice de derechohabientes y no derechohabientes a servicios de salud:

Tabla 55 Derechohabiencia a servicios de salud en el municipio de Peto.

Municipio	Total	Subtotal	IMSS	ISSSTE	PEMEX, SEDENA o SEMAR	Seguro Popular	Institución Privada	No Derechohabientes	No Especificado
Peto	22,386	1,952	628	1,342	12	1	3	20,202	232
Hombres	11,073	963	304	668	7	0	0	9,994	116
Mujeres	11,313	989	324	674	5	1	3	10,208	116

Fuente: INEGI 2010

- **Educación**

De acuerdo a la información proporcionada por algunos directores, profesores y habitantes del municipio, se pudo obtener los siguientes datos:

Tabla 56 Número de escuelas en el municipio (2000).

No. Escuelas	Nivel	Observaciones
28	Preescolar	Incluye educación indígena y CONAFE
42	Primarias	Federal y estatal
10	Medio Superior	Preparatoria Y COBAY

Fuente: Diagnostico Municipal de Desarrollo Rural. 2000.

Número de escuelas por nivel educativo, al año 2010, de acuerdo al Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI:

Tabla 57 Número de escuelas en el municipio (2010).

No. de Escuelas	Nivel Educativo
25	Prescolar
30	Primaria
12	Secundaria
2	Bachillerato

Fuente: INEGI 2010

Población de 8 a 14 años que no sabe leer y escribir según sexo, 2010.

Tabla 58 Alfabetismo en el municipio (2010)

SEXO	TOTAL	NO SABE LEER NI ESCRIBIR	PORCENTAJE
Hombres	1,976	179	9.06
Mujeres	1,883	127	6.74
Total	3,859	306	7.93

La oferta educativa se encuentra concentrada en el municipio de **Peto**; en las demás poblaciones del Municipio se cuenta con jardín de niños y primaria. La cabecera municipal ofrece los diferentes niveles educativos, desde guarderías infantiles hasta escuelas de educación superior.

b) Factores socioculturales

• **Presencia de grupos étnicos y religiosos.**

En el municipio de Peto la población de 5 años y más que habla lengua indígena es de 9,794, la población de 5 años y más que habla lengua indígena y no habla español es de 509 y la población de 5 años y más que habla lengua indígena y habla español es de 9,194.

La población de 5 años y más católica es de 12,086, a población de 5 años y más con alguna religión no católica es de 1,861 y la población de 5 años y más no católica (incluye sin religión) es de 2,245.

- **Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificadas en el sitio donde se ubicará el proyecto.**

En el municipio de **Peto** existen Monumentos Históricos **Arquitectónicos**: dos templos y dos capillas, el primer templo dedicado a San José, que data de la época colonial y el otro en honor a San Antonio, construido en el siglo XVII; las capillas son del mismo siglo. **Arqueológicos**: Calotmul, Tixualahtún y Xoy.

Índice de pobreza

- **Por nivel salarial y porcentual de la población:** 228 personas son vulnerables por ingresos.

En 2010, 14,479 individuos (73.9% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 9,634 (49.2%) presentaban pobreza moderada y 4,845 (24.7%) estaban en pobreza extrema.

- **Expresado en porcentaje de la población que cubre el mínimo alimenticio:** No disponible.

Índice de alimentación

La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 24.6%, es decir una población de 4,820 personas.

Equipamiento

- **Drenaje:** Dadas las características del suelo, no existe un sistema de drenaje; la disposición de las aguas residuales domésticas se efectúa a fosas sépticas. No se tiene ningún sistema de drenaje pluvial, ya que ésta drena fácilmente en las áreas verdes.
- **Relleno sanitario:** No se cuenta en el municipio con el servicio de relleno sanitario.
- **Tiraderos de Basura a Cielo Abierto:** En el municipio existe un sitio de disposición final, tipo “tiradero a cielo abierto”, que tiene una superficie de 4.0 ha., y un volumen promedio de recolecta de 18.3 miles de toneladas, contando con 1 vehículos motor para la recolección.
- **Agua potable:** El agua potable en las comunidades del municipio es proporcionada por la Junta de Agua Potable y Alcantarillado de Yucatán (JAPAY).
- **Energéticos (combustible):** El municipio de **Peto** cuenta con estaciones de servicio en la cabecera municipal, para abastecer la demanda de combustible para los vehículos.
- **Energía Eléctrica:** La Comisión Federal de Electricidad proporciona el servicio de energía eléctrica. El predio no cuenta con este servicio, sin embargo para el desarrollo del proyecto no se requiere de energía eléctrica para ninguna actividad.

Tipo de organizaciones sociales predominantes

En el área del proyecto no existen organizaciones sociales participantes.

ASPECTOS ECONÓMICOS

De acuerdo con cifras al año 2010 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 8,054 personas, de las cuales 7,896 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

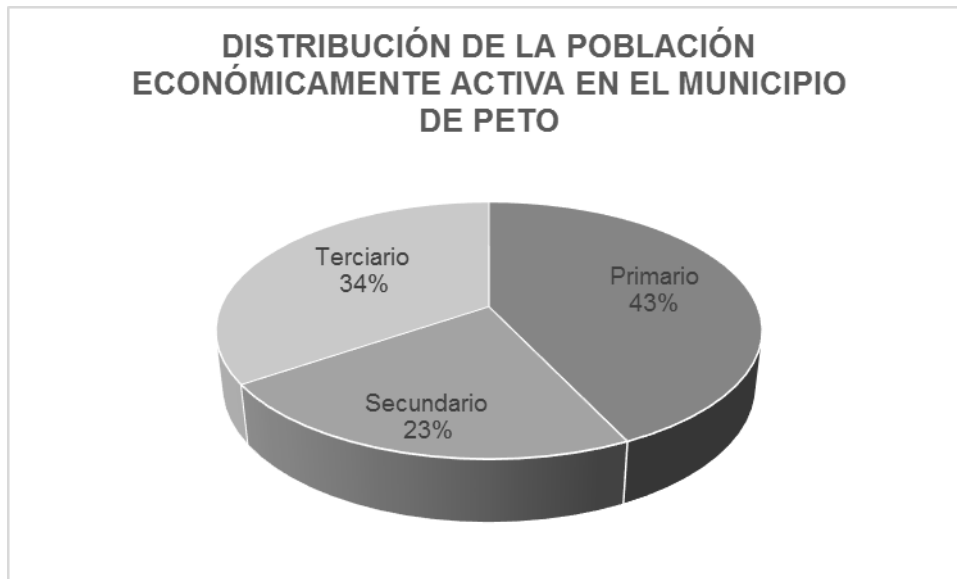


Figura 26 Distribución de la PEA en el municipio de Peto.

El municipio de Peto está clasificado como de alta marginación ocupando el lugar número 73 en el contexto estatal y el número 1163 en el contexto nacional pero por la dispersión de sus comisarías existen cuatro catalogadas de muy alta marginación.

Salario mínimo vigente.

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 30 de septiembre de 2015, determinó el salario mínimo de \$70.01 para todo el país, vigentes a partir del 1 de octubre de 2015.

Identificación de los posibles conflictos por el uso, demanda y aprovechamiento de los recursos naturales entre los diferentes sectores productivos.

La operación del proyecto no será causa de conflictos por el uso, demanda y aprovechamiento de los recursos naturales del área.

IV.2.2.4 Paisaje

El área del proyecto, corresponde a tierras de uso común del ejido Justicia Social, con una superficie de 120 has. localizado en la zona sur del estado de Yucatán, en la localidad Justicia Social, en el municipio de Peto.

De acuerdo a la visita de prospección ambiental realizada, se identificó que el sitio presenta vegetación forestal en el 76%, con vegetación secundaria en buen estado de conservación derivada de selva mediana perenifolia de aproximadamente 30 años; el resto del área presenta perturbaciones de tipo antropogénico, en el 23% la vegetación es secundaria de 10 a 15 años.

De acuerdo al recorrido realizado, en el sitio se clasificaron tres tipos de uso de suelo, la vegetación de selva mediana en buen estado de conservación, la vegetación de selva baja en proceso de recuperación y las áreas ocupadas por infraestructura.

En el sitio se identificaron dos especies de flora catalogada, el cedro (*Cedrela odorata*) y una herbácea conocida como Chac wa (*Zamia lodigesii*), además de especies de “interés ecológico” y “valor ornamental”, como son las cactáceas (*Selenicereus donkelaarii*), palmas (*Sabal mexicana*) y orquídeas (*Catasetum integerrium*).



Fotografía 18 Colindancia con área agropecuaria.



Fotografía 19 Condiciones actuales del predio.

A continuación se presentan las dimensiones de cada una de las áreas:

Tabla 59 Condiciones actuales del uso de suelo en el área del proyecto.

CONCEPTO	SUPERFICIE (m ²)	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
Selva baja conservada	282,200.69	28.22	23.52%
Selva baja en recuperación	917,799.31	91.78	76.48%
Superficie Total	1,200,000.00	120.00	100.00%

ZONIFICACIÓN DEL PLANO DEL PROYECTO JUSTICIA SOCIAL

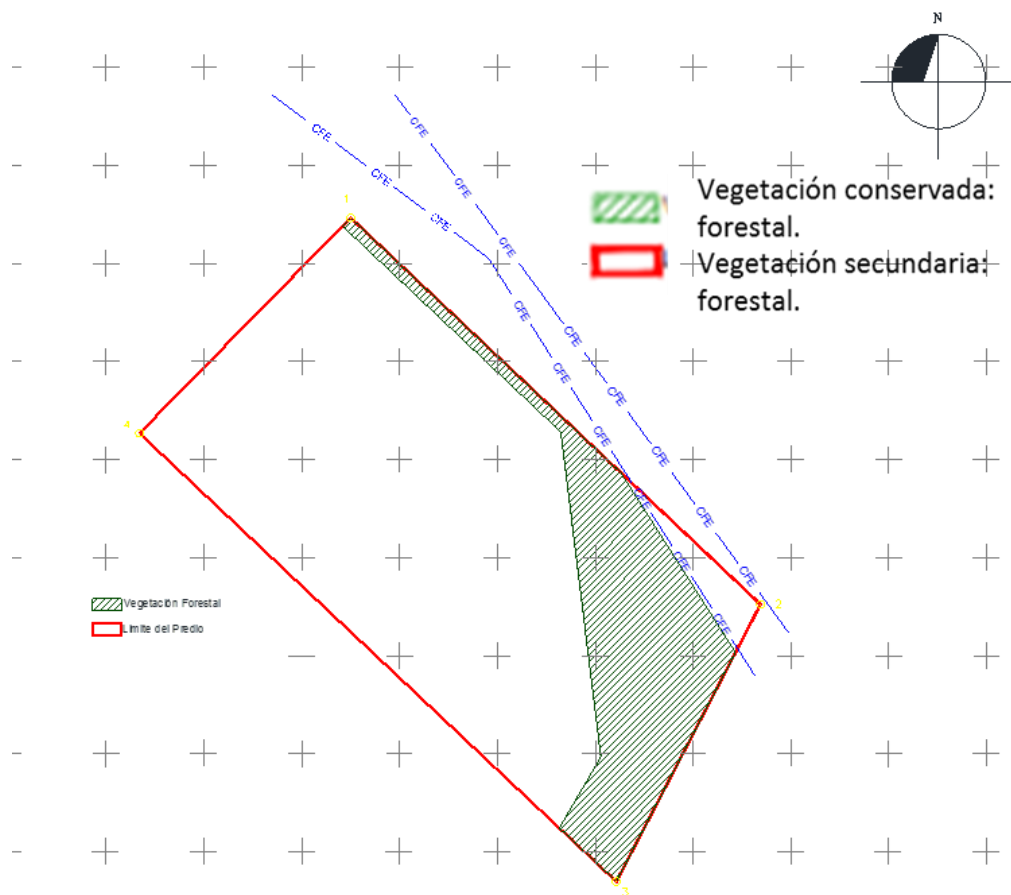


Figura 27 Condiciones actuales del predio.

A continuación se observan algunas fotografías de las condiciones actuales:



Fotografía 20 Acceso al predio.



Fotografía 21 Cruce de líneas de alta tensión.



Fotografía 22 Situación actual del predio



Fotografía 23 Subestación de la CFE.

Para la identificación del paisaje en el sitio, basada en el proceso recomendado por Smardon, *et al*, en Canter, 2003⁵, se realizó un inventario de los recursos visuales del sitio, a continuación se presenta una lista de chequeo sobre la presencia o ausencia de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el área del proyecto:

Tabla 60 Listado de recursos visuales y terrenos visualmente frágiles en el sitio.

RECURSOS VISUALES / TERRENOS VISUALMENTE FRÁGILES	PRESENCIA	
	SI	NO
Áreas Naturales Protegidas.		X
Cuerpos de agua recreativos, escénicas o naturales establecidas por una institución estatal		X
Áreas recreativas de gestión pública o privada		X
Estructuras arquitectónicas y lugares de importancia cultural.		X
Lugares históricos o arqueológicos incluidos en los Catálogos Nacional o Estatal de sitios históricos.		X
Vistas escénicas.		X
Paisajes urbanos importantes (corredores visuales, monumentos, esculturas, plantaciones paisajísticas y/o espacios verdes urbanos).		X
Elementos arquitectónicos y estructuras de importancia que representen el estilo de la comunidad.		X

Tal como se puede observar en la tabla anterior, el sitio del proyecto no presenta recursos visuales de importancia, natural o social, así como tampoco de carácter histórico o cultural.

⁵ Canter, L. 2003. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Pags. 570-599.

IV.3 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

DE ACUERDO AL ARTÍCULO 7º DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE, LA FRACCIÓN XXXVII, MENCIONA:

XXXVII. Servicios ambientales: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;

El área del proyecto, corresponde a tierras de uso común del **Ejido Justicia Social**, del municipio de Peto, el cual actualmente no tiene uso específico, presentando vegetación forestal en el 90% de la superficie, con vegetación secundaria derivada de **selva mediana subcaducifolia**, se presenta un área de 28.22 has. con vegetación de 25 a 30 años de conservación y un área de 91.78 has. con vegetación de aproximadamente 10 a 20 años en recuperación; dentro de esta área se presentan algunos claros con vegetación herbácea y/o arbustiva. El predio colinda con un predio con uso ganadero, y se observan evidencias de reciente pastoreo dentro del predio.

Las economías, tanto comunitaria como industrial, dependen directamente de los servicios ambientales que las selvas secas proveen. Algunos de estos servicios se mencionan a continuación:

Los servicios ambientales, que proporcionan los diferentes ecosistemas, son considerados como “la retribución por la mitigación del deterioro, restauración y/o incremento, en forma consciente, de los procesos ecológicos esenciales que mantienen las actividades humanas a través de la producción de alimentos, la salud, la generación de energía eléctrica, el mantenimiento del germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la generación de nutrientes y en general el aprovechamiento de los recursos naturales”

Dichos servicios, se clasifican generalmente de la siguiente manera: captura de carbono, servicios hídricos y mejoramiento del desempeño en las cuencas, conservación de la biodiversidad biológica y la belleza escénica.

Los servicios ambientales derivados de los ecosistemas forestales están ligados a la regulación de procesos naturales, como la provisión de agua, mejorar la calidad del aire, control de la erosión del suelo, acervo genético de plantas y animales y como soporte esencial en la mitigación de riesgos naturales.

La vegetación de selva es un ecosistema de gran importancia ecológica, que ofrece diversos servicios ambientales a la población y al medio ambiente, entre los que destacan la recreación, protección contra intemperismos y tormentas, sitios de protección, anidación, alimentación y reproducción de distintas especies de aves locales y migratorias, así como de mamíferos, anfibios, reptiles e insectos.

En el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, se presentan los siguientes servicios ambientales:

- **Captura de carbono.**

La captura de carbono, que incluye la conservación de depósitos existentes así como el incremento de la fijación en los productos proveniente de los bosques o de las tierras donde existen y se incrementan esos depósitos.

Entre los estudios realizados para obtener conocimiento de la captura de carbono por tipo de vegetación, se han hecho estimaciones de la captura unitaria de carbón por opción de mitigación en diferentes tipos de vegetación en México, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 61 Captura unitaria de carbono por opción de mitigación en bosques mexicanos.

Opción	Carbono en veget. (tC/ha)	Carbono en veget. Aérea (tC/ha)	Carbono en materia en desc. (tC/ha)	Carbono en el suelo (tC/ha)	Carbono en prod. (tC/ha)	Carbono sustit. (tC/ha/año)	Carbono total unitario (tC/ha)	Secuestro neto de C	
								Alta (tC/ha)	Baja (tC/ha)
Conservación								Emisiones evitadas de carbono	
Áreas naturales protegidas									
Bosque de pino	56	43	4	109-120	n.d.	n.d.	169-180	86	50
Bosque de encino	39	30	3	30-120	n.d.	n.d.	72-162	69	33
Selva alta	44	120	20	66-115	n.d.	n.d.	230-279	173	113
Selva baja	68	42	7	30-100	n.d.	n.d.	104-174	87	57
Bosques manejados									
Bosque	97	74	8	109-120	9	n.d.	222-233	134	98
Selva	44	120	20	66-115	9	n.d.	239-279	182	148
Estufas mejoradas								tC/est/año 1.0	tC/est. 42

La superficie total del predio que se utilizará en el proyecto es de **120 has**, de los cuales, como se indicó en el estudio, por efectos del proyecto serán removidos de manera permanente la cobertura vegetal, en una superficie de **54.2653 has**, es decir el 45.22%.

Con base en información sobre la captura de carbono de este tipo de vegetación, si se tomara la estimación para el tipo de vegetación en zonas de selva manejada, donde la captura de carbono por vegetación en el predio se estima en 239-279 tC/Ha C., y con el cambio de uso de suelo, se estima una pérdida de **31,080.00 ton. C**. Sin embargo, el mantenimiento de un área de conservación, permitirá la captura de carbono a largo plazo de **14,054.71 tonC**.

- **Servicios hídricos y el mejoramiento del desempeño en las cuencas.**

Los servicios hidrológicos, son aquellos que incorporan servicios como el abastecimiento de agua y recarga de acuíferos subterráneos, prolongación de la vida útil de la infraestructura hidráulica y la prevención y mitigación de desastres causados por fenómenos meteorológicos de exceso de precipitación.

Como se mencionó en el estudio, dada la magnitud del proyecto, así como por la superficie a ocupar, no se generarán afectaciones en el espesor del lente dulceacuícola, ya que no genera la lixiviación del terreno y el filtrado del agua proveniente de la precipitación hasta el manto freático permite la recarga del acuífero.

Por lo anterior, considerando que durante las actividades del proyecto no se generarán aguas residuales y dadas las medidas de mitigación y prevención de impactos que se proponen (no impermeabilización de áreas de circulación), no se considera que con la ejecución del proyecto se pongan en riesgo los servicios ambientales hidrológicos.

- **Provisión del agua en calidad y cantidad.**

De acuerdo a las características del proyecto, se afectarán **54.2653 hectáreas** de terrenos considerados como forestales, así como las características del acuífero en la región hidrológica del

proyecto, no se considera que este servicio ambiental se ponga en riesgo o se afecte significativamente.

El tipo de escurrentía en el área del proyecto así como la capacidad de disolución de la roca caliza permite la infiltración prácticamente en toda la superficie, por lo que el área de suelo que será impermeabilizado por la construcción de las naves no afectará de manera significativa este servicio ambiental.

Derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizará la remoción de vegetación en una superficie que corresponde al 45.22% del área del proyecto (54.2653 has.), manteniendo a largo plazo un área mayor como conservación (65.7347 has.). El sitio no se encuentra en una zona determinada como de captación de agua, asimismo considerando las características de construcción del proyecto, únicamente el 0.11% perderá la capacidad de infiltración de agua directamente al suelo, es decir que se mantendrá en el 99.89% de la superficie del proyecto, los procesos naturales de captación de agua.

En cuanto a la calidad de agua, las actividades del proyecto no consideran el uso de sustancias peligrosas o riesgosas en ninguno de sus procedimientos ni actividades, no se generarán descargas de aguas residuales, por lo tanto el proyecto no ocasionará el deterioro a la calidad del agua.

- **Generación de oxígeno.**

El restablecimiento de la vegetación favorecerá la fotosíntesis, incrementando la cantidad de oxígeno en la atmósfera. Por lo anterior, y considerando que se mantendrá la cobertura vegetal en el **54.78%** del área del proyecto, no se considera que este servicio ambiental se ponga en riesgo o se afecte significativamente.

- **Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.**

La existencia de una cobertura vegetal en la zona sur de los estados de Yucatán y Quintana Roo, favoreció la disminución de la velocidad de los Huracanes “Gilberto” en 1988 e “Isidoro”, en septiembre de 2004. Por las dimensiones y características del proyecto, no se considera que este servicio ambiental se ponga en riesgo o se afecte significativamente. Considerando además que se mantendrá la cobertura vegetal en el 55% del área del proyecto.

- **Modulación o regulación climática.**

Por las dimensiones y características del proyecto, no se considera que este servicio ambiental se ponga en riesgo o se afecte significativamente.

- **Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.**

La apertura de obras nuevas para ampliar el desarrollo de las actividades humanas como la presente, no pone en riesgo a las zonas de vegetación adyacentes. Típicamente, el impacto más significativo sobre la selva se genera a partir de la deforestación para la agricultura.

La preocupación internacional por el mantenimiento y la protección de la biodiversidad continúa aumentando. La atención inadecuada de los problemas de biodiversidad puede generar la pérdida de especies localmente, incluyendo bosques relativamente degradados, al igual que efectos adversos significativos sobre especies amenazadas o en peligro de extinción.

En el caso de este proyecto, el **Parque de Energía Solar Fotovoltaica** no afectan ecosistemas únicos o particularmente sensibles a las actividades humanas, ya que estas tierras se han utilizado desde hace cientos de años en asentamientos humanos, labores agrícolas, ganadería, etc.

Se propone la remoción de la vegetación en forma dirigida hacia el oeste del predio, colindando con la carretera, manteniendo una cortina de vegetación en los lados, así como en la parte oeste del predio,

donde colinda con predios en condiciones similares de vegetación que en el sitio, esto permitirá que las especies animales que pudieran quedar en el área de afectación, huyan hacia campo abierto y se prevenga su afectación. Esto es particularmente importante para los reptiles.

Se mantendrá a largo plazo una superficie de 65.7347 has (54.78%) con cobertura de vegetación, lo cual funcionará como refugio de fauna silvestre.

Protección de la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida

La apertura de obras nuevas para ampliar el desarrollo de las actividades humanas, así como para la instalación de obras para la generación de energía fotovoltaica, como la presente, no pone en riesgo a las zonas de vegetación adyacentes. Típicamente, el impacto más significativo sobre la selva se genera a partir de la deforestación para la agricultura.

La preocupación internacional por el mantenimiento y la protección de la biodiversidad continúa aumentando. La atención inadecuada de los problemas de biodiversidad puede generar la pérdida de especies localmente, incluyendo bosques relativamente degradados, al igual que efectos adversos significativos sobre especies amenazadas o en peligro de extinción.

En el caso de este proyecto, la infraestructura ocasionará la remoción de vegetación de selva mediana subcaducifolia, en el **45%** de la superficie del predio, pero como medida de compensación destinará el **55%** como área de conservación, donde está presente el mismo ecosistema, así como se realizará el rescate y reubicación de especies protegidas y algunas nativas, con el fin de enriquecer la composición florística y la biodiversidad de dichas áreas.

En el sitio del proyecto se identificaron 90 especies de flora, entre los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, pertenecientes a 41 familias botánicas, considerando que se mantendrá el 55% del área con vegetación actual, donde se presenta mejores condiciones de conservación y desarrollo, así como se realizará el rescate y reubicación de las especies de flora protegida que se encuentran en el área de afectación del proyecto, y se realizará el enriquecimiento del área de conservación con la siembra de especies de flora nativa, no se considera que se comprometa la diversidad por la ejecución del proyecto (Anexo 2.4 Programa de Enriquecimiento).

Con respecto a las especies de flora catalogadas, se identificaron en el sitio 2 especies, una de ellas es una de tipo arbóreo, el cedro (*Cedrela odorata*), se identificaron únicamente 2 ejemplares juveniles (de 1 m. de altura), en un área específica del predio, al noreste, donde la vegetación se encuentra en mejores condiciones de conservación. Esto fue identificado en la etapa de factibilidad ambiental del proyecto que el promovente realizó previo al diseño del mismo, por lo tanto dicha área fue segregada del cambio de uso de suelo, destinándola exclusivamente para la conservación de la vegetación y los individuos de esta especie.

La otra especie de flora identificada en el predio, corresponde a *Zamia loddigessi*, especie herbácea, la cual fue identificada con una distribución de manera homogénea en el predio, considerando que esta especie tiene altos índices de sobrevivencia a trasplantes, como medida de prevención de los impactos ambientales, previo a la etapa del desmonte se realizará el rescate de aquellos ejemplares que se encuentren en los sitios que serán afectados por el cambio de uso de suelo, y serán reubicados a un área destinada a la conservación de la vegetación, en la parte sureste del predio. En dicho lugar se le deberá dar un cuidado especial durante los primeros días principalmente para favorecer su supervivencia.

Con respecto a la fauna silvestre, se identificaron en el sitio 56 especies de aves de 28 familias, tanto de reptiles y mamíferos, se identificaron 4 especies de cada grupo, entre los que destacan 3 especies catalogadas, dos reptiles y un pequeño mamífero.

Previo al inicio del proyecto, se realizarán recorridos de ahuyentamiento de la fauna silvestre y en su caso, la reubicación de aquellos ejemplares que se encuentren dentro del área de afectación, hacia las áreas destinadas para la conservación.

De acuerdo a diversas fuentes sobre la superficie de hábitat requerida para mantener algunas poblaciones de fauna silvestre, se considera que la superficie que será destinada para conservación en el predio, que es de **65.7347 has** es suficiente para mantener las poblaciones de fauna que fueron identificadas en el área del proyecto.

El mantenimiento de las áreas de conservación y reserva, funcionarán como hábitat y refugio para la fauna silvestre de la zona, y considerando su diseño, se favorecerá la movilidad entre el sistema ambiental.

- **Sostenimiento de la biodiversidad y germoplasma.**

A pesar de que el proyecto se realizará en una superficie de **54.2653 has.** en los cuales se pretende realizar el cambio de uso de suelo, se considera, como en los casos anteriores, que en una primera instancia se habrá de conservar la cobertura vegetal en la zona de conservación **65.7347 has**, por lo que la condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad en estos sitios se mantendrá. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse la vegetación sin desmontar. Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y ahuyentamiento de fauna silvestre, se establecerán lineamientos que evitar el deterioro total del sitio.

Se favorecerá la conservación de la biodiversidad biológica, incluyendo la conservación de nichos y reducción de fragmentos del hábitat en el paisaje regional mediante formación de corredores.

- **Refugio para la fauna silvestre.**

Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son dos componentes del hábitat que influyen marcadamente en la composición y la abundancia de la fauna silvestre. Por su asociación con recursos críticos como son los sitios de alimentación, descanso, anidación, protección contra climas adversos, la depredación o el parasitismo de las nidadas (Cody, 1985), se considera un alto beneficio a las comunidades naturales. Por ello se debe considerar que la explotación de los recursos naturales por parte del hombre (uso del bosque nativo, la agricultura, la ganadería, etc.), suele tener importantes efectos sobre las comunidades de plantas, por lo que es de suma importancia identificar qué características de la vegetación usan la fauna silvestre como guías para determinar su selección de hábitat, ya que ésta constituye una de las bases para implementar estrategias de conservación y manejo de las poblaciones silvestres.

Por otra parte, se debe reconocer que la fauna silvestre desempeña un papel de trascendental importancia en los ciclos naturales, especialmente la función de los invertebrados en el reciclaje de las materias orgánicas. La evolución de la flora y la fauna dependen de la presión de selección aplicada por los animales que se alimentan de ellas, compiten o interactúan de otras formas con ellas. La regulación de la densidad de las poblaciones de plantas constituye un papel ecológico fundamental de los animales, esencial para el mantenimiento de la diversidad genética natural.

Muchas especies de plantas económicamente importantes no pueden prosperar sin la acción de insectos y aves polinizadoras que, a veces, son muy específicos. Asimismo, muchas semillas de plantas silvestres deben pasar por los ácidos estomacales de animales para poder germinar. Ciertos animales depredadores mantienen estables a las poblaciones estables al comerse a los ejemplares viejos, enfermos o débiles. Situación que de igual manera realizan los depredadores terrestres con las especies de sus presas.

El hecho de ahuyentar las especies de fauna que se puedan encontrar en el predio, le permite al proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad se habrá de mantener.

- **Paisaje.**

El proyecto no ocasionará un gran cambio en el paisaje. La medida conducente es conservar y cuidar la vegetación remanente que no será afectada por la infraestructura.

Con ello continuará prestando servicios ambientales tales como hábitat y alimentación de fauna, protección contra la erosión y los fenómenos meteorológicos extremos, así como auxiliar en la estabilidad climática, aunque en menor cantidad que ahora.

Los ecosistemas forestales brindan de manera natural servicios ambientales de vital importancia, dentro de estos se debe destacar: la provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales, la generación de oxígeno, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, la modulación o regulación climática, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, la protección y recuperación de suelos, el paisaje y la recreación, entre otros.

Por otra parte, para evitar la contaminación con residuos sólidos se han propuesto las medidas precautorias y de mitigación necesarias (No se generarán aguas residuales).

Por lo antes mencionado, se puede concluir que el proyecto **Parque de Energía Solar Fotovoltaica**, que se pretende ubicar en tierras de uso común del **Ejido Justicia Social, en el municipio de Peto, Yucatán**, no ocasionará desequilibrios ecológicos graves o pondrá en riesgo especies únicas o ecosistemas excepcionales ni provocará un impacto al medio que ponga en riesgo los servicios ambientales que provee este ecosistema.

- **Protección y recuperación de suelos**

La vegetación es fundamental para controlar la pérdida de suelo por viento y agua, si bien se reconoce que los suelos de la Península de Yucatán presentan un nivel de degradación leve en comparación con el resto del territorio nacional. En este sentido, la protección de los suelos permite que los procesos de edafogénesis ocurran, lo que favorece la estructuración del suelo, así como la mineralización de la materia orgánica; de esta forma se pone a disposición de las plantas los nutrientes que requieren para su desarrollo.

Está demostrado que por el efecto mecánico de unión entre las partículas de suelo que ejercen los sistemas de raíces, el suelo presenta tal resistencia al corte, que le proporciona una gran estabilidad a las laderas contra movimientos masivos. Por otro lado, al interceptarse la precipitación en los estratos arbóreos, se disipa la energía cinética de las gotas de lluvia y se reduce la fragmentación de los agregados del suelo, con lo que los poros y grietas no se obstruyen y se mantiene su permeabilidad.

En los suelos de ladera, las raíces de la vegetación forman una serie de microrredes de circulación superficial por las que el agua fluye en longitudes y pendientes menores a la inclinación topográfica de la ladera; esto reduce la velocidad del agua, se favorece su infiltración y se evita la formación de cárcavas.

Resumiendo, puede decirse que las selvas, bosques y la vegetación en general prestan servicios ambientales de gran valor para la vida humana, animal y vegetal, ya que se pierde la cobertura forestal, desapareciendo la función protectora y reguladora de estos ecosistemas.

Valoración

De acuerdo a los estudios realizados en México y otras partes del mundo, la vegetación natural (bosques y selvas) disminuye de forma importante los efectos erosivos del agua y el viento en rangos que van de 0.1 a 0.001, de acuerdo a la estructura, grado de desarrollo y densidad de cada tipo de vegetación.

Erosión

Para calcular la erosión de los suelos se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha demostrado ser un modelo que permite estimar en campo la erosión actual y potencial. Por lo que se utiliza como un instrumento de planeación para decidir el establecimiento y los tipos de obras de conservación del suelo y el agua.

Para estimar la erosión del suelo con la ejecución del proyecto, se utiliza la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \text{ ---(1)}$$

Donde:

E = Erosión del suelo (ton/ha/año)

R = Erosividad de la lluvia (Mj/ha, mm/hr)

K = Erosividad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C = Factor de manejo de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas

La erosión actual se estima como:

$$E_p = R K L S \text{ --- (2)}$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación (2), que considera los factores inmodificables R K LS; en tanto que los factores de protección como son el manejo de la vegetación y las prácticas y obras de conservación del suelo y el agua son aquellas que pueden utilizarse para reducir las pérdidas de suelo.

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 de la energía cinética:

$$Ec = \frac{mv^2}{2}$$

Dónde: *m* es la masa de lluvia.

v es la velocidad de caída de las gotas de lluvia.

Considerando lo complejo para calcular esta estimación, se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería el valor de erosividad de la lluvia (R).

Para estimar R se obtiene el valor de la energía cinética por evento, para lo cual se obtiene el valor de la energía cinética por evento con el siguiente modelo: $Ec = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$; donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el valor de Ec para multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos (I_{30}). Con la suma de estos valores en un año ($\sum EI_{30}$), obtenemos 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 (1). Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra abajo.

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
II	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	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

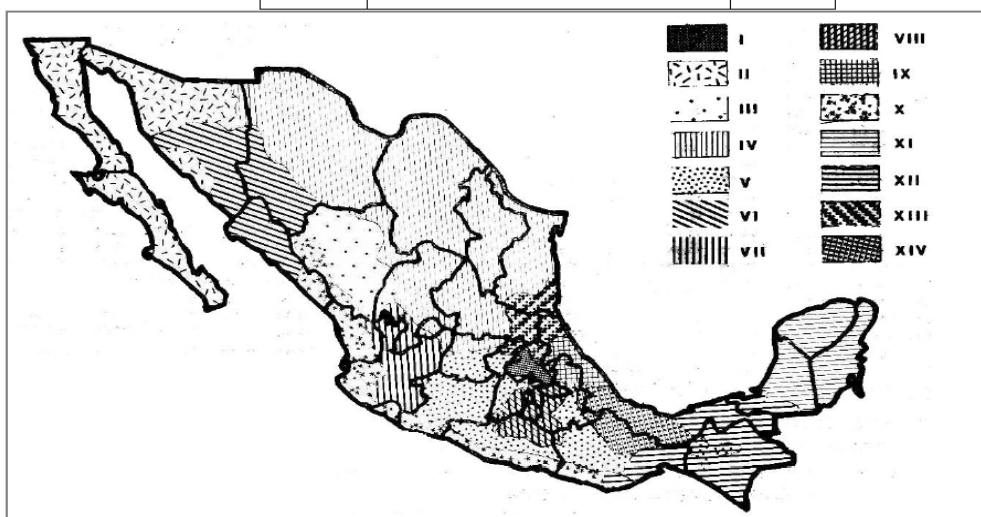


Figura 28

Dado que este proyecto se encuentra en la región XI, tenemos que:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

P = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 909.3 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.4555 (909.3) + 0.006470 (909.3)^2$$

$$R = 8,491.65 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

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 y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad.

Para condiciones de campo se recomienda el uso del siguiente cuadro; para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
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	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Dado que los suelos donde se ubica el proyecto son altos en contenido de materia orgánica y su textura es arena migajosa, entonces el valor de K es de 0.008.

Longitud y Grado de pendiente (LS) Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar el valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L}$$

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).

Entonces tenemos que:

$$S = 0.25/50 = 0.005 = 0.5\%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

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

Si consideramos que el valor de la longitud de la pendiente de 50 m, la pendiente media del terreno de 1.0%, se puede estimar el valor de LS resolviendo la ecuación anterior de la siguiente forma:

$$LS = (50)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.5) + 0.00138 (0.5)^2)$$

$$LS = 0.1341$$

Estimación de la erosión actual.

$$Ep = R K LS$$

Entonces tenemos que

$$Ep = 8,491.65 \times 0.008 \times 0.1341$$

$$Ep = 9.1 \text{ ton/ha/año}$$

Lo que ya se considera como aceptable, debido a que la tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 ton/ha; mayores pérdidas significarían degradación.

Estimación de la erosión con la ejecución del proyecto.

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión; de tal forma que si a la ecuación (2) le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación (1).

Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote 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 cero. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el siguiente cuadro.

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		

De esta forma, si decimos que en el área del proyecto, la vegetación puede considerarse como un bosque natural con productividad baja; entonces el valor de C sería de 0.10.

Factor (P) de prácticas mecánicas

Como última alternativa, para reducir la erosión de los suelos se tiene la utilización de prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximos permisibles.

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 se muestran en el cuadro siguiente.

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

Debido a las características del terreno, se considera que cualquier obra de conservación de suelo y agua o de restauración forestal equivale a tener terrazas de banco (terreno sin pendiente); por lo tanto el valor de P sería de 0.10.

De esta forma, el valor de la erosión por la ejecución del proyecto sería de:

$$E = 9.1 \times 0.10 \times 0.10$$

$$E = 0.091 \text{ ton/ha/año}$$

Esto demuestra que con la ejecución del proyecto no se incrementa la erosión del terreno e inclusive puede bajar con la aplicación de algunas prácticas de conservación de suelo y agua.

Esto significa que por el hecho de estar cubierto por una vegetación secundaria, derivada de selva mediana subcaducifolia el área del proyecto y sin considerar el efecto de ninguna práctica de conservación de suelo y agua; en este caso se nos reduciría a la décima parte la pérdida de suelo, pasando de 9.1 ton/ha/año a 0.91 ton/ha/año.

Grado de afectación

De acuerdo a la estimación de la erosión del suelo, que fue presentado anteriormente por efecto de la ejecución del proyecto se calcula una pérdida de: 0.91 ton/ha/ año en **54.2653** Ha, por efectos del cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

Considerando que como medida de prevención y mitigación, se mantendrá como área de conservación y como zona de reserva, una superficie total de **65.7347** has. (55% del predio), y de acuerdo a su distribución en el predio, estas áreas se encuentran rodeando prácticamente el área de cambio de uso de suelo, se permitirá la protección de suelos.

Asimismo, debido a que para la instalación de la infraestructura del parque fotovoltaico, se requiere retirar por completo la capa de suelo del sitio de la obra, se estima una pérdida en el 45% de la superficie del suelo.

Como medida de mitigación, se recomienda separar los suelos de la capa del desmonte, acamellonándolos en sitios previamente establecidos, para ser utilizados posteriormente en el arripe de los taludes de los caminos o en el área de reforestación y conservación.

Dadas las condiciones de pedregosidad, no se considera que la erosión eólica sea significativa en los procesos de intemperización en la zona.

La construcción del proyecto genera impactos irreversibles en el suelo en las zonas donde se compacte el piso, ya que no se contemplan actividades tales como cortes de terreno, alteración del patrón de drenaje natural.

La recuperación del material vegetal mediante su picado y reintegración al suelo, así como la separación de la tierra con material orgánico (suelo) para su posterior utilización en las áreas de conservación del **Parque de Energía Solar Fotovoltaica**, mitigan el impacto sobre este recurso y los servicios ambientales que presta.

- **Provisión del agua en calidad y cantidad.**

De acuerdo a las características del proyecto, se afectarán **54.2653 hectáreas** de terrenos considerados como forestales, así como las características del acuífero en la región hidrológica del proyecto, no se considera que este servicio ambiental se ponga en riesgo o se afecte significativamente.

En cuanto a la calidad de agua, las actividades del proyecto no consideran el uso de sustancias peligrosas o riesgosas en ninguno de sus procedimientos ni actividades, no se generarán descargas

de aguas residuales adicionales a las generadas por el uso de los sanitarios del personal, las cuales recibirán un tratamiento, por lo tanto el proyecto no ocasionará el deterioro a la calidad del agua.

En la unidad hidrológica donde se encuentra el proyecto, que corresponde a la denominada “**Planicie Interior**”, la recarga anual es de 5,408 Mm³, la extracción estimada es de 167.62 Mm³ que se realiza por medio de 1,741 aprovechamientos distribuidos en diversos usos, se calcula una disponibilidad de 5,240.38 Mm³, por lo que se considera el acuífero en estado de **subexplotación**, con una vulnerabilidad a la contaminación alta y la **calidad de agua es buena**⁶.

El tipo de escurrentía en el área del proyecto así como la capacidad de disolución de la roca caliza permite la infiltración prácticamente en toda la superficie, por lo que el área de suelo que será impermeabilizado por la ejecución del proyecto, **no afectará de manera significativa este servicio ambiental.**

⁶ INEGI. 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Yucatán. México.

IV.4 Diagnóstico Ambiental

Anexo a este documento se presenta el resultado del estudio de impacto social (Anexo 3.3) realizado por la implementación del proyecto, y a continuación se presentan los beneficios al municipio y a las comunidades cercanas:

- Incremento de la oferta laboral durante todas las etapas del proyecto.
- Creación de empleos: 15 permanentes 75 eventuales y 90 indirectos.
- Mitigación de la migración juvenil en la comunidad por la oferta laboral.
- Demanda de servicios en la comunidad, de alojamiento, comida, lavado de ropa, limpieza y otros de los trabajadores que lleguen al proyecto.
- La demanda de servicios traerá consigo una dinámica social más intensa y permitirá reorientar actividades de la población local.
- En todos los trabajos de planeación, ejecución, construcción y operación del Parque de Energía Solar, se considera prioritariamente la contratación de mano de obra de la localidad de Justicia social, y en caso de no cubrirse las plazas solicitadas la siguiente opción será de las localidades cercanas en el municipio de Peto, y únicamente en caso de no cubrirse las plazas solicitadas se recurrirá a otras opciones de contratación.
- Mejora del servicio de energía eléctrica en el municipio.
- Generación de energía para electrificar 14,000 viviendas.
- Reducción de la emisión de gases contaminantes en más de 50 millones de kilogramos anuales.

Adicionalmente el proyecto contempla un programa de gestión, que implica la ampliación de impactos positivos, entre los cuales se describen las siguientes acciones:

- Se tendrá preferencia de ocupación de mano de obra a la comunidad de Justicia Social.
- Se instrumentarán acciones en el sentido de dotar mecanismos que permitan a la comunidad acceder a la tecnología de energía fotovoltaica, principalmente a los habitantes que no cuenten con energía eléctrica.
- Dotar de energía limpia en primera instancia a los edificios públicos que no cuenten con ello.
- Generar algún mecanismo para que las comunidades que se encuentran en el Área de Influencia Indirecta, puedan acceder vía programas de coinversión con instancias públicas u otros mecanismos de financiamiento a energía limpia en sitios públicos, pero principalmente en viviendas que no tienen energía.
- Se implementará un programa de difusión de las ventajas de la energía fotovoltaica en la comunidad.
- Se tendrá una intensa comunicación con la comunidad por conducto del Enlace Comunitario, para garantizar el buen desarrollo del proyecto en todas sus etapas.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo, se identifican, caracterizan y clasifican los efectos que tendrán sobre el medio ambiente el proyecto de **“Cambio de Uso de Suelo por la Construcción y Operación de un Parque de Energía Solar Fotovoltaica”** que se presenta. Se incluyen algunos efectos sobre el medio socioeconómico, ya que estos son objetivos inherentes al proyecto, y son de antemano positivos.

Como marco de referencia, el área del proyecto, corresponde a tierras de uso común del ejido Justifica Social del municipio de Peto, el cual actualmente no tiene uso específico, presentando vegetación de tipo secundaria, derivada de selva mediana subcaducifolia, en la cual puede observarse una densidad intermedia de los individuos pertenecientes al estrato arbóreo, mismo que se encuentra en pleno proceso de recuperación.

La superficie total del predio es de 120 has., de las cuales se realizará la remoción de la vegetación en **54.2653** has., que corresponden al **45.22%** de la superficie total, manteniendo el **54.78%** del predio con vegetación, como zona de conservación de flora y fauna silvestre.

Se presentan medidas de prevención y mitigación de los impactos que deberán ser aplicadas por el promovente en las diversas etapas del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.

- *Primera fase: identificación de impactos.*

La primera fase de cualquier evaluación de impacto ambiental, es la **identificación de impactos**, lo cual se realiza en la metodología según dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de las *acciones* de éste susceptibles de producir impactos significativos y otra que analiza el entorno afectado para identificar los *factores* del medio que presumiblemente serán alterados por aquellas acciones; ambas líneas confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores, utilizando para ellos técnicas adecuadas. (Gómez, 2003).

En este caso, la descripción del proyecto se presenta en el capítulo II, y los componentes del sistema ambiental se describen en el capítulo IV. Una vez identificados las *acciones* y los *factores ambientales*, se procede a la identificación de las relaciones causa-efecto entre ellas. La técnica empleada para descubrir las relaciones causa-efecto utilizada será una ***matriz de relación causa-efecto***, que consiste en cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores.

Después de llenada la matriz correspondiente, se posibilita identificar los impactos potenciales que se presentarán por la preparación del sitio, la construcción y la operación del proyecto, quedando un listado final.

Ya que se han identificado los impactos ambientales potenciales del presente proyecto, se les aplica un **valor** a cada uno de ellos, bajo un criterio subjetivo y presentado en una matriz modificada. Para poder aplicarles un valor, se requiere una descripción explícita de cada uno de los impactos, **describiendo** sus implicaciones e importancia.

Para la valoración de los impactos se aplica parámetros bajo la siguiente escala:

Tabla 62 Criterios y parámetros de valoración de los impactos.

CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS			
CARACTERÍSTICA	CLASIFICACIÓN		
Carácter	Positivo (1)	Negativo (-1)	Neutro (0)
Perturbación	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Ocurrencia	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco probable (1)
Extensión	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Reversibilidad	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)

Para la valoración de los impactos se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Impacto Total} = C \times (P+I+O+E+D+R)$$

Finalmente los resultados obtenidos se contrastan con la siguiente escala:

Tabla 63 Escala de condición del impacto.

NIVEL DE IMPACTO		VALOR	
		NEGATIVO (-)	POSITIVO (+)
IMPACTO SEVERO	La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de mitigación. La recuperación necesita un periodo dilatado.	> (-)15	> (+)15
IMPACTO MODERADO	La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples.	(-)15 a (-)9	(+)15 a -9
IMPACTO COMPATIBLE	La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras.	(-) 9	< (+) 9

- *Tercera fase: evaluación global del proyecto*

Finalmente para determinar el impacto total del proyecto sobre el medio, y así recomendar su aceptabilidad o no, se presenta el **escenario modificado por el proyecto**, es decir se describe la condición de los factores ambientales según la predicción de su estado una vez alterado por el proyecto.

V.1 Identificación de los impactos ambientales.

a) Identificación de acciones.

Siguiendo la metodología descrita anteriormente, a partir de la información presentada en los primeros capítulos de este documento y el análisis de la misma, las acciones del proyecto susceptibles a producir impactos son las siguientes:

Tabla 64 Identificación de acciones susceptibles a generar impactos.

ETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN	Delimitación del área
	Desmonte y despalde
	Nivelación
CONSTRUCCIÓN	Perforación y colocación de pilares
	Instalación de estructura y armado de paneles
	Habilitación de zanjas para cableado
	Equipamiento
	Habilitación de áreas de circulación
	Instalación de cerco perimetral
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Operación de paneles solares
	Actividades de supervisión
	Mant. Obra civil y equipo
	Mant. Áreas de conservación

b) Identificación de factores.

Los factores relevantes se presentan a continuación organizados en esquematizados tres niveles:

Tabla 65 Identificación de factores con posible afectación por la ejecución del proyecto.

MEDIO	FACTOR	SUBFACTOR
FÍSICO	Aire	Calidad
		Confort sonoro
	Agua subterránea	Calidad del recurso
		Cantidad del recurso
	Suelo	Topografía
		Erosión
		Infiltración y drenaje
		Calidad
BIOLÓGICO	Vegetación	Vegetación secundaria
		Especies de flora nativas
		Especies de flora protegidas
	Fauna	Especies de fauna silvestre
		Especies de fauna protegidas
SOCIOECONÓMICO	Población	Empleo
		Valor del uso de suelo
	Servicios	Demanda de servicios
	Actividades económicas	Oferta de energía renovable
	Paisaje	Calidad del paisaje

c) Identificación de interacciones: Matriz de causa efecto.

Tabla 66 Matriz de interacciones.

ETAPA			PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN						OPERACIÓN			
COMPONENTE															
MEDIO	FACTOR	ACTIVIDAD/ SUBFACTOR	Delimitación del área	Desmonte y despalme	Nivelación	Perforación y colocación de pilares	Instalación de estructura y armado de cables	Habilitación de zanjas para cableado	Equipamiento	Habilitación de áreas de circulación	Instalación de cerco perimetral	Operación de paneles solares	Actividades de supervisión	Mant. Obra civil y equipo	Mant. áreas de conservación
FÍSICO	Aire	Calidad		x	x	x				x					
		Confort sonoro		x	x	x	x	x	x	x					
	Agua subterránea	Calidad del recurso													x
		Cantidad del recurso													
	Suelo	Topografía			x										
		Erosión		x	x	x				x					x
		Infiltración y drenaje					x	x							
		Calidad			x	x		x		x		x	x		x
BIOLÓGICO	Vegetación	Vegetación secundaria	x	x							x				x
		Especies de flora nativas		x											x
		Especies de flora protegidas		x											x
	Fauna	Especies de fauna silvestre	x	x	x	x	x	x		x	x				x
		Especies de fauna protegida	x	x	x	x				x	x				x
SOCIOECONÓMICO	Población	Empleo	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
		Valor del uso de suelo				x				x	x	x			x
	Servicios y	Demanda de servicios		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
	Actividades económicas	Oferta de energía renovable										x	x		
	Paisaje	Calidad del paisaje		x			x								x

d) Identificación de impactos.

De la matriz anterior, se identifican los siguientes impactos potenciales en cada una de las etapas del proyecto:

Tabla 67 Identificación de impactos potenciales generados por el proyecto.

ACTIVIDAD	IMPACTO
PREPARACIÓN	a) Pérdida de vegetación secundaria.
	b) Conservación de zona natural de conservación.
	c) Disminución de hábitat de fauna silvestre.
	d) Modificación del escenario actual.
	e) Disminución en la calidad del aire.
	f) Afectación de especie de flora protegida.
	g) Perturbación a especies pequeñas de fauna silvestre protegida.
CONSTRUCCIÓN	a) Disminución en la calidad del aire.
	b) Incremento de ruido en la zona.
	c) Modificación del escenario actual.
	d) Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.
	e) Generación de empleos
	f) Incremento en la demanda de bienes y servicios.
	g) Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.
OPERACIÓN	a) Disminución en la calidad del aire.
	b) Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.
	c) Generación de empleos
	d) Incremento en la generación de energía alternativa.
	e) Mantenimiento de áreas verdes con biodiversidad florística.
	f) Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.

V.2 Caracterización de los impactos ambientales.

A continuación se describen y clasifican los impactos significativos que fueron anteriormente identificados, indicando en qué etapa se podrán generar.

ETAPA DE PREPARACIÓN	
IMPACTO:	Pérdida de vegetación secundaria.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	Con el desmote y el despalde se eliminará la vegetación de manera permanente a causa del cambio en el uso del suelo. No obstante el impacto se considera medio, pues se trata de la remoción de vegetación secundaria en proceso de recuperación, en un área de vocación agrícola. La superficie total de afectación es del 45.22%, destinando el resto a la conservación. En el sitio del desmote se identificó una especie de flora protegida, por lo que de realizar el desmote discriminado, podría afectarse a dicha especie. La eliminación de la vegetación en el sitio es permanente, sin embargo es reversible, se puede recuperar con la restauración del sitio.
IMPACTO:	Conservación de zona natural de conservación.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	La delimitación del área de afectación, establecerá como zona restrictiva de desmote y despalde una franja alrededor del predio correspondiente al 54.78%, concentrándose la mayor parte del área al este del predio, donde presenta mejores condiciones de conservación de la vegetación. Esta franja permitirá dar continuidad a la vegetación con las colindancias del predio. Esta área será mantenida de manera permanente, representando un impacto positivo en la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de hábitat para fauna silvestre, la continuidad de la vegetación con el predio vecino que presenta vegetación natural. En esta área se identificaron los ejemplares una de las dos especies de flora protegida (<i>Cedrela odorata</i>), y será sitio de reubicación de los ejemplares de la otra especie de flora protegida (<i>Zamia lodigesii</i>), esto favorecerá la conservación de especies en la NOM-059.
IMPACTO:	Disminución de hábitat de fauna silvestre.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	La fauna terrestre será afectada de manera temporal con el desmote y el despalde, pues el hábitat será modificado parcialmente. Sin embargo, será de forma poco significativa dada la facilidad que tienen las especies registradas de desplazarse a las áreas adyacentes, las cuales no presentan algún tipo de manejo y presentan vegetación en recuperación. La reducción del hábitat para fauna silvestre, corresponde al 45.22% del predio, manteniéndose una franja con vegetación en el predio alrededor del área de cambio de uso de suelo, hacia donde podrá desplazarse la fauna silvestre, así como una zona compacta de vegetación al este del predio, donde presentaba mejores condiciones de conservación de la vegetación, asimismo se mantendrán áreas verdes alrededor de las instalaciones, lo cual permitirá la movilidad de la fauna silvestre.

IMPACTO:	Modificación del escenario actual.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	Los trabajos realizados en esta etapa generarán un cambio en el paisaje, pasando de un área con vegetación secundaria en la periferia de la zona urbanizada (carretera) a un área libre de vegetación en el 45.22%. El diseño del proyecto ha considerado mantener libre de construcción y bajo las condiciones actuales una franja de vegetación en las zonas de mayor conservación. La modificación al escenario no podrá ser visto desde los predios vecinos, ya que el 54.78% de la superficie que será mantenida con vegetación, se encuentra rodeando la periferia del predio.
IMPACTO:	Disminución en la calidad del aire.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	Las pequeñas partículas de biomasa o de tierra, que por cuestiones ambientales permanecen en el aire y son transportadas a cortas distancias por el viento, son ocasionadas por el troceo y el movimiento de la vegetación. De igual forma, la operación de maquinaria y vehículos que trabajan a base de combustibles fósiles, utilizadas en la etapa de desmonte y despalme, es de suponerse que causan molestias únicamente a los mismos trabajadores, por las posibles emisiones de humos y gases que pueden generar, pues no se encuentran viviendas en la zona. El viento desplaza los humos y los gases, por lo que las emisiones no son relevantes y la magnitud de este impacto está en función de que se hayan tomado las medidas preventivas en cuanto a mantener en buen estado los motores de los vehículos participantes en la obra.
IMPACTO:	Afectación de especies de flora protegida.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	Es necesaria para la primera fase de cualquier proyecto de infraestructura y equipamiento, pues se requiere de un terreno libre de vegetación, para poder instalar los equipos y habilitar las áreas de circulación y almacén. Se identificó en el sitio 2 especies de flora catalogadas, una de ellas es una de tipo arbóreo, el cedro (<i>Cedrela odorata</i>), considerando el valor maderable de esta especie, se identificaron únicamente 2 ejemplares juveniles (de 1 m. de altura), en un área específica del predio, al noreste, donde la vegetación se encuentra en mejores condiciones de conservación. Esto fue identificado en la etapa de factibilidad ambiental del proyecto que el promovente realizó previo al diseño del mismo, por lo tanto dicha área fue segregada del cambio de uso de suelo, destinándola exclusivamente para la conservación de la vegetación y los individuos de esta especie. La otra especie de flora identificada en el predio, corresponde a <i>Zamia loddigessi</i>, especie herbácea, la cual fue identificada con una distribución de manera homogénea en el predio, considerando que esta especie tiene altos índices de sobrevivencia a trasplantes, como medida de prevención de los impactos ambientales, previo a la etapa del desmonte se realizará el rescate de aquellos ejemplares que se encuentren en los sitios que serán afectados por el cambio de uso de suelo, y serán reubicados a un área destinada a la conservación de la vegetación, en la parte sureste del predio. En dicho lugar se le deberá dar un cuidado especial durante los primeros días principalmente para favorecer su supervivencia.

IMPACTO:	Afectación a especies de fauna silvestre protegida.
Etapas:	Preparación.
Descripción:	Como se menciona anteriormente, la remoción de la vegetación en el 45.22% de la superficie del predio, afectará de manera indirecta a los individuos de fauna silvestre que hacen uso actualmente del ecosistema presente en el predio, de los cuales se identificaron 9 especies de fauna silvestre protegida, como se identificó en los muestreos realizados, el uso del ecosistema por estas especies es de alimento, desplazamiento y descanso. Aunque la fauna silvestre será afectada de manera temporal con el desmonte y el despalme, pues el hábitat será modificado parcialmente, este impacto será de forma poco significativa dada la facilidad que tienen las especies registradas de desplazarse a las áreas adyacentes, las cuales no presentan algún tipo de manejo y presentan vegetación en buen estado de conservación. La reducción del hábitat para fauna silvestre, corresponde al 45.22% del predio, manteniéndose una franja con vegetación alrededor del área de cambio de uso de suelo, hacia donde podrá desplazarse la fauna silvestre, así como una zona compacta de vegetación al este del predio, donde presentaba mejores condiciones de conservación de la vegetación, lo cual permitirá la movilidad de la fauna silvestre y la conectividad con los corredores de vegetación previstos en los instrumentos de ordenamiento.
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
IMPACTO:	Disminución en la calidad del aire.
Etapas:	Construcción.
Descripción:	La operación de maquinaria y vehículos que trabajan a base de combustibles fósiles, utilizadas en la etapa de construcción, es de suponerse que causan molestias únicamente a los mismos trabajadores, por las posibles emisiones de humos y gases que pueden generar, pues no se encuentran vecinos en la zona. El viento desplaza los humos y los gases, por lo que las emisiones no son relevantes y la magnitud de este impacto está en función de que se hayan tomado las medidas preventivas en cuanto a mantener en buen estado los motores de los vehículos participantes en la obra. En la etapa de construcción se generará una mayor dispersión de polvos, sin embargo se consideran mínimas dada la baja cantidad de fuentes emisoras que serán utilizadas en un mismo tiempo.
IMPACTO:	Incremento de ruido en la zona.
Etapas:	Construcción.
Descripción:	Principalmente en la etapa de construcción del proyecto se generará contaminación acústica, de manera significativa, aunque temporal. El funcionamiento de los vehículos y la maquinaria en estas etapas, incrementará de manera temporal los niveles de ruido existentes de manera local. Dentro del sitio del proyecto no hay comunidades locales establecidas y el poblado más cercano se encuentra a 2.7 km.
IMPACTO:	Modificación del escenario actual.
Etapas:	Construcción.
Descripción:	Los trabajos realizados en esta etapa generarán un cambio en el paisaje, pasando de un área con vegetación secundaria en la periferia de la zona agropecuaria a un área ocupada por infraestructura en el 35.09% y áreas libres de vegetación (camino de circulación) en el 0.57%. El diseño del proyecto ha considerado mantener libre de afectación y bajo las condiciones actuales una franja de vegetación alrededor del predio y más concentrada en la parte este del predio, donde presenta mejores condiciones de vegetación; esto funcionará como una barrera visual entre los predios colindantes, y para la conectividad de la vegetación en la zona.

IMPACTO:	Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.
Etapas:	Construcción.
Descripción:	La actividad humana siempre va acompañada de desechos como envases, papeles o restos de comida, lo cual seguramente se presentará en esta obra. De manejarse de acuerdo a las normas ecológicas y de salud, no representan causa alguna de contaminación, ni su generación se considera como un impacto ambiental.
IMPACTO:	Generación de empleos
Etapas:	Construcción.
Descripción:	La mayor parte de las actividades del proyecto ofrecerán oportunidades de empleo, aunque de manera poco significativa y temporal. No se prevé la generación de empleos permanentes (en la etapa de construcción).
IMPACTO:	Incremento en la demanda de bienes y servicios.
Etapas:	Preparación
Descripción:	El sector de los servicios también se verá beneficiado con el proyecto aunque en su mayor parte de manera temporal y de forma poco significativa.
IMPACTO:	Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.
Etapas:	Construcción
Descripción:	El proyecto considera mantener una franja alrededor del predio, además de un área compacta en la parte sureste, donde se presenta mejores condiciones de la vegetación, esto con el fin de mantener la conectividad de la vegetación existente con los predios vecinos, conservar vegetación en buen estado de conservación, especies de flora protegida y favorecer la movilidad de la fauna silvestre.
ETAPA DE OPERACIÓN	
IMPACTO:	Disminución en la calidad del aire.
Etapas:	Operación.
Descripción:	En la etapa de operación, la disminución en la calidad del aire será derivada del tránsito vehicular, dentro del predio, por vehículos para las actividades de supervisión, así como para el traslado del personal que intervenga en la obra. Este impacto no es significativo.
IMPACTO:	Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.
Etapas:	Operación.
Descripción:	La actividad humana siempre va acompañada de desechos como envases, papeles o restos de comida, lo cual seguramente se presentará en esta obra. De manejarse de acuerdo a las normas ecológicas y de salud, no representan causa alguna de contaminación, ni su generación se considera como un impacto ambiental.

IMPACTO:	Generación de empleos
Etapas:	Operación.
Descripción:	Se prevé la generación de 10 empleos permanentes y 30 empleos indirectos permanente, en los que se requerirá personal calificado y mano de obra no calificada, con lo cual se tiene un impacto socioeconómico positivo a largo plazo.
IMPACTO:	Incremento en la oferta de energía eléctrica
Etapas:	Operación
Descripción:	La operación del proyecto, incrementará la capacidad de generación de energía eléctrica con base en el aprovechamiento de la luz solar, es decir a partir de un recurso renovable.
IMPACTO:	Mantenimiento de áreas verdes con biodiversidad florística.
Etapas:	Operación
Descripción:	Durante la etapa de operación del proyecto, se mantendrán áreas verdes (vegetación nativa) alrededor de la infraestructura y las instalaciones, a las cuales se les deberá dar el mantenimiento para cumplir con el objetivo ornamental y de provisión de sombra a las instalaciones (caseta).
IMPACTO:	Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.
Etapas:	Operación
Descripción:	El mantenimiento de la franja de vegetación alrededor del predio, consistirá en un hábitat disponible de manera permanente para especies de fauna silvestre (pequeños reptiles y mamíferos, así como aves) existentes de la zona, ya que al mantenerse la vegetación bajo las condiciones actuales, se permitirá la conectividad entre la vegetación existente en las colindancias del predio, favoreciendo así la movilidad de la fauna silvestre.

A continuación se presenta una tabla con la clasificación de cada uno de los impactos identificados, de acuerdo a los parámetros expuestos en la tabla anterior; y posteriormente se describe cada uno de los impactos.

Tabla 68 Clasificación de los impactos ambientales identificados.

ACTIVIDAD	IMPACTO	Carácter			Perturbación			Importancia			Ocurrencia			Extensión			Duración			Reversibilidad		
		Positivo	Negativo	Neutro	Importante	Regular	Escasa	Alta	Media	Baja	Muy probable	Probable	Poco probable	Regional	Local	Puntual	Permanente	Media	Corta	Irreversible	Parcial	Reversible
PREPARACIÓN	a) Pérdida de vegetación secundaria.		x			x			x		x					x	x				x	
	b) Conservación de zona natural de conservación.	x			x				x			x				x	x				x	
	c) Disminución de hábitat de fauna silvestre.		x			x			x			x			x		x				x	
	d) Modificación del escenario actual.		x			x				x	x				x		x				x	
	e) Disminución en la calidad del aire.		x				x			x		x			x				x			x
	f) Afectación de especie de flora protegida.		x		x			x				x				x	x				x	
	g) Afectación a especies de fauna silvestre protegida.		x		x			x				x				x	x				x	
CONSTRUCCIÓN	a) Disminución en la calidad del aire.		x				x			x		x			x				x			x
	b) Incremento de ruido en la zona.		x			x				x		x			x				x			x
	c) Modificación del escenario actual.		x				x		x			x			x				x		x	
	d) Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.		x			x			x				x			x			x		x	
	e) Generación de empleos	x				x			x		x				x				x			x
	f) Incremento en la demanda de bienes y servicios.	x				x			x			x			x				x			x
	g) Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.	x			x				x			x			x			x				x
OPERACIÓN	a) Disminución en la calidad del aire.		x				x		x				x		x		x					x
	b) Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.		x			x			x				x			x	x				x	
	c) Generación de empleos	x				x			x			x			x		x					x
	d) Incremento en la generación de energía alternativa.	x				x			x			x			x		x					x
	e) Mantenimiento de áreas verdes con biodiversidad florística.	x			x			x			x				x		x					x
	f) Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.	x			x				x			x			x		x				x	

V.3 Valoración de los impactos ambientales.

La evaluación de impacto ambiental de un proyecto es claramente una herramienta de previsión y en su caso de prevención, adquiriendo sentido cuando su resultado influye en la toma de decisiones de las actividades que lo componen, desde el nivel cero, permitiendo que todo siga como se planeó o en términos drásticos cancelando su ejecución, en función de que se identifiquen afectaciones a los ecosistemas donde se lleva a cabo y de su zona de influencia, o malas prácticas que pongan en riesgo la estabilidad de los mismos.

En este caso, se trata de una obra nueva, donde se prevé la habilitación del área para una operación óptima, con generación de efectos negativos y positivos, cuya responsabilidad en la magnitud de éstos durante la operación y la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación, corresponde al promotor.

Como se ha descrito anteriormente, la metodología empleada para la evaluación de los impactos consiste en las siguientes fases:

- *Primera fase: identificación de impactos.*
- *Segunda fase: evaluación de impactos.*
- *Tercera fase: evaluación global del proyecto.*

La primera fase ya está superada, puesto que se han identificado, clasificado y descrito los impactos potenciales que generaría la ejecución del proyecto, a continuación se llevará a cabo la segunda fase, que consiste en la evaluación de los impactos, otorgándole a cada uno de los impactos identificados un valor de acuerdo a los criterios y parámetros expuestos en la Tabla 62 (Página 138).

Valoración de Impactos:

En la siguiente página se presenta una matriz modificada, donde a cada impacto previamente identificado y clasificado se le aplicó la valoración de acuerdo a los parámetros y criterios establecidos en la metodología.

Tabla 69 Matriz de valoración de impactos.

ACTIVIDAD	IMPACTO	VALOR	CARÁCTER	
PREPARACIÓN	a) Pérdida de vegetación secundaria.	-13	NEGATIVO	MODERADO
	b) Conservación de zona natural de conservación.	13	POSITIVO	MODERADO
	c) Disminución de hábitat de fauna silvestre.	-13	NEGATIVO	MODERADO
	d) Modificación del escenario actual.	-13	NEGATIVO	MODERADO
	e) Disminución en la calidad del aire.	-8	NEGATIVO	COMPATIBLE
	f) Afectación de especie de flora protegida.	-14	NEGATIVO	MODERADO
	g) Afectación a especies de fauna silvestre protegida.	-14	NEGATIVO	MODERADO
CONSTRUCCIÓN	a) Disminución en la calidad del aire.	-8	NEGATIVO	COMPATIBLE
	b) Incremento de ruido en la zona.	-9	NEGATIVO	COMPATIBLE
	c) Modificación del escenario actual.	-10	NEGATIVO	MODERADO
	d) Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	-9	NEGATIVO	COMPATIBLE
	e) Generación de empleos	11	POSITIVO	MODERADO
	f) Incremento en la demanda de bienes y servicios.	10	POSITIVO	MODERADO
	g) Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.	12	POSITIVO	MODERADO
OPERACIÓN	a) Disminución en la calidad del aire.	-10	NEGATIVO	MODERADO
	b) Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	-11	NEGATIVO	MODERADO
	c) Generación de empleos	12	POSITIVO	MODERADO
	d) Incremento en la generación de energía alternativa.	12	POSITIVO	MODERADO
	e) Mantenimiento de áreas verdes con biodiversidad florística.	15	POSITIVO	SEVERO
	f) Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.	14	POSITIVO	MODERADO

De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene que el 60% de los posibles impactos ambientales del proyecto, son de carácter negativo, sin embargo únicamente la mitad son de carácter moderado, es decir que únicamente el 30% de los posibles impactos ambientales se identifican como negativos y moderados, el resto son compatibles con el ambiente o incluso son positivos.

Esto resalta nuevamente que el proyecto aun cuando implica un cambio de uso de suelo y la remoción permanente de la vegetación, el impacto no es severo.

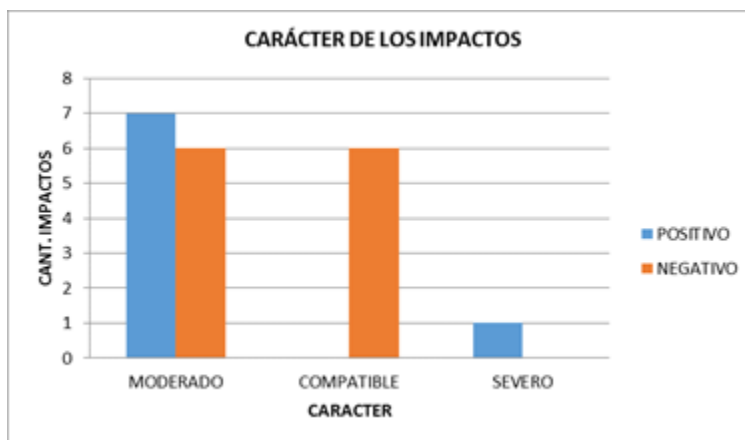


Figura 29 Caracterización de los impactos.

V.3.1 Construcción del escenario modificado por el proyecto

Las características físicas del área en donde se pretende desarrollar el proyecto, será modificado en el 45.22% de la superficie total del predio, sin embargo en esta área la vegetación es secundaria con diversidad florística baja, la pérdida del recurso suelo ocurrirá en el 2% de la superficie del predio, considerando el área de construcción de bodega y las áreas que ocuparán los soportes, donde se reducirá la capacidad de infiltración del suelo.

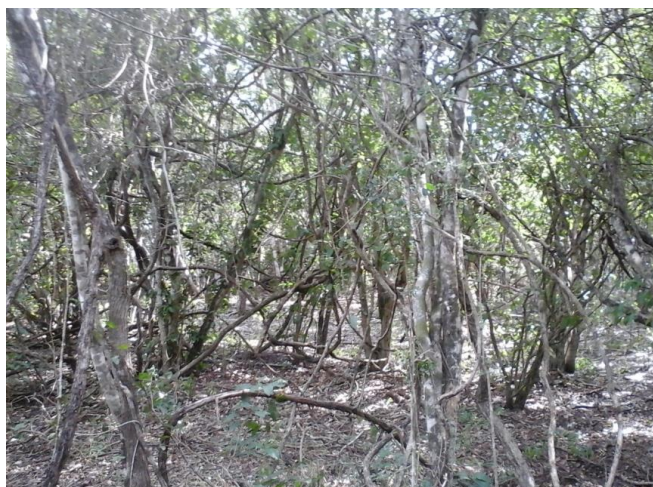
Durante la preparación del sitio, la eliminación de la vegetación y el despalme del terreno, afectará la estructura tanto de la comunidad vegetal, de la fauna asociada a ésta y del suelo. Sin embargo, durante las actividades de delimitación del área de cambio de uso de suelo, se mantendrá como zona restrictiva de desmonte una franja de vegetación alrededor del predio y un área compacta al sureste del predio, donde presenta mejores condiciones de recuperación de la vegetación, se colinda con áreas sin uso específico con vegetación similar al predio. La franja de conservación alrededor del predio mantendrá una cortina de vegetación, que fungirá como barrera visual con los predios vecinos.

En el sitio de cambio de uso de suelo, se identificó una especie de flora protegida, la cual será rescatada y reubicada las áreas de conservación, asimismo en el área de conservación, se identificó otra especie protegida, la cual no se verá afectada por la ejecución del proyecto.

El mantenimiento de dicha área como conservación, permitirá la continuidad de la vegetación con las áreas colindantes, así como se favorecerá la libre movilidad de la fauna silvestre asociada al ecosistema presente.



Fotografía 24 Condiciones del área propuesta para conservación.



Fotografía 25 Vista del área de cambio de uso de suelo.

El proyecto propuesto, corresponde a una actividad de muy bajo impacto ambiental, más aún es una obra con gran contenido ecológico al aprovechar un recurso renovable (energía solar) para la generación de energía eléctrica mediante un proceso fotovoltaico. La utilización de terrenos previamente impactados por actividades antropogénicas (agricultura), y que actualmente se encuentran en abandono, presentando vegetación secundaria en recuperación, favorece la reconversión de las actividades productivas en una zona de alta marginación.

Por las características del proyecto, (generación de energía eléctrica mediante el proceso fotovoltaico) y la tecnología y equipo a emplear, durante la operación del proyecto no se requieren de combustibles fósiles, tampoco genera emisiones a la atmósfera ni ruido, debido a que corresponde a un proyecto de industria no contaminante. La generación de residuos sólidos, será mínima durante la operación del proyecto, así como no se espera generar aguas residuales.

Derivado de la afluencia a las instalaciones es probable que se incremente el ruido en la zona, sin embargo el sitio se encuentra colindando al norte de una carretera federal con una vialidad transitada, y considerando que los equipos serán automatizados, no se tendrá una afluencia importante de personal en el predio, por lo tanto las actividades del proyecto no serán relevantes.

A pesar de que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, no está libre de impactos previos, ya que tuvo usos agrícolas y pecuarios anteriormente (de 10 a 20 años), la operación del proyecto ocasionará la remoción de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, donde se observa una fuerte disminución de su estrato arbóreo, mismo que se encuentra en un proceso de recuperación.

Asimismo aunque no significativamente, afectará a poblaciones de fauna silvestre que se encuentran en la zona y que aun cuando el área del predio cuenta con vegetación secundaria, es parte del hábitat de pequeños mamíferos, reptiles y aves de la zona; las poblaciones de fauna serán desplazadas hacia otros sitios que podrán ser las áreas de amortiguamiento o bien los predios vecinos, donde se presentan condiciones similares de vegetación, este desplazamiento será de manera permanente, sin embargo se mantendrá el 54.78% del predio con vegetación, que será hábitat disponible para la fauna silvestre de manera permanente.

Con respecto al agua, aire y suelo, es importante mencionar que serán alterados a una escala menor, siendo el suelo el único que será impactado moderadamente al reducir un 2% el área de infiltración directa por la ocupación de infraestructura permanente.

La implementación del proyecto generará un cambio en el paisaje como consecuencia del aumento en la ocupación actual de suelo, sin embargo el área a modificar de manera permanente corresponde al 2% de la superficie total del predio (soportes y almacén), y se pretende integrar al paisaje de la zona de manera armoniosa alrededor de áreas verdes alrededor del predio.

Durante la **construcción**, se generarán una mayor cantidad de residuos sólidos inorgánicos, derivados de los materiales de construcción y de la alimentación de los trabajadores, que si no son manejados adecuadamente se pueden dispersar a las áreas naturales y predios colindantes y afectar la vegetación que ahí se encuentra así como contaminar el suelo y convertirse en un foco de infección y plagas.

El personal involucrado en la obra, requerirá realizar sus necesidades fisiológicas, que si se cuenta con un servicio sanitario con el manejo y disposición adecuada (letrina portátil) se podrá evitar la contaminación al acuífero por las descargas sin tratamiento de las aguas residuales. Asimismo, existe el riesgo de que a falta de servicios sanitarios se realicen las necesidades fisiológicas al aire libre, con lo que se contamina el suelo y disminuye la calidad del agua subterránea por lixiviados.

En la etapa de **operación**, los posibles impactos negativos son de carácter compatibles, pues la generación de residuos sólidos será en muy pequeño volumen, y no serán de tipo peligros, así como por el mínimo personal requerido en las actividades de supervisión, no se espera incrementar significativamente el nivel de ruido en la zona, ni las emisiones a la atmósfera.

La implementación del proyecto generará un cambio en el paisaje como consecuencia de la superficie que será ocupada por la infraestructura del parque fotovoltaico (44.0%), adicionalmente de las áreas de ocupación por una bodega o almacén (1.21%) y áreas de circulación y maniobras (2.0%), pero que se contará con el 54.78% de la superficie con vegetación, conformada por una cortina o franja de vegetación alrededor del predio y un área compacta en la parte este, con el fin de mantener una barrera visual, así como dar continuidad a la vegetación y la conectividad de hábitat de fauna silvestre.

En el sitio se identificaron dos especies de flora catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se proponen medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, como son el mantener el 54.78% de la superficie del predio como área de conservación, donde fue identificada la vegetación con mejores condiciones de conservación, así como donde fueron los únicos 2 ejemplares

de una especie protegida (*Cedrela odorata*) y la implementación de un programa rescate y reubicación de los ejemplares de la otra especie (*Zamia lodigesii*) que se encuentren en el área de afectación directa por el cambio de uso de suelo.

En cuanto a la fauna silvestre, se identificaron 9 especies bajo estatus de protección, por lo que se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre y como medida de mitigación, la designación de un área de conservación de la vegetación, para que de manera permanente esté disponible como hábitat para esas especies, las cuales corresponden a un mamífero menor, dos pequeños reptiles y 6 aves.

Para el desarrollo del proyecto, se requiere de materiales, insumos y de personal, el promovente favorecerá la contratación de mano de obra local, lo cual generará un impacto positivo en la población rural, mientras dure el proyecto.

Asimismo, las molestias generadas principalmente por las emisiones a la atmósfera y el ruido durante la etapa de preparación y construcción, no perjudicarán a la población, puesto que no se encuentran cercanos al área del proyecto, además que se mantendrán cortinas de vegetación en la periferia del predio.

Todos estos procesos serán puntuales en el área del proyecto, sin que resulten afectadas las áreas adyacentes del proyecto. Adicionalmente, en la etapa de construcción, se realizarán actividades de conservación de la vegetación que está prevista mantener en el proyecto.

V.3.2 Identificación de los efectos en el sistema ambiental.

Una vez analizadas las actividades a realizar durante cada una de las etapas del proyecto, se identificaron los factores ambientales susceptibles a ser afectados, a continuación se presenta una tabla donde se identifican dichos efectos y posteriormente se describen los efectos que pudiera tener la ejecución del proyecto:

Tabla 70 Identificación de efectos en el sistema ambiental.

MEDIO	FACTOR	EFFECTOS
FÍSICO	Aire	Disminución de la calidad del aire.
		Incremento de ruido en la zona.
	Suelo	Pérdida de suelo.
		Contaminación por residuos sólidos.
BIOLÓGICO	Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal en el 77% del predio.
		Afectación directa a 1 especie de flora amenazada.
		Afectación indirecta a 1 especie de flora amenazada.
		Conservación del 23% del área con vegetación.
	Fauna	Disminución del hábitat para fauna silvestre.
		Afectación a especies de fauna silvestre protegida.
SOCIOECONÓMICO	Población	Generación de empleos temporales y permanentes.
	Servicios	Incremento de la demanda de servicios.
		Incremento en la oferta de energía renovable.
	Actividades económicas	Reconversión de tierras no productivas
	Paisaje	Modificación del paisaje.

- MEDIO FÍSICO

Todos los efectos de la ejecución del proyecto al medio físico, es decir aire y suelo son negativos, sin embargo la afectación a la calidad del aire y el confort sonoro en la zona, no será significativo, y una vez finalizada las actividades, la calidad del aire regresará a las condiciones actuales. Las áreas circundantes al proyecto no se encuentran habitadas, por lo que estos efectos no tendrán repercusiones en población alguna; así como se mantendrá una cortina de vegetación, para atenuar la dispersión sonora.

El suelo orgánico que será removido para las actividades de construcción, manteniéndolo en el área para su posterior utilización en la rehabilitación de áreas verdes, con lo que se espera se reintegrará al área, por lo que no representa una pérdida de recurso. El 98% de la superficie del predio permanecerá como áreas naturales, libre de cimentación o construcción permanente; donde se mantendrán los procesos naturales de filtración de agua.

Derivado de las actividades del personal del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, que de disponerse inadecuadamente podrían generar contaminación en el suelo, por su acumulación.

El proyecto no representa un riesgo para la disponibilidad de agua subterránea, puesto que el requerimiento de agua en las obras y actividades es mínimo, y será abastecida por empresas autorizadas. La calidad del agua subterránea, podría verse afectada si no se tomaran las medidas preventivas y las descargas de las aguas residuales sanitarias se realicen directamente al manto freático, durante la etapa de construcción, sin embargo, este proyecto contempla la instalación de letrinas temporales, que recibirán mantenimiento por una empresa autorizada. Por lo tanto, no se generarán descargas de aguas residuales en el predio, ni en la etapa de operación.

- MEDIO BIOLÓGICO

La pérdida de vegetación en el 45.22% del área, eliminando especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, es irreversible. Se considera el mantenimiento del 54.78% de la vegetación en el predio, que una parte formará una franja de vegetación alrededor del predio, permitiendo la continuidad con la vegetación de los predios contiguos, concentrándose la mayor superficie al sureste del predio, donde se presenta la vegetación con mejores condiciones de desarrollo, además de que permitirá la conectividad de la vegetación con la zona de influencia del proyecto.

Los residuos vegetales leñosos producto del desmonte, podrán ser aprovechados para el consumo de leña de pobladores vecinos, o bien serán triturados para su reintegración a las áreas de conservación.

Se tomarán las medidas preventivas durante las actividades de construcción, para evitar la afectación indirecta, así como durante la operación del proyecto se dará mantenimiento y vigilancia al área de conservación para asegurar la permanencia de dicha área de conservación. De manera permanente, se realizará la supervisión de las se le dará mantenimiento a las áreas de conservación y áreas verdes que serán habilitadas en el proyecto, lo cual representa el mantenimiento de la biodiversidad florística en el predio a largo plazo.

La afectación a la fauna silvestre asociada al área de influencia, la cual está compuesta por pequeños reptiles y mamíferos, aves e insectos, será mínima puesto que podrá ser desplazada a predios vecinos durante la preparación y construcción; en la etapa de operación y de manera permanente las áreas de conservación del proyecto, estas podrán convertirse en su fuente de alimento, refugio y descanso. La delimitación del predio será realizada de tal manera que no interrumpa la libre movilidad de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

- **MEDIO SOCIOECONÓMICO**

El medio socioeconómico es el favorecido por la ejecución del proyecto, ya que durante las actividades de operación y restauración se requerirá de mano de obra especializada y no, insumos y servicios, sin embargo esto será a largo plazo (50 años). La preferencia de contratación de personal de la zona y adquisición de bienes y servicios generará fuentes de trabajo y una derrama económica puntual en la zona.

La implementación de tecnología de punta, para la generación de energía eléctrica con base en el aprovechamiento de un recurso renovable (luz solar), permitirá la reconversión de tierras abandonadas, donde aun cuando el uso predominante de la zona es la agricultura, el nivel de productividad es bajo por las condiciones no favorables (suelos pobres y someros), lo cual a su vez genera impactos positivos en el medio socioeconómico, al generar empleos temporales y permanentes en una zona rural con alto grado de marginación y un índice alto de emigración, así como incrementará la oferta de este servicio en la región.

La implementación de tecnología de punta para la generación de energía eléctrica con base en el aprovechamiento de la luz solar (recurso renovable), permitirá la reconversión de tierras abandonadas, donde aun cuando su uso predominante es la agricultura, tiene bajos niveles de productividad por que las condiciones no son favorables (suelos pobres y someros)

El desarrollo de este proyecto, es compatible con el uso de suelo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorial de la Región de la Laguna Peto, Quintana Roo, así como se ha diseñado para cumplir con los criterios ecológicos establecidos en dicho ordenamiento, así como en la normatividad ambiental aplicable.

Determinación del área de influencia

El área de influencia ambiental de la ejecución del proyecto, corresponde a un área de 1,362 has. Encontrándose el predio en la parte central, el 60% de los impactos y efectos que se han identificados son locales y en general de moderado impacto al sistema ambiental.

Actualmente en el área, el 34% presenta condiciones de perturbación de origen antropogénico, como son actividades extractivas (banco de material), industria, agropecuaria y urbano, el 66% de la superficie presenta vegetación secundaria.

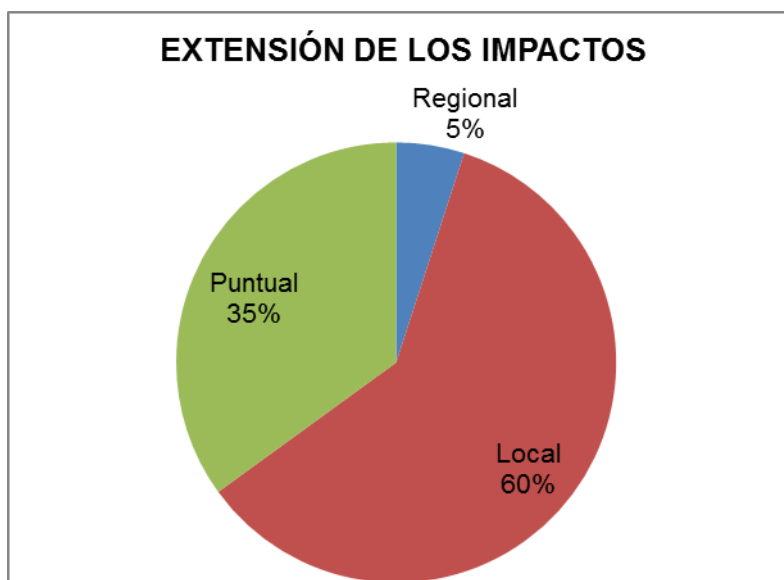


Figura 30 Extensión de los posibles impactos identificados.

A continuación se presentan las coordenadas de ubicación, así como las condiciones actuales del área de influencia del proyecto:

Tabla 71 Condiciones actuales del área de influencia.

CONCEPTO	SUPERFICIE (Ha)	PORCENTAJE (%)
ÁREA CON VEGETACIÓN	902.06	66.19%
AFECCIÓN	396.83	29.12%
POBLADO	64.01	4.70%
SUPERFICIE TOTAL	1362.89	100.00%

Tabla 72 Coordenadas del área de influencia del proyecto.

PV	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	307796.36	2203322.99
2	310411.86	2201379.87
3	310546.74	2201285.70
4	310625.67	2201192.13
5	311051.56	2200358.08
6	309509.98	2198075.88
7	305970.91	2200902.81

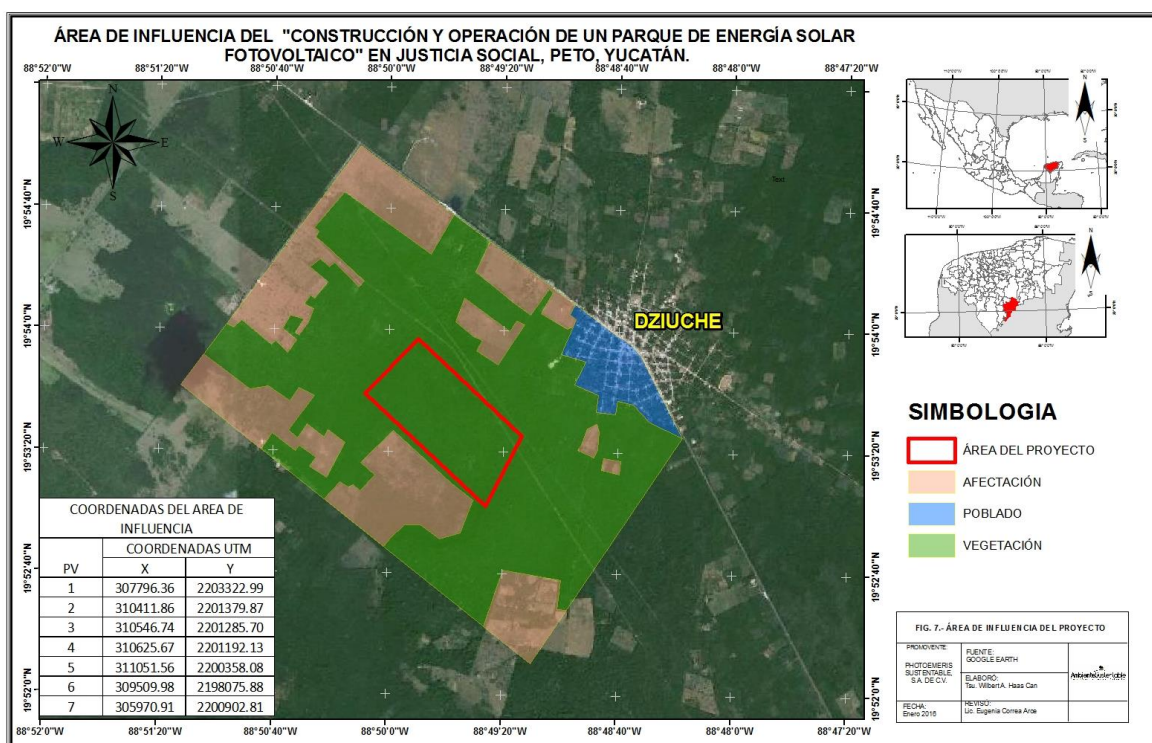


Figura 31 Área de influencia del proyecto.

Durante las etapas del proyecto, no se tendrá efectos en el clima, características geológicas, diversidad o abundancia biológica, así como no generará cambios hidrodinámicos.

La disminución de la capacidad de infiltración del predio, eliminación del estrato vegetal y desplazamiento de la fauna terrestre, ocurrirá únicamente dentro de los límites del predio y más específicamente, en el área proyectada para las actividades de construcción y ocupación (45.22%).

Con el proyecto se espera la generación de un mayor volumen de humos y gases y el incremento del nivel de ruido por la circulación de vehículos y principalmente por la operación de las maquinarias, sin embargo esta acción es temporal y el número de vehículos y maquinaria es reducido, además de que se llevarán a cabo un programa de verificación y mantenimiento.

El uso de suelo actual del área del proyecto y sus colindancias no es habitacional, por lo que los efectos anteriores no tendrán impactos en la población. La generación de residuos sólidos derivada de las actividades del proyecto, tendrán como destino final sitios diferentes al predio del proyecto y no serán de tipo peligrosos, por lo que se espera no generar contaminación en el suelo.

Con la implementación del proyecto, la superficie de afectación incrementará únicamente en un 3% en el área del proyecto, es decir que el área perturbada por uso agropecuario e industria, pasará de 29% a 32%, sin embargo se tuvo preferencia de la afectación a áreas con vegetación secundaria, y se asegurará el mantenimiento de las áreas de conservación dentro del proyecto a largo plazo.

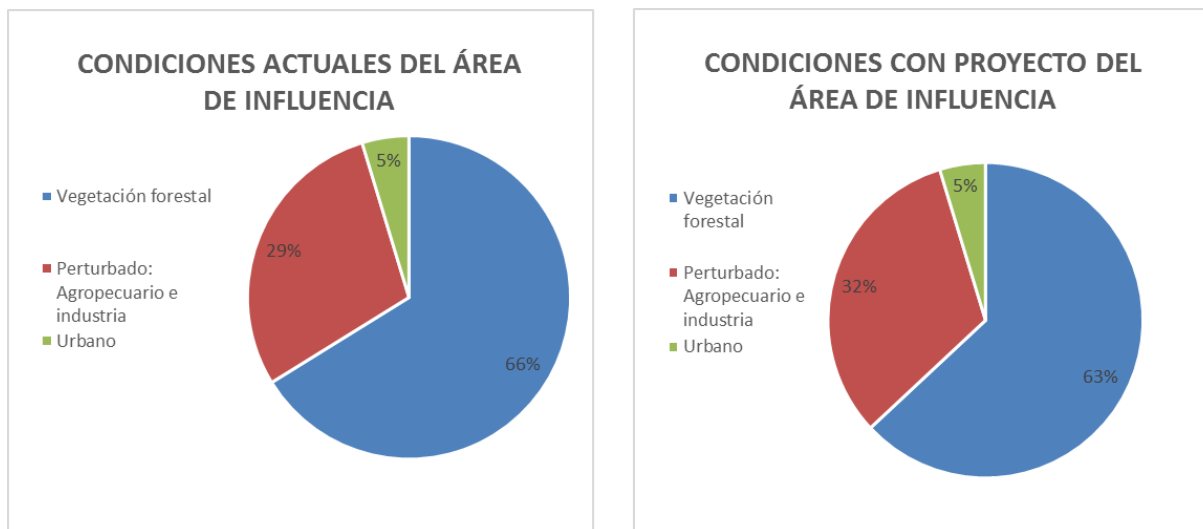


Figura 32 Gráfica comparativa de condiciones actuales y previstas del área de influencia.

V.4 Conclusiones.

De acuerdo a la evaluación de los impactos ambientales, utilizando los métodos presentados, la ejecución del proyecto no lleva consigo la generación de impactos ambientales severos, sino que son de carácter moderado en la mayoría (el 30% de los impactos negativos), la pérdida de vegetación secundaria que representa el mayor impacto negativo al medio ambiental, se considera aceptable, toda vez que se trata de una vegetación secundaria en recuperación, y se implementarán acciones de protección y conservación para prevenir la afectación a especies de flora y fauna silvestre en alguna categoría de protección.

El proyecto se ha diseñado considerando las condiciones ambientales del sitio, de tal manera que se mantenga la conectividad de la vegetación con los predios colindantes donde aún se cuenta con vegetación, el mantenimiento del 54.78% de vegetación dentro del predio, además de permitir la integración de la infraestructura al paisaje actual, se mantendrá de manera permanente un hábitat disponible para la fauna silvestre de la zona, así como se mantiene la diversidad de flora silvestre.

CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción, es decir, si no se compromete la biodiversidad, no provoca la erosión de los suelos, no afecta la calidad del agua o la disminución en su captación y que los usos alternativos propuestos serán más productivos a largo plazo. En esta sección se integran argumentos técnicos adicionales a los que ya han sido plasmados en otras secciones del documento, que permiten demostrar que dichos requerimientos se cumplen.

Biodiversidad

- I. Se dejará sin tocar una superficie de 65.7347 has., lo cual representa el 54.78% de la vegetación que se encuentra en el área del proyecto, la cual será destinada a área de conservación de la vegetación, y corresponde al área que presenta mejores condiciones de conservación y es donde se identificaron los individuos de una de las 2 especies de flora catalogadas.
- II. La vegetación presente en el predio del proyecto es de tipo secundaria de selva mediana subcaducifolia donde se observa una fuerte disminución de su estrato arbóreo, mismo que se encuentra en un proceso de recuperación. En consecuencia, se presentan volúmenes aprovechables de madera para aserrío más bien pequeños.
- I. La zona de conservación, que tiene una extensión de 65.7347 has, garantiza la permanencia y desarrollo de la vegetación natural en el área del proyecto.
- II. Se tiene programado diseñar acciones integradas en el Programa de Rescate de Flora y Fauna Silvestre de este proyecto.
- III. La biodiversidad observada en el área del proyecto es reflejo de la existente en el área de influencia del proyecto
- IV. Existe una reducida representación proporcional de las especies de flora y fauna registradas en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la cuenca en particular, el Estado de Yucatán y la Península de Yucatán en general.
- V. Se presentará un efecto negativo reducido y no significativo sobre la riqueza de flora y fauna existente en el sistema ambiental

De las especies de flora observadas en el predio, se encontró que la *Zamia* (*Zamia loddigesii*) se encuentra listado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de sujetas a Amenazada (A), y el cedro (*Cedrela odorata*) en la de Protección especial. No se realizará la remoción de los ejemplares de *Cedrela odorata*.

- III. De las especies de fauna silvestre registradas en el predio, se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría Protección Especial 6 especies de aves (*Crypturellus cinnamomeus*, *Pteroglossus torquatus*, *Amazona albifrons*, *Eupsittula nana*, *Vireo pallens* y *Poliophtila plumbea*) y 1 de un mamífero menor (*Conepatus semistriatus*), y en la categoría de Amenazadas 2 especies de pequeños reptiles (*Ctenosaura similis* y *Boa constrictor*).

IV. Para la evaluación de la biodiversidad presente en el área del proyecto, es indispensable considerar los tipos de rareza biológica existentes de acuerdo con Ezcurra, 1990, Halfter y Ezcurra, 1992 y Sosa-Escalante, 2000:

- a) Rareza biogeográfica: Existen especies que sólo habitan en regiones muy específicas, formando endemismos biogeográficos muy particulares.
- b) Rareza de hábitat: Existen especies que son muy específicas al hábitat, pero no son endémicas a nivel biogeográfico. Este grupo está formado por especies de hábitat restringido (estenoecas).
- c) Rareza demográfica: Existen especies que presentan densidades bajas de forma natural en toda su área de distribución, aunque ésta sea amplia y sin asociación a hábitats específicos.

En este sentido, si bien solo se observó dos especies listadas en la NOM-O59-SEMARNAT-2010 de todas las que se registraron en el predio; tampoco se detectaron especies con algún tipo de rareza biológica, incluso tomando en consideración a las especies endémicas de distribución natural en la Península de Yucatán que están presentes en el predio. Y cabe recalcar, que una de las especies fue identificada en un área que será mantenida como zona de conservación.

Por tanto, las especies observadas en el área de estudio presentan amplios intervalos de distribución y sus poblaciones tienen una elevada frecuencia de registro, razón por la cual la probabilidad de que puedan registrarse incluso en dos sitios diferentes de la Península de Yucatán ó el Estado de Quintana Roo, es ciertamente alta. Estas características demográficas de las especies listadas en el área de estudio, nos garantiza que el proyecto no pone en riesgo la conservación de la diversidad biológica.

- V. Las especies de flora y fauna registradas en el predio, no presentan algún tipo de rareza biológica, es decir, todas se distribuyen ampliamente en una gran variedad de hábitats naturales de la Península y el Estado de Quintana Roo.
- VI. No se presentan especies restringidas a algún hábitat específico.
- VII. Todas las especies tienen intervalos de distribución amplios, es decir, las especies registradas en el área del proyecto, también están presentes en muchos otros sitios.
- VIII. El eventual cambio de uso de suelo no se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo, relicto o poco representada en la Península de Yucatán y el Estado de Quintana Roo.
- IX. El índice de diversidad biológica en el área de estudio es sensiblemente menor que aquél que fue calculado para la cuenca.

Por lo tanto, no se pone en riesgo la diversidad biológica presente en el área de estudio.

Captación y calidad del agua

- X. La captación de agua de lluvia no será afectada significativamente, debido a que la infiltración al acuífero se mantiene en las 65.7347 hectáreas permeables (54.78%) de la superficie total del predio.
- XI. Se calcula que el estado de Yucatán tiene una disponibilidad de agua superficial de 3.25 km³ y de agua subterránea de 31.053 km³, en tanto que su extracción es de 0.126 km³ para el agua superficial y de 1.182 para el agua subterránea; asimismo, se estima una recarga media anual del acuífero de 9,500 Mm³; en consecuencia este recurso puede considerarse como

abundante. Asimismo, la ejecución de este proyecto no tiene ningún efecto sobre la interface salina.

- XII. Por lo tanto, no se comprometerá la calidad del agua con respecto a la que está actualmente disponible en el sistema ambiental, a la Región Hidrológica Administrativa XII Península de Yucatán, la Subregión de Planeación Hidrológica Oriente y la cuenca Yucatán 32-B.

Suelos

- XIII. No existirán efectos negativos debidos a la contaminación antropogénica durante la preparación del terreno y construcción de la obra, al adoptarse las medidas de prevención y mitigación propuestas.
- XIV. Se aplicarán acciones complementarias en el Programa de Manejo Integral de Residuos diseñado para el proyecto.
- XV. No se verán afectados de forma significativa los procesos de formación de suelos en el área del proyecto.
- XVI. Los procesos de degradación de los suelos de la Península de Yucatán se consideran, moderados, ligeros y estables en más del 98% del territorio; en tanto que el proceso de deterioro dominante es la degradación química (pérdida de fertilidad), en casi el 69% del territorio; le sigue la degradación física con casi el 13% del estado, del cual casi en su totalidad se refiere a la compactación del suelo por efecto del ganado y maquinaria pesada y solo el 4% se refiere a las áreas cubiertas por obra civil, concreto y asfalto (que sería nuestro el caso). No se generarán procesos de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica, dado que no existen pendientes que generen corrientes superficiales que a su vez arrastren sedimentos; ni tampoco se registran fuertes vientos que lleguen a ocasionar tolvaneras.

En conclusión, se llevarán a cabo diferentes mecanismos preventivos que favorecerán que la biodiversidad, los suelos y el agua (en calidad y cantidad) no sean afectados de forma significativa; entre los cuales destacan:

- a) *Conservación de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en el 54.78% del predio.*
- b) *Ejecución de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre.*
- c) *Implementación de un Programa de Restauración Ecológica en la superficie afectada.*
- d) *Ejecución de un Programa de Manejo Integral de Residuos.*

De esta forma, se justifica mediante planteamientos técnicos y científicos que la afectación de la biodiversidad, suelo y agua por efecto de la remoción de vegetación forestal para destinar este terreno para la construcción de obra civil, es admisible y compatible con los instrumentos de planeación del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY).

También es importante mencionar que las medidas de prevención y mitigación propuestas, constituyen un elemento adicional que demuestra que el cambio de uso de suelo forestal se ubica en las hipótesis de excepcionalidad previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

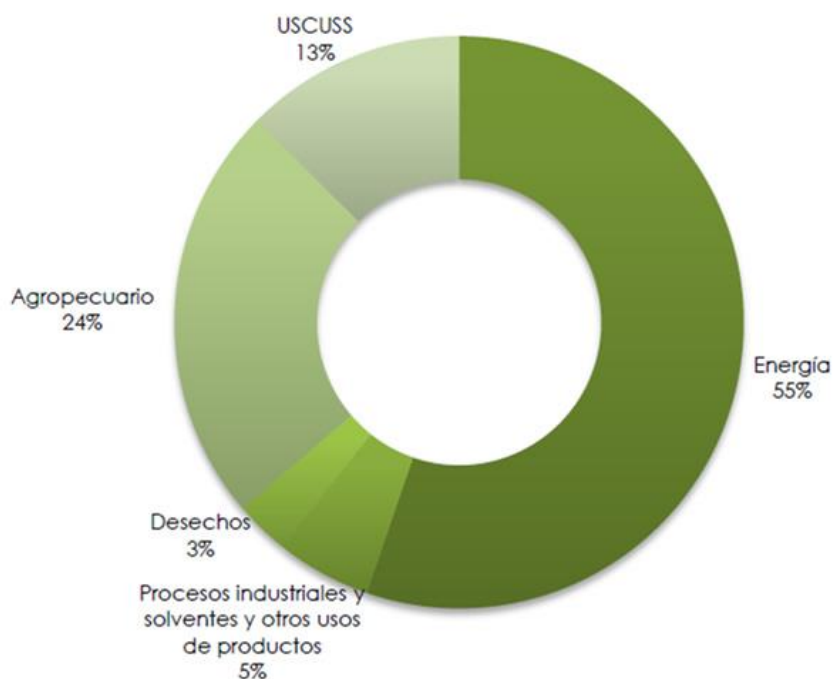
Factores socioeconómicos

En el Estado de Yucatán se generan **10,866,538** toneladas de gases de efecto invernadero, siendo el sector **energía** el que produce mayores emisiones de estos gases con **55.27%** del total generado. Además, la generación de electricidad contribuye en un 20.49 % al total de emisiones de gases de

efecto invernadero, ya que la principal fuente de energía proviene principalmente del combustóleo y del gas natural.

Aunado a lo anterior, se ha previsto un incremento de 8.70 % la generación neta de electricidad para el año 2030 de 5,182,094 MWh comparado con el año 2010. Cabe señalar que según el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, actualmente solamente se producen 3,028 KW por una fuente de energías renovables en el Estado de Yucatán.

El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) del Estado de Yucatán, desarrollado para el año 2005, reporta que las emisiones de GEI en la entidad ascienden a 10'866,538 t CO₂e. El análisis sectorial revela que el sector de la energía es el que produce mayores emisiones de GEI con un 55.27%, seguido por el sector agropecuario (23.76%); el uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSS) (12.51%); los procesos industriales (5.42%) y los residuos sólidos y líquidos (3.04%).



Fuente: Programa Especial de Cambio Climático del Estado de Yucatán.

Figura 33 Porcentaje de emisiones de GEI del Estado de Yucatán, 2005.

El sector energía (donde se incluyen las actividades industriales de combustión, la generación eléctrica, el comercio y los servicios, el transporte y el sector residencial) es uno de los principales emisores de GEI, es por lo que se reconoce como prioritario implementar acciones de mitigación.

El Gobierno del Estado de Yucatán comparte la preocupación por el cambio climático global y reconoce la necesidad de participar en el esfuerzo para hacerle frente y contener sus efectos. La Estrategia Estatal de Energía Renovable se elabora como una ruta crítica a seguir por el Estado de Yucatán para impulsar el desarrollo del sector energético como un componente central de sus lineamientos estratégicos para el desarrollo sostenible y competitivo.

La Estrategia Estatal de Energía Renovable es el principal instrumento de política pública para impulsar el aprovechamiento de energías renovables, mediante alianzas estratégicas con la inversión

privada y las instituciones académicas y de investigación, a través del impulso de infraestructura de sistemas eólicos, solares y de bioenergía.

Con la implementación del proyecto, se pretende potenciar el aprovechamiento de recursos renovables de la región para la producción de una energía limpia y que ayude a la disminución de la generación de energía por las actuales fuentes de energía convencionales contaminantes.

El proyecto se basa en generación de energía renovable que permitirá satisfacer parte de la demanda de la GCRPEN pronosticada para los próximos años en la zona.

Se realizó un análisis financiero de inversiones, costos y gastos que permiten demostrar la viabilidad económica, e incluso la rentabilidad del proyecto. La zona de instalación elegida, por las condiciones de horas de sol y de radiación, permite asegurar un alto rendimiento de producción energética en relación la inversión realizada y con la vida prevista de la central.

El desarrollo del proyecto contribuirá a mejorar la distribución de la energía eléctrica, asimismo disminuye la dependencia de los combustibles fósiles para la generación de la misma.

La economía de la zona, se verá beneficiada con la generación de empleo directo, tanto en la construcción del parque, como en los servicios secundarios derivados de las actividades.

Para la economía nacional, se viene a reducir los costos de generación eléctrica pagados por la Comisión, así como reducir las pérdidas de transmisión en las zonas aledañas del proyecto. Representan para el país la reducción en la fuga de divisas que se utilizan para la compra de combustibles fósiles para la generación de energía con plantas térmicas convencionales.

Considerando el análisis que se realizó en el área de influencia del proyecto, se concluye que la zona ha sido fuertemente intervenida por el hombre para realizar actividades agrícolas y ganaderas.

Estas actividades en conjunto con factores ambientales del entorno, convierte el área de influencia directa en un sistema agropecuario, destacándose la presión que han sufrido los recursos (flora, fauna, agua, suelo, etc). Con base a esto, se puede establecer que la no realización del proyecto, contribuirá a que esta situación se perpetúe, extendiendo la degradación, tanto del entorno como de las condiciones de vida de los pobladores de la zona de influencia directa del proyecto.

La situación socioeconómica actual, refleja la elevada carencia de recursos económicos y se manifiesta en las condiciones de vida y las actividades de subsistencia que realizan los habitantes de la zona, siendo una solución para éste escenario la apertura de oportunidades que generen fuentes de ingresos alternativos elevando la calidad de vida de la población y promoviendo así, la disminución en la sobreexplotación de los recursos.

La energía de origen solar, representa una fuente de energía renovable y limpia, algunas de sus ventajas son las siguientes:

- Tiene costos de operación bajos y una vida útil muy larga.
- Posee costos más estables si se compara con los precios de los combustibles.

En el diseño del proyecto, se consideraron entre algunos criterios:

- El proyecto no implica obras subterráneas.
- No presenta complejas estructuras civiles, así como tampoco riesgos durante su construcción y/o operación.
- Se optimizó el análisis de alternativas de diseño, de acuerdo a las principales estructuras y a la afectación mínima del medio ambiente.

Los costos estimados de adquisición del predio, costos de construcción, instalación y mantenimiento de la red de transmisión, representan costos aceptables para este tipo de proyecto.

De acuerdo a la estimación económica de los recursos forestales maderables y no maderables, incluyendo los biológicos forestales, la derrama económica por la venta de los productos forestales presentes en el predio sería de \$711,980 (SETECIENTOS ONCE MIL NOVECIENTOS OCHENTA PESOS 00/100 MN), esto considerando para los productos forestales el valor de mercado real, es decir que para productos como madera de aserrío, madera para construcción, leña y plantas enteras, así como especies de fauna silvestre, el valor económico únicamente representa los ingresos por venta en el mercado sin considerar sus costos de producción; adicionalmente por la venta de los servicios forestales, como son hábitat crítico de especies protegidas, recreación, provisión de agua y calidad, biodiversidad y estéticos, el valor económico es de \$1,262,799.80 (UN MILLÓN DOSCIENTOS SESENTA Y DOS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 80/100 M.N.).

Los productos forestales, tendrían que ser extraídos bajo un programa de manejo forestal, maderable y no maderable, en un lapso de 2 años (dejando 8 años para regeneración), es decir la derrama económica anual durante los 2 primeros años por la venta de los productos sería de \$355,990.15 (TRESCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS NOVENTA PESOS 15/100 M.N.). Y para el caso de los servicios forestales, el valor económico se considera anual de \$1,263,223.47 (UN MILLÓN DOSCIENTOS SESENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS VEINTITRES PESOS 47/100 MN).

El uso propuesto del proyecto, considera la construcción y operación de un Parque de Energía Solar Fotovoltaica, para la producción anual de 30 MW, que está propuesta para ser ofertada al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), interconectándose a la Subestación Eléctrica Subestación de Kambul, lo cual ayudará a disminuir la afectación de carga ante contingencias comunes en la *Línea de Transmisión de Tkicul-Xul Ha*, lo cual generará una derrama económica anual de \$65,000,000.00 (SESENTA Y CINCO MILLONES DE PESOS 00/100 MN), es decir que a largo plazo, se generaría una derrama económica de \$650,000,000.00 (SEISCIENTOS CINCUENTA MIL MILLONES DE PESOS 00/100 MN).

A continuación se presenta la diferencia entre la **derrama económica anual** con el proyecto y sin el proyecto:

Tabla 73 Comparativo de la derrama económico anual con proyecto y sin proyecto.

DERRAMA ECONÓMICA ANUAL	
Con proyecto	\$650,000,000.00
Sin proyecto	\$355,990.15

Es importante mencionar, que la derrama económica por la extracción de recursos forestales en el predio, se tendría que realizar en 2 años y esperar los siguientes 8 años para su regeneración, y realizar una segunda corta, en tanto que la derrama económica por la generación de energía será anual por 50 años, es decir a largo plazo.

Aun cuando se ha estimado el valor económico de los servicios ambientales en el sitio del proyecto, que es de \$1,263,223.47 (UN MILLÓN DOSCIENTOS SESENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS VEINTITRES PESOS 47/100 MN), en si no se genera una derrama económica, debido a que actualmente no hay mercado disponible para su pago, o es incipiente.

Con relación a la calidad ambiental, de acuerdo a estudios realizados las emisiones de las plantas que utilizan combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica en México son de lo siguiente:

CONTAMINANTES	País	Total de emisiones anuales de las plantas incluidas	Número de plantas incluidas (con cierta cantidad de emisiones notificadas) ^a	Producción total de electricidad de las plantas incluidas (GWh) ^b	Índice Tasa de emisión colectiva de las plantas incluidas
SO ₂	Canadá	0.62 millones de toneladas	38	N/A	N/A
	México	1.6 millones de toneladas	82	0.137 million	11.35 kg/ MWh
	EU	9.2 millones de toneladas	836	2.4 million	3.79 kg/ MWh
NO _x	Canadá	0.26 millones de toneladas	70	N/A	N/A
	México	0.25 millones de toneladas	82	0.137 millones	1.83 kg/ MWh
	EU	4.0 millones de toneladas	897	2.4 millón	1.66 kg/ MWh
Hg	Canadá	1,986 kg	22	N/A	N/A
	México	1,025 kg	3	0.003 millón	0.034 kg/ GWh
	EU	44,231 kg	376	1.9 millón	0.023 kg/ GWh
CO ₂	Canadá	128 millones de toneladas ^c	N/A	0.154 millón ^c	831 kg/ MWh ^c
	México	94 millones de toneladas	82	0.137 millón	688 kg/ MWh
	EU	2,178 millones de toneladas	899	2.4 millón	893 kg/ MWh

^a El número de plantas incluidas puede variar entre los diferentes contaminantes para un mismo país de acuerdo con el número de plantas en cada país para las que obtuvimos o calculamos emisiones. Por ejemplo, los totales para mercurio sólo incluyen las centrales carboeléctricas.

^b La generación total que aparece en cada fila de este cuadro es la generación sumada sólo de aquellas plantas que notifican sus emisiones del contaminante de que se trate. Los datos sobre la generación de México y EU correspondiente a 2002 provienen de las fuentes gubernamentales mencionadas en el apartado sobre metodología de este informe (Apéndice). No pudimos incluir la generación sumada de Canadá para 2002 porque no teníamos datos sobre generación para muchas de sus centrales eléctricas.

^c No obtuvimos estos valores de la información sobre cada planta presentada en este trabajo, sino de los totales nacionales globales correspondientes a 2002 facilitados por dependencias federales canadienses (véase texto adjunto).

Figura 34 Índice de emisiones de plantas eléctricas⁷.

Con la implementación del proyecto, el cual implicará la generación de 30 MW, se reduce la emisión de contaminantes que en su caso se emitirían por la generación en plantas eléctricas que utilizan combustibles fósiles de la siguiente manera:

Tabla 74 Índice de emisiones que se generarían por una planta eléctrica de 30 MV.

CONTAMINANTES	ÍNDICE TASA DE EMISIÓN DE LAS PLANTAS	
SO2	340.50	kg/MWh
Nox	54.90	kg/MWh
Hg	10.20	kg/MWh
CO2	20,640.00	kg/MWh

Al realizar la remoción en únicamente en el 45% del predio, se mantendrán en el sitio especies con valor ornamental, así como especies de flora que son hábitat de fauna silvestre. Se mantendrá una superficie de 65.7347 has con vegetación bajo las condiciones actuales, donde la biodiversidad de flora será mantenida.

En dicha área también permanecerán los servicios de provisión de agua y mantenimiento de la calidad de agua.

⁷ Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. 2004. Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas. Quebec, Canadá.

En el sitio del proyecto, se identificaron 2 especies de flora protegida, por lo que se realizó el diseño del proyecto de tal manera que el área donde se encontraban los individuos de una de las especies que corresponde a una arbórea (*Cedrela odorata*), fuera destinada a la conservación de la vegetación; para el caso de la otra especie identificada, que corresponde a una herbácea (*Zamia loddigesii*), se considera realizar el rescate de todos aquellos individuos que se encuentren en el área de afectación del proyecto y su reubicación a un área de conservación. Es importante mencionar, que se tienen experiencias en actividades de rescate y reubicación de dicha especie en la zona, obteniendo buenos resultados de sobrevivencia, con lo cual se estima que no ocasionará la pérdida de biodiversidad en la zona.

Para el caso de la fauna silvestre, en el sitio se identificaron 9 especies de fauna silvestre protegida, las cuales 6 corresponden a aves, 2 reptiles y 1 mamífero pequeño; el proyecto considera el mantenimiento de 65.7347 has como conservación de la vegetación, la cual proveerá hábitat (alimentación, refugio, reproducción), de acuerdo a información disponible, para el caso de *C. similis* y *V. pallens*, la superficie requerida para mantener las poblaciones viables es de 2 has y 37 has respectivamente, por lo que la superficie propuesta de conservación permitirá el mantenimiento de dichas especies.

Asimismo, se realizarán acciones de prevención y mitigación, como son la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre previo al inicio del desmonte, así como durante todas las etapas del proyecto estará prohibida la captura, aprovechamiento y/o cacería de las especies de fauna silvestre, que será reforzado con la vigilancia en el predio y la restricción, ya que existe cierta presión sobre algunas especies, por su valor de mascotas principalmente.

En cuanto a los beneficios sociales de la ejecución del proyecto, sin el proyecto no se realiza ninguna actividad, es decir tampoco se generan ningún jornal o empleo, en el caso de que se realizara el aprovechamiento forestal, de acuerdo al análisis realizado, se generarían 7 jornales, adicionalmente de 1 empleo por asesoría técnica.

Con la ejecución del proyecto, se generan 40 empleos permanentes, que en jornales representarían 9,600 jornales, distribuidos en mano de obra calificada (con habilidades para elaborar artesanías) y especializada (área administrativa y de ventas).

La generación de una fuente de empleo de manera permanente en una comunidad rural, trae consigo un beneficio social, por la disminución de la emigración a otras ciudades o estados para trabajar, así como fortalece la cohesión familiar y en este caso que resulta ser un proyecto de elaboración de artesanías típicas de la cultura maya, también promueve el mantenimiento de las costumbres y tradiciones indígenas.

No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizará la remoción de vegetación en una superficie que corresponde al 45% del área del proyecto (54.2653has.), manteniendo a largo plazo un área mayor como conservación (165.7347has.), adicionalmente de la superficie que será destinada a futuras ampliaciones, la cual en su momento será sometida a autorización en materia de cambio de uso de suelo. El sitio no se encuentra en una zona determinada como de captación de agua, asimismo considerando las características de construcción del proyecto, únicamente el 0.36% perderá la capacidad de infiltración de agua directamente al suelo, es decir que se mantendrá en el 99.64% de la superficie del proyecto, los procesos naturales de captación de agua.

En cuanto a la calidad de agua, las actividades del proyecto no consideran el uso de sustancias peligrosas o riesgosas en ninguno de sus procedimientos ni actividades, no se generarán descargas de aguas residuales adicionales a las generadas por el uso de los sanitarios del personal, las cuales recibirán un tratamiento, por lo tanto el proyecto no ocasionará el deterioro a la calidad del agua..

CAPÍTULO VII

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES

Los impactos ambientales sobre el entorno que generará el desarrollo del proyecto, como se ha descrito anteriormente, cubren una amplia gama de aspectos en sus diferentes etapas.

Algunos de los impactos que han sido identificados y evaluados, son inevitables, pues si así no sucediera el proyecto no podría ejecutarse, pero con la aplicación de medidas de mitigación, pudiese disminuir su efecto negativo e incluso lograr uno positivo.

También se identificaron impactos potenciales, de tal manera que con la ejecución de acciones, denominadas preventivas, es posible no generarlos, sin afectar los objetivos o alcance del proyecto, e incluso optimizándolo.

A continuación, se enlistan y caracterizan las medidas que son útiles para la correcta implementación del proyecto, mencionando la etapa de aplicación y el impacto ambiental a evitar, mitigar u optimizar.

VII.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

ETAPA	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	Pérdida de vegetación secundaria.	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.
	Conservación de zona natural de conservación.	La remoción de vegetación se realizará con maquinaria y herramientas manuales, estando prohibido el uso de agroquímicos, herbicidas o fuego.
	Disminución de hábitat de fauna silvestre.	Una vez finalizadas las actividades de construcción y en caso de haberse afectado indirectamente la zona de conservación, se realizará la restauración con la siembra de plantas propias de la selva mediana subcaducifolia, teniendo preferencia en aquellas especies reportadas como proveedoras de sombra y alimento a especies de aves y reptiles de ecosistemas similares.
	Modificación del escenario actual.	
II. CONSTRUCCIÓN	Disminución en la calidad del aire.	Verificar que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo y mantener en buen estado el sistema de combustión para mitigar el impacto a la atmósfera. Mantener la maquinaria en buen estado. Contar con un inspector ambiental para supervisar que se cumplan las medidas preventivas mencionadas.
	Incremento de ruido en la zona.	Verificar que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo y mantener en buen estado el sistema de combustión para mitigar el impacto a la atmósfera.
	Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	Se colocarán los residuos sólidos generados en contenedores con tapa y serán transportados para su disposición final en el sitio que

ETAPA	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN
		indique la autoridad municipal. Se supervisará al personal de la construcción, para verificar que todos los materiales residuales (clavos, maderas, etc.) sean colocados en los contenedores para residuos sólidos. Promover la separación de la basura en orgánica, inorgánica y sanitaria. Se instalará una letrina portátil en el sitio para el servicio del personal de trabajo. Se contratará a una empresa especializada para la recolección de las aguas residuales. Se verificará que se le dé el mantenimiento adecuado a las letrinas.
	Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.
	Modificación del escenario actual.	Se llevarán a cabo diariamente actividades de limpieza. Una vez que se haya terminado la construcción de la obra civil, se deberá dar inicio a la reforestación y creación de áreas verdes y de conservación.
	Afectación de especie de flora protegida. Afectación a especies de fauna silvestre protegida.	Previo al desmante, se delimitará físicamente el área de afectación y se realizará el rescate de todos aquellos individuos de <i>Zamia lodigesii</i> y de <i>Cedrela odorata</i> (en el muestreo no se identificó ningún ejemplar de esta especie en el área de afectación) los cuales serán reubicados dentro del área de conservación. (Ver Programa de Rescate y Reubicación) Se realizarán recorridos de ahuyentamiento de fauna silvestre, previo al desmante, se verificará la existencia de nidos en árboles sujetos a desmante y serán reubicados. Se enriquecerán las áreas de conservación con siembra de <i>Cedrela odorata</i>. Las especificaciones se detallan posteriormente.
III. OPERACIÓN	Contaminación del suelo por residuos sólidos.	<u>Residuos sólidos.</u> Los residuos sólidos generados, serán dispuestos en contenedores con tapa, y clasificados (orgánicos, inorgánicos y sanitarios). Se favorecerá la separación de los residuos para que aquellos que puedan ser reutilizados o reciclados, sean enviados y/o vendidos a un centro de acopio, con el fin de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos en el municipio.
	Mantenimiento de áreas verdes con biodiversidad florística. Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.	Se destinará un área de 65.7347 has, que corresponde al 54.78% del área del proyecto como áreas verdes de conservación, las cuales estarán rodeando las construcciones e instalaciones. Se realizará el enriquecimiento de dichas áreas con especies de flora nativa y preferentemente la especie de <i>Cedrela odorata</i>, propias del ecosistema presente en el sitio (Ver programa de enriquecimiento). Se delimitarán las áreas de acceso peatonal y vial, para evitar afectaciones a la vegetación que sea sembrada. Se mantendrá de manera permanente el acceso restringido a estas áreas, y se vigilará para evitar afectaciones indirectas. Se instalará un letrero informativo y restrictivo.

Medidas de prevención y mitigación para las especies de flora y fauna identificados en el área del proyecto y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como el seguimiento que dé certeza o que demuestre, que no pondrá en riesgo la conservación de la biodiversidad biológica del área.

MEDIDA:	Establecimiento de una superficie de 65.7347 has de conservación de la vegetación y hábitat de flora y fauna silvestre.
DESCRIPCIÓN	De manera permanente y a largo plazo se mantendrá un área que corresponde al 54.78% de la superficie del predio, como área de conservación, con el fin de mantener la diversidad florística del predio, así como funcionar como hábitat de fauna silvestre, en especial de aquellas especies se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En dicha área también se realizará la reubicación de los individuos de flora silvestre que se encuentren en el área de afectación y que hayan sido rescatados (Ver Anexo 2.1 Programa de Rescate y Reubicación de Flora). Se les proporcionará el mantenimiento adecuado a los individuos reubicados, con el fin de garantizar su establecimiento. Se realizará el enriquecimiento del área de conservación, con la siembra de especies de flora nativa, propias del ecosistema presente, así como con el uso de una de las especies de flora catalogada que se identificó en el sitio (<i>Cedrela odorata</i>), pero con escasos ejemplares, esto incrementará la población de esta especie en el sitio y favorecerá la conservación de la misma. (Anexo 2.4 Programa de Enriquecimiento). Para el caso de otra especie catalogada como protegida, se realizará el rescate y reubicación de aquellos ejemplares que se encuentren dentro del área de afectación y serán reubicados al área de conservación.
SEGUIMIENTO	De manera periódica y permanentemente se realizará el monitoreo de las condiciones de la vegetación en el área de conservación. Se realizarán recorridos de vigilancia, para prevenir la cacería, extracción ilegal de recursos naturales, disposición inadecuada de residuos e incendios. Se contará con una bitácora de vigilancia, cuyo reporte deberá ser entregado anualmente a la SEMARNAT. Anualmente se realizará un muestreo de la vegetación, para lo cual se establecerán 5 sitios de muestreo distribuidos en el área de conservación, donde se tomarán los siguientes datos: - No. de especies - No. de individuos por especie - Superficie arbolada.
MEDIDA:	Rescate y reubicación de flora nativa y protegida.
DESCRIPCIÓN	Se presenta un Programa de Rescate y Reubicación de las 2 especies de flora protegida, así como de otras 15 especies nativas que se encuentran en el área de afectación del proyecto, los objetivos son los siguientes: - Rescate y reubicación dentro del área de conservación, los ejemplares de las especies de flora silvestre de interés ecológico, que se encuentra en las áreas a afectar por la construcción del proyecto. - Lograr y mantener un alto índice de sobrevivencia de trasplantes. - Establecer un programa de monitoreo ambiental con la finalidad de garantizar la supervivencia de la vegetación y tomar acciones correctivas en caso de desviaciones.
SEGUIMIENTO	Dentro del programa, se consideran acciones de monitoreo, en donde se incluye la toma de los siguientes datos:

	- Número de especies rescatas y reubicadas. - Porcentaje de supervivencia de especies de flora rescatadas. - Área sujeta a rescate y reubicación
MEDIDA:	Rescate y reubicación de fauna silvestre nativa y protegida.
DESCRIPCIÓN	Captura y reubicación de los individuos de fauna silvestre bajo alguna categoría de protección que se encuentra en las áreas a afectar por la construcción del proyecto.
SEGUIMIENTO	Monitoreos semestrales de identificación de especies y número de individuos. Presentación de informe anual de resultados. Ver Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (Anexo 2.3).
MEDIDA:	Enriquecimiento de área de conservación.
DESCRIPCIÓN	Se realizará la reforestación con especies propias del ecosistema presente en el sitio y que estén reportadas como plantas que proveen alimento y refugio para las aves de la zona; y se considera la utilización de una especie catalogada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de distribución natural en la zona, la fue identificada en muy escasos ejemplares en el sitio del proyecto (<i>Cedrela odorata</i>). (Anexo 2.4 Programa de Enriquecimiento). Esta medida incrementará el número de individuos de una especie protegida en el predio, así como mejorará las condiciones de hábitat para las especies de fauna silvestre que se encuentren en el sitio del proyecto (al proporcionarles alimento y refugio).
SEGUIMIENTO	Monitoreo de fauna silvestre. (Ver Anexo 2.3 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre). Monitoreo de sobrevivencia del enriquecimiento (Ver Anexo 2.1 Programa de Enriquecimiento)
MEDIDA:	Reglamento de protección de flora y fauna silvestre.
DESCRIPCIÓN	Se establecerán diversas medidas de protección y prevención para evitar la afectación a la flora y fauna silvestre, y en específico a aquellas especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las cuales se enlistan a continuación: - Previo al inicio de las actividades de desmonte, se realizará la delimitación física con ayuda de equipo topográfico y se señalizará el área sujeta a conservación, para evitar su afectación directa y/o indirecta. - Las actividades de remoción de vegetación, se realizarán exclusivamente con maquinaria y/o herramientas manuales, sin el uso de agroquímicos ni fuego. - Los residuos vegetales producto del desmonte serán aprovechados, o bien trozados y dispersados en las áreas de conservación. - Estará prohibida la captura, recolección y/o aprovechamiento de ejemplares de flora y/o fauna silvestre. - Está prohibida la disposición de residuos sólidos de cualquier tipo en las áreas de conservación. - Está prohibido el fecalismo al aire libre. - Se mantendrá restringido el acceso al área de conservación. - Se colocarán letreros informativos respecto al área de conservación y su función.
SEGUIMIENTO	Monitoreo de fauna silvestre. (Ver Anexo 2.3 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre)

VII.1 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a “el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

La estimación de los costos de restauración en las 64.85 hectáreas que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural (resiliencia) de la vegetación descrita en el capítulo IV de este documento, dado que en la actualidad dicha superficie se encuentra cubierta con vegetación secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia, es decir, se trata de vegetación con un importante grado de deterioro que se encuentra en proceso de recuperación.

Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.

En la actualidad, el paisaje tropical se encuentra dominado por bosques secundarios resultado de diferentes perturbaciones o disturbios ocasionadas por actividades humanas o fenómenos naturales (Murrieta et ál, 2007). Por lo tanto, los bosques secundarios son determinantes para la conectividad y funcionalidad para el mantenimiento de muchos procesos ecológicos como la dispersión y polinización de las formaciones vegetales existentes (Finegan, 1992).

El enfoque contemporáneo sobre los cambios en la vegetación puede ser considerado como una visión “dinámica” ó “cinética” en la cual no hay premisa de estabilidad a largo plazo o la existencia de un punto final en la sucesión vegetal (Drury y Nisbet, 1973). En este esquema se incorporan los disturbios como un factor de gran importancia y se acepta el cambio continuo de la vegetación como una norma (Pickett y White, 1985). Un gran número de estudios empíricos en las últimas décadas, apoyan la idea de que el proceso de sucesión vegetal en un área determinada puede seguir múltiples caminos (Drury y Nisbet, 1973; Connnett y Slatyer, 1977, Miles, 1987).

Gómez Pompa y Vázquez-Yanes, 1981, proponen el siguiente modelo general del proceso sucesional.

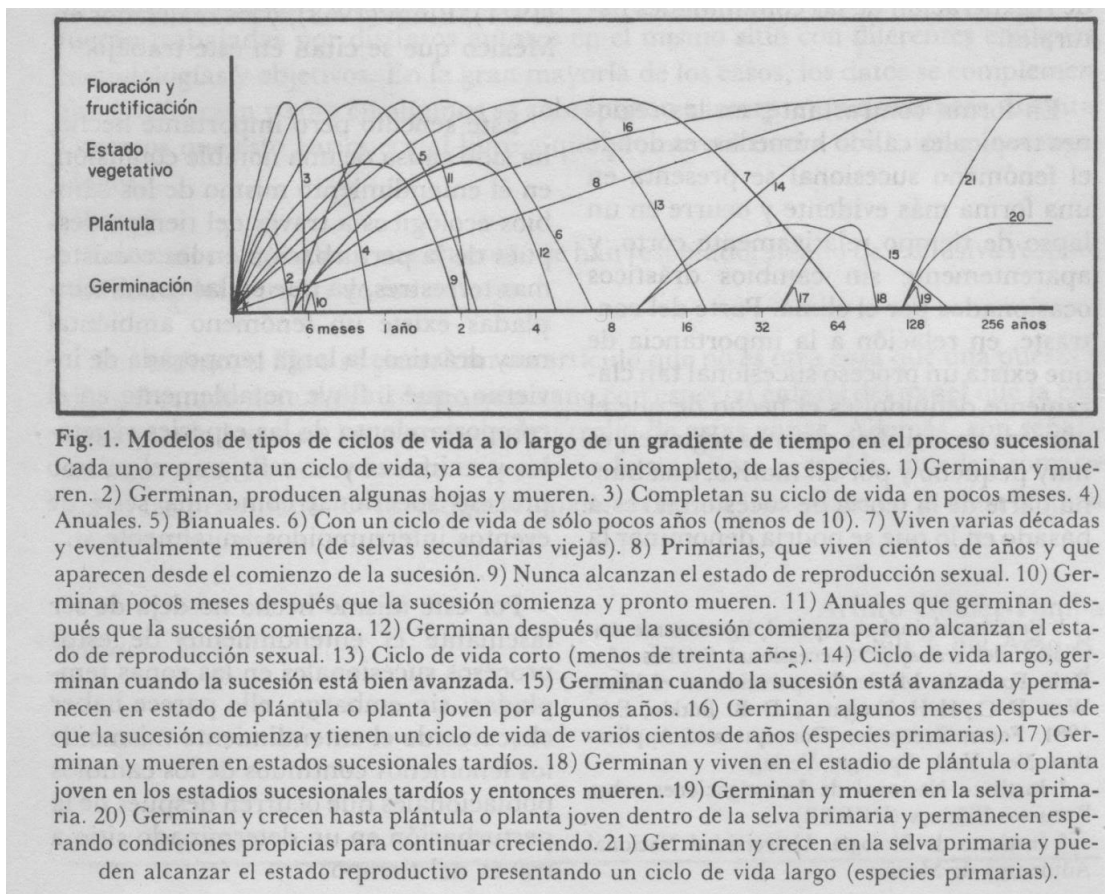


Figura 35 Modelo general de sucesión vegetal propuesto por Gómez Pompa y Vázquez-Yanes (1981).

Finalmente la especie H/E pone de manifiesto que ciertas especies pueden ser tolerantes tanto a condiciones de iluminación elevada como a la sombra. Y se trata de palmas sumamente resistentes a la mayoría de las perturbaciones naturales y humanas.

Según Berger (1993), como su nombre lo dice, la regeneración natural ha ocurrido sin la intervención del hombre, siendo un proceso extremadamente lento e incierto para nuestros objetivos. Por lo cual, es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar este proceso y por lo tanto la recuperación del ecosistema, ya que reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas y que llegan a detener el proceso de sucesión vegetal.

La restauración ecológica comienza con la eliminación de los factores que impiden la recuperación del sistema, siendo de vital importancia la definición de la problemática del sitio, así como sus relaciones con los sistemas humanos.

En este sentido, el paso inicial deberá ser la restitución del suelo, es decir, en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo, ésta deberá ser retirada, ya que determina en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a los trabajos de restauración ecológica. Dado que impide una adecuada infiltración de agua al subsuelo, y limita el espacio físico de la siembra de planta.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a dos años, resultando que desde las primeras semanas el suelo se ha cubierto de forma natural con plantas herbáceas como *Psychotria nervosa*, *Ichnanthus lanceolatus*, *Lasiacis divaricata*, *Stylosanthes hamata*, *Amaranthus spinosus* entre otras especies del gremio de las heliófitas efímeras. El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como chupadores de néctar (aves e insectos Lepidópteros, Himenópteros, etc.), insectívoros como reptiles, aves, pequeños mamíferos como ratones.

De esta manera se favorece la reintroducción de especies heliófitas durables como el tsalam (*Lysiloma latisiliquum*), así como *Bursera simaruba*, *Jatropha gaudieri*, *Metopium brownei*, *Haematoxylon campechianum* y *Piscidia piscipula*. Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación.

Asimismo es factible la reintroducción de palmas como el guano (*Sabal mexicana*), que es una especie tolerante tanto a condiciones de iluminación intensa, como a la sombra. teniendo la primera especie una gran importancia por estar registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista.

A partir de los 3 años, y una vez que se empieza a formar un dosel, las especies anuales o bianuales empiezan a ser sustituidas por especies con ciclos de vida más largos; esta fase es conocida como “fase de surgimiento o de estructuración”, por lo que es factible la reintroducción de especies esciófitas parciales, como es el caso de granadillo (*Platymiscium yucatanum*), was guiro (*Crescentia cujete*), kolok (*Talisia floresii*), K’atal oox (*Swartzia cubensis*), tak inché (*Casalpinia yucatanensis*), ciricote (*Cordia dodecandra*), kaniste (*Pouteria campechiana*), entre otras.

En esta fase se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación con gran presencia de especies espinosas y alturas máximas de 3 metros. En consecuencia, se fortalece la formación así como la protección del suelo, captura de carbono, presencia de vida silvestre, captación de agua.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar mamíferos pequeños como ratones, gran cantidad de aves, insectos y pequeños reptiles como las lagartijas.

En este periodo se realizará otra siembra de huano (*Sabal mexicana*), ya que se recomienda el establecimiento de palmas en toda la superficie del predio

Después de los 20 años se espera el establecimiento de forma natural de las especies esciófitas totales como *Cordia gerascanthus*, *Maytenus guatemalensis*, *Myrcianthes fragans* entre otras ya que es posible apreciar una tendencia de dicho gremio a presentarse solo en selvas maduras (Sánchez et al, 2007). Por lo tanto, en esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies dado que la vegetación habrá creado de forma natural las condiciones microambientales propicias para continuar con su desarrollo como es una cobertura de copa superior al 70%, debido que se espera que la altura promedio del arbolado sea superior a los 7 metros, con fustes bien definidos y diámetros del arbolado dominante de 15 a 30 cm.

De esta forma, podemos esperar la conformación de una “selva juvenil” con dominancia en el estrato superior de especies heliófitas y en el estrato inferior ya se podría observar un grupo conspicuo de especies esciófitas totales que inician la colonización del estrato inferior.

Desde un principio, pero principalmente en esta etapa, se debe poner especial atención en la prevención y combate de incendios forestales, debido a que con el tiempo, se desarrollan condiciones de diversidad biológica, estructura horizontal y vertical, funcionalidad y generación de una serie de servicios ambientales, la cual es necesario preservar, si bien existen riesgos periódicos como los huracanes que pueden detener e incluso retrasar a la sucesión vegetal. En caso de que los monitoreos

detecten que la sucesión vegetal se encuentra detenida, deberá procederse a sembrar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras.

La reforestación de todas las especies deberá realizarse en el periodo de lluvias y la planta deberá ser llevada al terreno cuando alcance una altura mayor a los 30 cm, ya que de esta forma se incrementa considerablemente la probabilidad de que las especies rastreras y enredaderas no lleguen a suprimirlas.

Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos años en restaurarse.

En resumen, se contempla la realización de trabajos de reforestación con mezcla de especies nativas características de la selva mediana subcaducifolia de la región; así como su mantenimiento y vigilancia por un periodo de 20 años. Para lo cual, el objetivo será alcanzar un acahual ó hubché de regular riqueza de especies arbóreas, densidades intermedias de individuos, bajas existencias volumétricas y alturas promedio de 6 a 9 metros. También se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada por especies heliófilas con la presencia de especies esciófitas en los estratos bajos, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado (ver el siguiente cuadro). Sin embargo, se mantendrá la vigilancia hasta los 20 años de edad, para asegurar un desarrollo aún mayor de la vegetación resultante.

Para la consideración de los costos de las actividades de restauración con motivo del eventual cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se realizará una estimación en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subcaducifolia a una condición similar a la que presenta actualmente este predio; se consideran los siguientes precios y trabajos de campo.

Valoración económica.

Para la valoración económica de las actividades de restauración, se recopilaron costos actualizados de servicios y productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para lo cual, se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, consultores ambientales, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo ambos muy similares. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta las actividades generales para llevar a cabo la restauración.

A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- *Limpieza o deshierbe*
- *Apertura de cepas*
- *Compra de planta*
- *Transporte*
- *Reforestación*
- *Mantenimiento del área restaurada*
- *Chapeo de malezas*
- *Reposición de plantas (replante)*
- *Monitoreo*
- *Asistencia Técnica*

Limpieza o Deshierbe.

Los trabajos de deshierbe del área a restaurar se realiza con la ayuda de herramientas como azadón, coa, hacha o machete, entre otras. De esta forma sólo se trabaja el área donde se colocará la planta, evitando afectaciones innecesarias.

Apertura de cepas.

Consiste en hacer un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir su oreado, así como el de las paredes de la cepa.

Transporte.

Previo a la movilización de las plantas al sitio de reforestación, éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante su carga y descarga, se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera (tutor) para evitar el daño al tallo.

Reforestación.

Consiste en la siembra de las plantas forestales en las cepas abiertas con anterioridad, es importante considerar que la distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, tomando en cuenta sus etapas juveniles. El Manual Básico elaborado por la Comisión Nacional Forestal, propone una densidad de 625 a 900 plantas de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla 75 Densidades promedio recomendadas por tipo de ecosistema por la CONAFOR, (Reglas de Operación ProÁrbol).

Tipo	Ecosistema (densidad por ha)			
	Bosques de coníferas	Selvas medianas y altas	Selvas bajas	Zonas áridas y semiáridas
Con planta de vivero	máximo 1,600 mínimo 1,100	máximo 900 mínimo 625	máximo 900 mínimo 625	máximo 2,000 mínimo 800
Con material vegetativo	No aplica	No aplica	No aplica	máximo 4,000 mínimo 1,100

La planta será adquirida en viveros autorizados, requiriéndose de planta con una altura mínima de 30 cm, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba o enraizadas en el terreno, sin malformaciones, nudos o plagas.

Para este caso se propone una densidad de 816 plantas/ha (3.5 X 3.5m), con un porcentaje mínimo de sobrevivencia del 80%. El trazo será en marco real, dado que esta permite obtener una plantación uniforme que facilita su mantenimiento, manejo y protección; las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Considerando que la superficie total a reforestar es de 42.8 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 34,925 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 20% más de plantas (6,985 para reposición de la pérdida máxima).

La reforestación debe llevarse a cabo durante la época de lluvias, una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido. De esta manera la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que se presenten a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas, sequías o vientos muy fuertes.

Mantenimiento del área restaurada.

El mantenimiento consiste de una serie de acciones encaminadas a favorecer el establecimiento de la plantación, tal como es el control de maleza, cuyo objeto es eliminar competencia de hierbas y arbustos a las plantas reforestadas, de tal manera que tengan mayor probabilidad de sobrevivencia. Esta actividad se mantendrá por un período de dos años o hasta los ejemplares sembrados alcancen una altura promedio de 1.5 metros. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará en un contorno de medio metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, tres veces al año.

Asistencia técnica.

Para restaurar el área, las actividades aquí mencionadas deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para al menos alcanzar las condiciones actuales, si bien se buscará que alcance un desarrollo estructural mayor, estimando para ello un periodo de 20 años.

Se presenta en el siguiente cuadro los costos unitarios que serán requeridos para cada actividad de restauración, el importe total por actividad y el costo total por unidad de superficie se estima en **\$59,925.00/ha 00/100 M.N.**

Tabla 76 Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 20 años.

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
1.- ESTABLECIMIENTO				16,500.00	9,065.00	25,565.00
1.1.- Preparación del terreno				3,600.00		3,600.00
Limpieza	Jornales	200.00	6.00	1,200.00		1,200.00
Despiedre y desenraice	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Guardarraya	Jornales	200.00	8.00	1,600.00		1,600.00
1.2.- Material vegetativo					9,065.00	9,065.00
Costos de planta	Plantas	8.00	980.00		7,840.00	7,840.00
Transporte de plantas	Plantas	1500.00	0.82		1,225.00	1,225.00
1.3.- Plantación				5,600.00		5,600.00
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Apertura de pocetas	Jornales	200.00	12.00	2,400.00		2,400.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	8.00	1,600.00		1,600.00
Replantación	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
1.4.-Riegos emergentes				3,600.00		3,600.00
Cercado	Jornales	200.00	8.00	1,600.00		1,600.00
Riegos	Jornales	200.00	10.00	2,000.00		2,000.00
1.5.- Materiales				3,700.00		3,700.00
Picos o Coa	Lote	150.00	4.00	600.00		600.00
Aspersora manual	Lote	2000.00	1.00	2,000.00		2,000.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2.00	1,100.00		1,100.00
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO				8,200.00	2,800.00	11,000.00
2.1.- Labores culturales (mano de obra)				8,200.00		8,200.00
Deshierbe	Jornales	200.00	12.00	2,400.00		2,400.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	6.00	1,200.00		1,200.00
Aclareos	Jornales	200.00	12.00	2,400.00		2,400.00
Cajeteo	Jornales	200.00	4.00	800.00		800.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3.00	600.00		600.00
2.2.- Adquisición de insumos					2,800.00	2,800.00
Compra de fertilizante	Kilogramo	4.00	180.00		720.00	720.00
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1800.00	1.00		1,800.00	1,800.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	14.00	20.00		280.00	280.00
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA				6,960.00		6,960.00
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	6.00	1,200.00		1,200.00
Vigilancia	Jornales	200.00	360.00	5,760.00		5,760.00
4.- DIVERSOS				14,400.00	2,000.00	16,400.00
Adquisición de equipo y herramientas	Lote	2000.00	1.00		2,000.00	2,000.00
Administración	Contrato	5000.00	12.00	4,800.00		4,800.00
Asistencia técnica	Contrato	10000.00	12.00	9,600.00		9,600.00
TOTAL DEL COSTO POR HA				46,060.00	13,865.00	59,925.00

De esta forma, lo que costaría llevar un área de **54.2653 has.** desde la perspectiva de análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema, a una condición cuando menos similar a como se encontraba inicialmente, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo. Lo cual implica realizar una serie de labores culturales para lograr el establecimiento de las especies requeridas; así como proporcionar el mantenimiento, vigilancia y monitoreo por un periodo de 20 años. En el siguiente cuadro se puede revisar el costo unitario desglosado por año.

De esta forma, se espera que la vegetación así restaurada estará en condiciones cuando menos similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo. El costo que implica la realización de dichos trabajos en la superficie ya referida, es de alrededor de **\$3,251,848.10** (TRES MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO PESOS 10/100 M.N.)

En el Anexo de Documentos Técnicos, se presenta la Estimación del costo/ha de las actividades de restauración por hectárea, desglosado en un periodo de 20 años.

VII.2. Impactos residuales.

No se considera se generen impactos residuales.

VII.3. Información necesaria para la fijación de los montos para fianzas.

El proyecto no considera que se pudiesen ocasionar daños graves al ambiente ni a sus ecosistemas, siendo que el sitio tampoco se encuentra en alguna zona de vulnerabilidad ambiental alta, por lo tanto no se contempla la presentación de una fianza o seguro ambiental.

CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

La vegetación presente en el predio del proyecto es de tipo secundaria de selva mediana subcaducifolia, donde se observa una fuerte disminución de su estrato arbóreo, mismo que se encuentra en un proceso de recuperación, como se menciona en el estudio, según Berger (1993)⁸ la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, siendo este un proceso extremadamente lento para que se pueda generar una composición y estructura similar a la formación vegetal original.

La ausencia de mamíferos medianos y mayores en el sitio, también es un indicador del grado de perturbación del ecosistema del sitio, cuyas condiciones no permiten la presencia de poblaciones de fauna silvestre ni de aquellas que toleran condiciones de perturbación.

De no ejecutarse el proyecto, el sitio se queda vulnerable a afectación por la expansión urbana, la extracción ilegal de leña y otros productos forestales por terceras personas, la disposición inadecuada de residuos sólidos, así como la ausencia de vigilancia, pondría en riesgo la vegetación del sitio de en caso de presentarse un conato de incendio, no se combata de manera adecuada.

En la zona de influencia del proyecto, se realizan actividades agropecuarias, el sitio al no contar con delimitación física, además del riesgo de contaminación del suelo, se podría favorecer la erosión del suelo por actividades de pastoreo que se realizan en la zona.

VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Los efectos de la ejecución del proyecto al medio físico, es decir aire y suelo son negativos, sin embargo la afectación a la calidad del aire y el confort sonoro en la zona, no será significativo, y una vez finalizada las actividades, la calidad del aire regresará a las condiciones actuales. Las áreas circundantes al proyecto no se encuentran habitadas, por lo que estos efectos no tendrán repercusiones en población alguna.

El suelo orgánico que será removido para las actividades de construcción, ocasionando una pérdida del recurso en el 2% del sitio del proyecto, donde no se continuarán los procesos naturales de filtración de agua.

Derivado de las actividades del personal del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, que podrían generar contaminación en el suelo, por su acumulación. Asimismo, la generación de residuos sanitarios, podría ocasionar la contaminación en el suelo.

La calidad del agua subterránea, podría verse afectada si no se tomaran las medidas preventivas y las descargas de las aguas residuales se realicen directamente al manto freático (solo en la etapa de construcción).

⁸ Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

La pérdida de vegetación en el 45.22% del área, eliminando especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, es irreversible. Se ocasiona la fragmentación de la vegetación en la zona.

La reducción de vegetación en el sitio y a urbanización, podría incrementar la afectación a la fauna silvestre asociada al área de influencia, la cual está compuesta por pequeños reptiles, mamíferos menores, aves e insectos, esto será mínimo puesto que ha sido ahuyentada previamente por la urbanización de la zona y la escasa fauna podrá ser desplazada a predios vecinos durante la preparación y construcción.

El medio socioeconómico es el favorecido por la ejecución del proyecto, ya que durante las actividades de operación y restauración se requerirá de mano de obra especializada y no, insumos y servicios, sin embargo esto será a largo plazo (50 años).

La implementación de tecnología de punta en actividades de generación de energía alternativa de manera sustentable, en un ambiente donde las condiciones no son favorables (suelos pobres y someros), permitirá la reconversión de las actividades productivas en una zona de alto grado de marginación, así como favorecerá de manera regional, al abastecer la creciente demanda de energía eléctrica en la región Laguna Peto, pero de una manera sustentable, aprovechando recursos renovables, esto generará un impacto positivo en el sector socioeconómico.

VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Los efectos de la ejecución del proyecto al medio físico, es decir aire y suelo son negativos, sin embargo la afectación a la calidad del aire y el confort sonoro en la zona, no será significativo, y una vez finalizada las actividades, la calidad del aire regresará a las condiciones actuales. Las áreas circundantes al proyecto no se encuentran habitadas, por lo que estos efectos no tendrán repercusiones en población alguna; así como se mantendrá una cortina de vegetación, para atenuar la dispersión sonora.

El suelo orgánico que será removido para las actividades de construcción, manteniéndolo en el área para su posterior utilización en la rehabilitación de áreas de conservación, con lo que se espera se reintegrará al área, por lo que no representa una pérdida de recurso. El 98% de la superficie del predio permanecerá como áreas naturales, libre de cimentación o construcción permanente; donde se mantendrán los procesos naturales de filtración de agua.

Derivado de las actividades del personal del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, que de disponerse inadecuadamente podrían generar contaminación en el suelo, por su acumulación (en la etapa de construcción).

El proyecto no representa un riesgo para la disponibilidad de agua subterránea, puesto que no se requiere de agua, más que semestralmente y con un consumo mínimo, el cual será abastecido de empresas particulares. La calidad del agua subterránea, podría verse afectada si no se tomaran las medidas preventivas y las descargas de las aguas residuales se realicen directamente al manto freático, durante la etapa de construcción, puesto que en la etapa de operación no se generarán descargas.

Durante la etapa de preparación y construcción, se tomarán como medidas de prevención la instalación de letrinas portátiles, para evitar la defecación al aire libre, así como la descarga de aguas residuales directamente al manto freático.

La operación del proyecto, que consiste en la generación de energía eléctrica mediante el proceso fotovoltaico, no requiere de combustibles fósiles, tampoco genera emisiones a la atmósfera ni incrementa el nivel de ruido de la zona, debido que no emplea calderas o maquinaria pesada. Por el contrario, este tipo de actividades generará fuentes de empleo a nivel local, promoviendo la actividad

económica y favoreciendo la producción de energía eléctrica a partir de fuentes alternas y recursos renovables.

La pérdida de vegetación en el 45.22% del área, eliminando especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, es irreversible. Se considera el mantenimiento del 54.78% de la vegetación en el predio, que una parte formará una franja de vegetación alrededor del predio, permitiendo la continuidad con la vegetación de los predios contiguos, concentrándose la mayor superficie al este del predio, donde se presentó las mejores condiciones de conservación. Se realizará previo al desmante el rescate y reubicación de los ejemplares de flora silvestre catalogada, así como se realizarán recorridos de ahuyentamiento de fauna silvestre.

Los residuos vegetales leñosos producto del desmante, podrán ser aprovechados para el consumo de leña de pobladores vecinos, o bien serán triturados para su reintegración a las áreas de conservación.

Se tomarán las medidas preventivas durante las actividades de construcción, para evitar la afectación indirecta, así como durante la operación del proyecto se dará mantenimiento y vigilancia al área de conservación para asegurar la permanencia de dicha área de conservación. De manera permanente, se le dará mantenimiento a las áreas de conservación que serán enriquecidas en el proyecto, lo cual representa el mantenimiento de la biodiversidad florística en el predio a largo plazo.

La afectación a la fauna silvestre asociada al área de influencia, la cual está compuesta por pequeños reptiles, aves e insectos en su mayoría, será mínima puesto que podrá ser desplazada a predios vecinos durante la preparación y construcción; y una vez restauradas (reforestación y enriquecimiento) las áreas de conservación del proyecto, estas podrán convertirse en su fuente de alimento. La delimitación del predio será realizada de tal manera que no interrumpa la libre movilidad de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

El medio socioeconómico es el favorecido por la ejecución del proyecto, ya que durante las actividades de operación y restauración se requerirá de mano de obra especializada y no, insumos y servicios, sin embargo esto será a largo plazo (50 años). La preferencia de contratación de personal de la zona y adquisición de bienes y servicios generará fuentes de trabajo y una derrama económica puntual en la zona.

La implementación de tecnología de punta para la generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables, como el la luz solar, favorece la reconversión de las actividades productivas en una zona, donde aun cuando su uso de suelo primordial es de agricultura, las condiciones del ambiente no son favorables (suelos pobres y someros). Esta actividad permitirá una producción rentable, que generará un impacto positivo en el sector socioeconómico, así como responde a la creciente demanda de energía eléctrica de manera regional, a través de la producción sustentable.

El diseño del proyecto se ha ajustado a los criterios ecológicos aplicables a las Unidades de Gestión Ambiental que se encuentra, por lo que no se contrapone con el Programa Local de Ordenamiento Ecológico Territorial.

VIII.4 Pronóstico ambiental.

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo en un terreno forestal para la construcción y operación de las instalaciones un parque de energía solar fotovoltaica, que tendrá una capacidad de producción anual de 30 MW, con el fin de contribuir al abastecimiento de la demanda de energía eléctrica en la zona de Quintana Roo, a través de tecnologías renovables

La superficie de afectación permanente será del 45.22%, mantenimiento áreas de conservación al este del predio y una franja o cortina de vegetación alrededor de él, con el fin de favorecer la conectividad de la vegetación, el mantenimiento de la biodiversidad de la zona y la movilidad de la fauna silvestre.

Actualmente el área donde se pretende realizar la obra civil, se encuentra cubierta en su mayor parte por vegetación secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia en recuperación, sin embargo en la zona también son evidentes los disturbios causados a la vegetación natural por efecto de las actividades humanas, como son actividades industriales (estación de energía de la CFE), vialidades, incendios forestales, agricultura nómada y extracción de leña entre otros.

VIII. 5 Programa de Manejo Ambiental.

Con el fin de vigilar el cumplimiento del objetivo y las metas del presente programa, se establecerá un programa de seguimiento y evaluación de las actividades a realizar, el cual se describe en la Tabla 77 (página 181).

VIII. 6 Seguimiento y control.

Con el fin de vigilar el cumplimiento del objetivo y las metas del presente programa, se establecerá un programa de seguimiento y evaluación de las actividades a realizar.

Las actividades a realizar serán las siguientes.

Tabla 77 Programa de manejo y supervisión ambiental.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	INDICADOR	EVIDENCIA
I. PREPARACIÓN DEL SITIO	Pérdida de vegetación secundaria.	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.	Superficie de desmonte.	Fotografías del área de desmonte delimitado.
	Conservación de zona natural de conservación.	La remoción de vegetación se realizará con maquinaria y herramientas manuales, estando prohibido el uso de agroquímicos, herbicidas o fuego.	Ausencia de agroquímicos y herbicidas.	
	Disminución de hábitat de fauna silvestre. Modificación del escenario actual.	Una vez finalizadas las actividades de construcción y en caso de haberse afectado indirectamente la zona de conservación, se realizará la restauración con la siembra de plantas propias de la selva mediana subcaducifolia, teniendo preferencia en aquellas especies reportadas como proveedoras de sombra y alimento a especies de aves y reptiles de ecosistemas similares.	Superficie reforestada después de afectación indirecta.	
II. CONSTRUCCIÓN	Disminución en la calidad del aire.	Verificar que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo y mantener en buen estado el sistema de combustión para mitigar el impacto a la atmósfera.		Bitácora de mantenimiento de maquinaria
		Mantener la maquinaria en buen estado.		Bitácora de mantenimiento de maquinaria
		Contar con un inspector ambiental para supervisar que se cumplan las medidas preventivas mencionadas.		Reporte mensual de inspector.
	Incremento de ruido en la zona.	Verificar que la maquinaria y equipo que se utilice cuente con los silenciadores necesarios para prevenir el ruido excesivo y mantener en buen estado el sistema de combustión para mitigar el impacto a la atmósfera.		Bitácora de mantenimiento de maquinaria
	Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	Se colocarán los residuos sólidos generados en contenedores con tapa y serán transportados para su disposición final en el sitio que indique la autoridad municipal. Se supervisará al personal de la construcción, para verificar que todos los materiales residuales (clavos, maderas, etc.) sean colocados en los contenedores para residuos sólidos. Promover la separación de la basura en orgánica, inorgánica y sanitaria.	Superficie libre de residuos.	Recibos de recolección de residuos.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	INDICADOR	EVIDENCIA
		Se instalará una letrina portátil en el sitio para el servicio del personal de trabajo. Se contratará a una empresa especializada para la recolección de las aguas residuales. Se verificará que se le dé el mantenimiento adecuado a las letrinas.	Superficie libre de residuos sanitarios.	Recibos de renta de letrinas. Recibos de mantenimiento de letrinas.
	Generación de empleos.	Se favorecerá la contratación de personal local capacitado para realizar los trabajos.	Número de personal local contratado.	
	Modificación del escenario actual.	Se llevarán a cabo diariamente actividades de limpieza. Una vez que se haya terminado la construcción de la obra civil	Superficie libre de residuos sólidos y sanitarios.	Fotografías del sitio. Recibos de renta de letrinas. Recibos de mantenimiento de letrinas. Recibos de recolección de residuos.
		Se deberá dar inicio al enriquecimiento de las áreas de conservación.	Superficie de áreas de conservación enriquecidas.	Fotografías. No. de individuos sembrados. Porcentaje de supervivencia de plantas sembradas.
	Enriquecimiento de áreas verdes con biodiversidad florística.	Se realizará la Reforestación de un área de 65.7347 con especies propias de la selva mediana subcaducifolia, con el fin de enriquecer las áreas de vegetación (Ver programa de reforestación).	Superficie de áreas verdes y de conservación reforestadas.	Fotografías. No. de individuos sembrados. Porcentaje de supervivencia de plantas sembradas.
	Afectación de especie de flora protegida.	Previo al desmonte, se delimitará físicamente el área de afectación y se realizará el rescate de todos aquellos individuos de <i>Zamia lodigesii</i> y de <i>Cedrela odorata</i> (en el muestreo no se identificó ningún ejemplar de esta especie en el área de afectación) los cuales serán reubicados dentro del área de conservación. (Ver Programa de Rescate y Reubicación). Se enriquecerán las áreas de conservación con siembra de <i>Cedrela odorata</i> . Las especificaciones se detallan posteriormente.	Superficie rescatada/superficie afectada No. individuos rescatados/número de individuos reubicados. No. de individuos sembrados en área de enriquecimiento. Porcentaje de supervivencia de plantas sembradas.	Fotografías. Informe semestral.
	Afectación a especies de fauna silvestre protegida.	Se realizarán recorridos de ahuyentamiento de fauna silvestre, previo al desmonte, se verificará la existencia de nidos en árboles sujetos a desmonte y serán reubicados.	Superficie rescatada/superficie afectada. No de descensos registrados. No. individuos en área de conservación/línea base	Fotografías. Informe semestral. Resultados de monitoreo poblacional a la conclusión de la construcción.

ETAPA	IMPACTO	MEDIDA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN	INDICADOR	EVIDENCIA
III. OPERACIÓN	Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos.	<u>Residuos sólidos.</u> Los residuos sólidos generados, serán dispuestos en contenedores con tapa, y clasificados (orgánicos, inorgánicos y sanitarios). Se favorecerá la separación de los residuos para que aquellos que puedan ser reutilizados o reciclados, sean enviados y/o vendidos a un centro de acopio, con el fin de minimizar el impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos en el municipio.	Superficie libre de residuos sólidos.	No. de contenedores instalados en el sitio (fotografías). Recibos de recolección de residuos.
	Mantenimiento de áreas verdes con biodiversidad florística. Mantenimiento de hábitat para fauna silvestre.	Se destinará un área de 65.7347 has. , que corresponde al 54.78% del área del proyecto como zona de conservación de la vegetación. Se realizará el enriquecimiento con especies arbóreas de flora nativa, propias del ecosistema presente en el sitio y en especial de especie protegida (Ver programa de enriquecimiento) Se delimitarán las áreas de acceso peatonal y vial, para evitar afectaciones a la vegetación en esta zona. Se mantendrá de manera permanente el acceso restringido a estas áreas, y se vigilará para evitar afectaciones indirectas. Se instalará un letrero informativo y restrictivo.	Superficie de áreas de conservación. No. individuos sembrados.	Fotografías. Porcentaje de supervivencia de plantas sembradas. Reporte de supervisión de áreas de conservación. Fotografías de la delimitación del sitio.

CAPÍTULO IX

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

IX.1 Presentación de la información.

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular y 4 en archivo electrónico. De los cuales uno de los impresos y con sus 3 copias en archivo electrónico serán los utilizados en la evaluación y los restantes serán utilizados para consulta pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo, el DTU Modalidad B- Particular deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complementa el estudio.

IX.1.1 Cartografía.

En el Anexo II se incluyen los planos correspondientes.

IX.1.2 Fotografías.

Se incluye un anexo, en el que se encuentran las fotos de la vegetación del predio en donde se realizará el proyecto.

IX.1.3 Videos.

No se incluye ningún video.

IX.2 Otros anexos.

- Bibliografía consultada
- El listado de la flora y fauna en el sitio del proyecto que se encuentran descritas en el capítulo IV de este documento, en el cual se presenta la descripción del sistema ambiental del sitio del proyecto.